

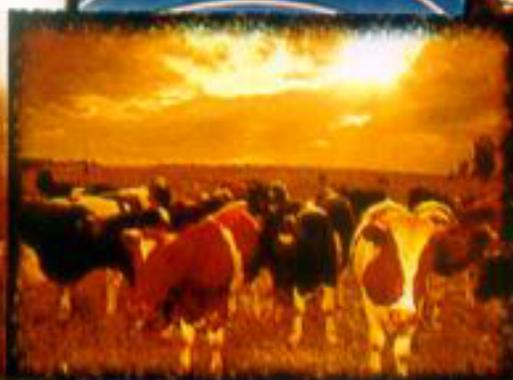


UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
VENECIA, DGO.



Memoria de la

XIII SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA



EDITORES:

José Manuel Vázquez Navarro

Ma. Concepción Silos Calzada

Alejandro Martínez Ríos



CONACYT

5, 6 y 7 de Septiembre del 2001

Cómez Palacio, Durango.



Nota Importante:

Para la elaboración de los resúmenes que aquí se presentan se proporcionaron a los autores instrucciones específicas de la extensión, tipo de letra, procesador electrónico y formato en general, todo con la intención de facilitar el manejo de la información y brindar un documento homogéneo. Afortunadamente, en la mayoría de los casos se cumplieron las indicaciones; cuando no fue así, los editores acordaron ajustar a un formato y corregir algunos errores, que a juicio de estos, lo ameritaban. Sin embargo, la información original jamás se modificó y, aunque pueden haberse cometido algunos errores tipográficos, el contenido de los resúmenes es responsabilidad exclusiva de los autores. Por otro lado, la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED no avala la efectividad de los productos ni de los accesorios que se mencionan por nombre común o marca comercial en alguno de los trabajos, como tampoco puede respaldar o certificar la validez de los experimentos y resultados que se obtuvieron en estos.

PRESENTACIÓN

Constituye una gran alegría y un orgullo, para la Facultad de Agricultura y Zootecnia, como Institución pionera de la educación agrícola superior de la Comarca Lagunera, celebrar su vigésimonoveno aniversario de su fundación mediante la décimotercera edición consecutiva de su Semana Internacional de Agronomía.

Para llegar a la celebración de nuestro magno evento, se ha requerido el entusiasmo, talento y esfuerzo de toda la comunidad Universitaria de nuestra Facultad, a la gentileza de los conferencistas y participantes externos de la sección de carteles, así como al decidido apoyo de las autoridades centrales de la Universidad Juárez del Estado de Durango y al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango. Esa conjunción de esfuerzos nos hace posible llevar a técnicos, estudiantes, productores, investigadores y público en general temas prioritarios del sector agropecuario y tópicos de actualidad que afectan a nuestra comunidad regional.

En el ciclo de conferencias de este año, reconocidos ponentes regionales, nacionales y del extranjero generosamente comparten sus experiencias con nosotros en temas relativos a aspectos económicos, impacto ambiental, sequía, entre otros. Generando con ello, un panorama bastante amplio de los diversos aspectos que inciden sobre el desarrollo agropecuario sustentable de nuestra Comarca.

Por segunda ocasión, la sección de carteles se ve enriquecida con más de treinta trabajos de investigadores de nuestra Facultad y de instituciones hermanas, lo que permite acrecentar el panorama que presenta el ciclo de conferencias y lo circunscribe al ámbito regional. Los interesados encontrarán en esta sección trabajos relativos al manejo de recursos naturales, sequía y manejo de agua, aspectos productivos de cultivos regionales, manejo de suelos y tópicos relativos al sector pecuario.

Al presentar este documento, estamos seguros que deberá ser una referencia obligada entre los interesados en las Ciencias Agropecuarias y, a la vez, con orgullo podemos aseverar que esta memoria es la evidencia escrita del compromiso de nuestra Facultad con la Comunidad Lagunera y coadyuvar al desarrollo regional mediante la capacitación agropecuaria al más alto nivel.

M.C. Manlio Enrique Ramírez Ramírez

Director de la Facultad de Agricultura y Zootecnia.

INDICE**SECCION DE CONFERENCIAS**

CARBON SEQUESTRATION AND GLOBAL WARMING H. Curtis Monger	1
ECOSYSTEM MONITORING USING SATELLITE DATA Max P. Bleiweiss	8
TLCAN: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS Victor Celaya del Toro	13
RECUPERACION DEL ECOSISTEMA RIO NAZAS Celso Manuel Valencia Castro	19
PRODUCTIVIDAD DEL AGUA Y CALIDAD DE FORRAJE EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE RIEGO A NIVEL COMERCIAL Martín Delgado Ramírez	24
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y USO DE BIOSÓLIDOS EN LA AGRICULTURA Emilio Olivares Saenz	29
EL ENFOQUE MULTI OBJETIVO EN EL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA Ignacio Sánchez Cohen	35
EL NOPAL <i>Opuntia ficus-indica</i> L. (Mill) COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN EN EL USO EFICIENTE DEL AGUA Rafael Zúñiga Tarango	41
DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO DE CIUDAD JUAREZ, DGO. A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS MEDIANTE GIS J. G. Martínez Rodríguez	47
METODOS MICROMETEOROLOGICOS PARA MEDIR FLUJOS DE CALOR Y VAPOR DE AGUA ENTRE LOS CULTIVOS Y LA ATMOSFERA Alejandro Zermeño González	53
SITUACIÓN DE LA FIEBRE AFTOSA EN EL MUNDO Y SU PREVENCIÓN EN MÉXICO Oscar Lorenzana Pineda	58
HUMAN POPULATION GROWTH, RANGELANDS AND ECOSYSTEM SERVICES Jerry Holechek	63
CONTAMINACION AMBIENTAL POR PLOMO EN ZONAS URBANAS Francisco Valdés Perezgasga	74

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL NOGAL Urbano Nava Camberos	77
INOCUIDAD APLICADA PARA ALGUNOS PRODUCTOS AGRICOLAS DE LA REGIÓN LAGUNERA Florencio Jiménez Díaz	91
SOIL DEPTH EFFECTS ON CHIHUAHUAN DESERT HONEY MESQUITE COVER AND FORAGE PRODUCTION Francisco Molinar	97

SECCION DE CARTELES

PREACONDICIONAMIENTO A SEMILLAS DE NOA (<i>Agave victoriae-reginae</i> <i>T. Moore</i>) PARA LA PRODUCCION DE PLANTA. Oscar A. Martínez R., Oscar A. Hernández C. Eduardo Blanco C. y Ramón Hernández S.	105
MODELO DE PREDICCIÓN PARA PRODUCCIÓN DE MEZQUITE (<i>Prosopis glandulosa</i>) EN LA COMARCA LAGUNERA Raúl Serrato Sánchez y Nancy Quiroz Sánchez.	108
COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y DOMINANCIA DE LA VEGETACIÓN EN EL PREDIO LECHUGUILLAS", MPIO. DE CD. LERDO, DGO. Raúl Serrato Sánchez y María Rafaela Silos Cordova.	114
LA CAPA DE OZONO EN EL ESTADO DE DURANGO EN LOS AÑOS 1980 Y 2000 Edmundo Castellanos Pérez, Juan J. Martínez Ríos, J. Dimas López Martínez y Gloria Castellanos Pérez.	119
COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LA RELACIÓN ESCURRIMIENTO- PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA ALTA DEL RIO NAZAS Rodolfo Jasso Ibarra, José Villanueva Díaz, José Luis González Barrios e Ignacio Sánchez Cohen.	125
NIVEL CRÍTICO DEL AGUA EN EL SUELO PARA DECIDIR LA SIEMBRA EN AGRICULTURA DE ZONAS ARIDAS José Dimas López-Martínez, J. Santos Serrato-Corona y Raúl Solorio Sánchez. ...	130
ANÁLISIS DE LOS PRECIOS DEL AGUA DE GRAVEDAD EN LA COMARCA LAGUNERA Fortis Hernández, M., Leos Rodríguez, J.A., Salazar Sosa, E. y C. Vázquez Vázquez.	135
PLANTACION DE TRES ARBUSTOS FORRAJEROS, PROBANDO DENSIDADES Y EQUIDISTANCIAS EN SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUA HERRADURA, MARGARITAS DEL NORTE, COAH. MÉXICO. Olhagaray R. E.C. , Esparza, Ch.G. y S.F. Vega.	141

FLUORESCENCIA CLOROFILICA DE LA ALFALFA EN INVIERNO CUANDO CRECE CON GRAMINEAS EN LA COMARCA LAGUNERA Edmundo Castellanos P, Fabian Ortega I., H. Donaciano García S. y Misael Lopez L.	147
VARIEDAD "SAN LORENZO"; IDEOTIPO DE MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) DESARROLLADO PARA LA COMARCA LAGUNERA. J. Santiago Valenzuela R., Juan de Dios Quevedo G., Diana Escobedo L., Jesús Granados G., Juan J. Martínez R., Cirilo Vázquez V., Enrique Salazar S.	152
CARACTERIZACIÓN DE 70 FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DE MAÍZ TOLERANTES A PLAGAS DE GRANO ALMACENADO Misael López Lozano y Armando Espinoza Banda.	157
EFFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL CONTROL DE PLAGAS Y RENDIMIENTO DEL MELÓN (<i>Cucumis melo L.</i>), EN LA COMARCA LAGUNERA Ma. del Consuelo Medina Morales, Pedro Cano Ríos y Ma. Guadalupe Ruiz Rivera.	162
PRODUCCION DE ALGODONERO TRANSGENICO USANDO ABONOS ORGANICOS Miguel Gallegos Robles , José Dimas López-Mtz. y Santiago Valenzuela R.	167
SISTEMA AGRÍCOLA ASOCIADO DE GIRASOL (<i>Helianthus annuus L.</i>) Y MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) EN LA COMARCA LAGUNERA J. Santiago Valenzuela R., Manuel A. Vega R., Miguel A. Gallegos R., Juan J. Martínez R., Jesús Granados G., Cirilo Vázquez V. y Enrique Salazar S.	173
EFFECTO DEL ACOLCHADO Y ESTIERCOL DE BOVINO EN LA MODIFICACIÓN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE LA COMARCA LAGUNERA. C. Vázquez Vázquez, E. Salazar Sosa, R. Figueroa Viramontes , J.S. Valenzuela Rey y M. Fortis Hernández.	178
BIODEGRADACION DE ESTIERCOL BOVINO CON Y SIN ACOLCHADO EN CULTIVO DE TOMATE (<i>Lycopersicum esculatum Mill</i>) BAJO FERTIRRIGACION Ramón Ricardez Mirena, Salazar Sosa Enrique y Leopoldo García Galindo.	183
FERTILIZACION ORGÁNICA Y SU EFFECTO EN HUMEDAD DEL SUELO Y RENDIMIENTO EN MAÍZ José Dimas López-Mtz. , J. Santos Serrato C., Raúl Solorio Sánchez y Hector D. García.	186
EFFECTO DE ACOLCHADOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS SOBRE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO Y EL DESARROLLO DE CASSIA (<i>Cassia corymbosa</i>) Fernando E. Compeán Estrada, Salvador Berúmen Padilla, Rafael Figueroa Viramontes, Fernando Cabral Valdéz, Cirilo Vázquez Vázquez y Marcelo Hernández Antuna.	191

EFFECTO DE DOS CONDICIONES AMBIENTALES Y DOS FUENTES DE NUTRIENTES EN EL RENDIMIENTO, DESARROLLO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNAS HORTALIZAS DE PRIMAVERA Rafael Figueroa Viramontes, Lilia Salas Pérez, Hilario Macias Rodríguez, Ignacio Sanchez Cohen y Salvador Berumen Padilla.	196
COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.) A LA FERTILIZACION N-P-K CON RIEGO POR GOTEO EN SUELO ARCILLOSO Marcelo Hernández Antuna, Rafael Figueroa Viramontes, Enrique Salazar Sosa y Salvador Berumen Padilla.	202
EFFECTO DE LA EPOCA DEL AÑO Y EL GRUPO GENETICO SOBRE LOS NIVELES SERICOS DE CORTISOL Y GLUCOSA EN HEMBRAS CAPRINAS C. A. Meza H., J. A. Bocanegra V., R. Bañuelos, V. , C. F. Aréchiga F., R. M. Rincón D. y R. Rodriguez M.	207
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE GRASA SOBRE LA ACTIVIDAD OVARICA EN CABRAS CON CONDICIONES CORPORALES DIVERGENTES C. A. Meza H., J. G. Chávez-Perches , M. Mellado B., D. López A. Y M. E. Hernández L.	212
PROPUESTA DE UN MODELO MATEMATICO PARA LA ESTIMACION DEL VOLUMEN OVARICO EN CABRAS C. A. Meza-H., J. L. Rios-Flores, J. G. Chávez-Perches, D. López A., M. E. Hernández L., C. Romero V. y R. Dionisio T.	216
CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS CORPORALES, DE UBRE Y ORDEÑO EN CABRAS NATIVAS Granados García J., Valencia Castro C. M. Meza Herrera C.y J. J. Quiñónez V.	220
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS EN CRECIMIENTO AL INCLUIR RASTROJO DE MAÍZ Y PAJA DE FRIJOL EN LA RACIÓN Serrato Corona, J.S., Partida Rodríguez, R. López Martínez, J.D. y E. Castellanos Pérez.	225
SEROPREVALENCIA DE BRUCELOSIS EN MACHOS CAPRINOS PERTENECIENTES A 55 HATOS DEL MUNICIPIO DE TLAHUALILO, DURANGO José Luis Ortega Sánchez y Ramón Hernández Salgado.	229
DESCRIPCION DEL SISTEMA CAPRINO DEL EJIDO STA. LIBRADA, EN EL MPIO. DE MAPIMÍ, DGO. Quiñones, V.J.J., T. Sánchez O., M. Valencia C. y Y. Macías G.	232
SELECCIÓN DE ESPECIES VEGETALES POR CAPRINOS EN PASTOREO EN AGOSTADEROS ARIDOS DEL MPIO. DE MAPIMÍ, DGO. Quiñones, V.J.J., T. Sánchez O., M. Valencia C. y N. Bárcenas B.	238

EFFECTO DE LA EXTRACCION MANUAL DE MEMBRANAS FETALES RETENIDAS EN LOS PARAMETROS REPRODUCTIVOS EN VACA HOLSTEIN FRISEAN PARA LA COMARCA LAGUNERA. Hernández Salgado José Ramón, Ortega Sánchez José Luis y Favela Reyes Eduardo	244
EFFECTO DE CETOSIS SUBCLINICA POSPARTO EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE VACAS HOLSTEIN PARA LA COMARCA LAGUNERA Favela Reyes Eduardo, Hernández Salgado José Ramón y José Luis Ortega Sánchez	249
SUPLEMENTACION DEL BOVINO DE ENGORDA A BASE DE MELAZA Y UREA EN PRESENTACIÓN LIQUIDA Y SOLIDA Sánchez O. T. , J.J. Quiñones V. y D. Gutiérrez E.	253
CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENGORDA DE GANADO BOVINO DE CARNE EN LA COMARCA LAGUNERA Sánchez O. T., J. J. Quiñónez V. y J. Puentes G.	258
SUPLEMENTACION DE BECERRAS HOLSTEIN EN DESARROLLO CON MOREA SOLIDA Y LIQUIDA EN LA COMARCA LAGUNERA Sánchez O. T., J. J Quiñones V., H. D García S y A.K Cervantes P.	265
DOS SUSTITUTOS DE LECHE EN DOSIFICACIONES BAJAS EN EL ULTIMO MES DE DESTETE EN TERNEROS HOLSTEIN EN LA COMARCA LAGUNERA Sánchez O.T. J.J. Quiñones V. e I Córdova G.	270
INCLUSIÓN DE SUERO LÁCTEO EN DIETAS DE CERDOS RECIÉN DESTETADOS Serrato Corona, J.S., Corona Rico, H., Castellanos Perez, E. y J.D. Lopez Martinez....	275
FLUCTUACION POBLACIONAL DEL GUSANO BARRENADOR DEL RUEZNO, <i>Cydia caryana</i> FITCH Y SU RELACION CON DAÑOS EN LA COMARCA LAGUNERA Y NAZAS, DURANGO. Arnulfo Sifuentes Ibarra, Manuel Ramírez Delgado y Urbano Nava Camberos	279.
COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN EL CULTIVO DEL MAIZ (<i>Zea mays</i> L.) IRRIGADO CON AGUA ARSENICAL. Salvador Berúmen Padilla., Rentería E. A., San Miguel S. M. F., Figueroa V. R., y E. Salazar S.	284

SECCION

DE

CONFERENCIAS

CARBON SEQUESTRATION AND GLOBAL WARMING

H. Curtis Monger¹, Juan J. Martinez-Rios², and Robert A. Gallegos³

¹Associated Professor, New Mexico State University, USA; ²Maestro Investigador, Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED Gómez Palacio, Durango, México; ³New Mexico Environmental Department, Roswell New Mexico, USA.

The increase in atmospheric concentration of CO₂ is occurring at the rate of 3.4 billion tonnes (Pg)/yr or 0.5 percent/yr (Lal *et al.*, 1998). The United States alone emits approximately 1.4 Pg C/yr. In January 2001, the Intergovernmental Panel on Climate Change officially declared that “most of the observed warming over the last 50 years is likely to have been due to the increase in greenhouse gas concentration” (Kerr, 2001).

Quoting from Lal (2000): “In addition to fossil fuel combustion and cement manufacture, this increase is caused by deforestation, biomass burning, and soil cultivation. Conversion of natural ecosystems to agricultural has resulted in emission of 66 to 90 Pg of C from world soils. The rate and magnitude of gaseous emissions from world soils are exacerbated by soil degradative processes, e.g., decline in soil structure, accelerated erosion, and nutrient imbalance. Until the 1970s, more C was emitted annually from soils and land use conversion than from fossil fuel combustion.....

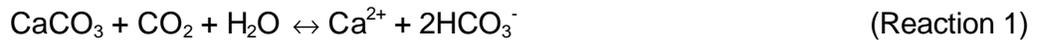
“The global potential of soil C sequestration is estimated at 0.9 to 1.9 Pg/yr through desertification control and about 3 Pg/yr through restoration of all degraded soils.” Desertification control involves preventing the loss of soil organic carbon and restoring lost carbon by remediating rangeland ecosystems. In addition to soil organic carbon, however, soil inorganic carbon (CaCO₃) is important in soils of dry climates, as discussed below.

C Sequestration in Dry Climates of North America

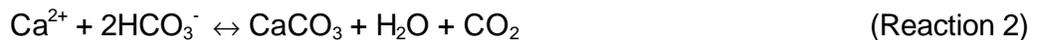
Soil carbonate-C is the third largest global pool of C, containing approximately 750 to 950 Pg of C (Schlesinger, 1985; Eswaran *et al.*, 2000). Only the oceanic (38,000 Pg C) and soil organic (1,550 Pg C) pools are larger (Schlesinger, 1997, p. 359). Large areas in Mexico and the United States are arid and semiarid. In the United States the amount of carbonate-C is estimated to range from at least 50 to 66 Pg C (Table 1). This estimate is for the arid, semiarid, and subhumid western and High Plains states that have grassland, woodland, and shrubland ecosystems. Soil carbonates in more humid regions are not included, such as the upper midwestern states of Illinois and Ohio with calcareous glacial and loessal parent materials. Therefore, the 50 to 66 Pg of carbonate-C are minimum estimates. These values are further under estimated because massive calcretes, such as those of the Llano Estacado in eastern New Mexico and west Texas, are not contained in USDA soil databases on which these estimates were made. Neither are the stacked sequences of buried calcic soils (Grossman *et al.*, 1995), nor arid mountains mapped “Rockland.”

Dynamics

Dissolution of soil carbonate is commonly illustrated by Reaction 1. In this case, soil carbonate may be either pedogenic (i.e., formed in soil) or geogenic (i.e., inherited from geologic parent material). Carbonate is dissolved by carbonic acid, represented by CO₂ + H₂O. In humid regions, Ca²⁺ + 2HCO₃⁻ are leached, driving the reaction to the right. Plant uptake of Ca²⁺, degassing of 2HCO₃⁻, increased CO₂ and H₂O would also drive the reaction to the right.



Formation of soil carbonate in arid soils is commonly illustrated by Reaction 2. In this case, Ca^{2+} from chemical weathering or atmospheric additions combines with 2HCO_3^- from dissolved CO_2 produced by root respiration. In contrast to C sequestered as organic matter, which involves a one-step process whereby C is converted by photosynthesis from $\text{CO}_{2(g)}$ to carbon compounds, C in pedogenic CaCO_3 requires three additional steps. After C has been fixed by photosynthesis, it passes from organic matter back to $\text{CO}_{2(g)}$ by respiration, then to $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$ via dissolution in water, and then to CaCO_3 .

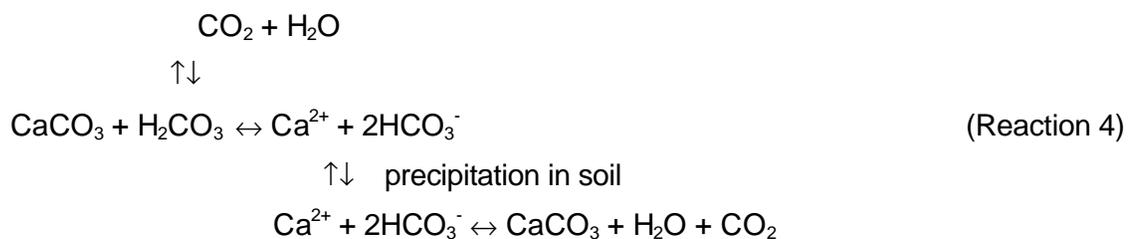


Mechanism of C sequestration

On the long-term geologic time scale (> a few million years), atmospheric CO_2 is consumed by chemical weathering in soil, transferred to oceans as bicarbonate in rivers, and stored as CaCO_3 in marine carbonates (Reaction 3; Berner 1992; 1993; 1999). Thus, limestones and other marine carbonates are the major reservoir of atmospheric CO_2 , containing some 48,000,000 Pg of inorganic C (Kempe, 1979), much of which would otherwise be in the atmosphere.



On the short-term geologic time scale (< a few million years), atmospheric CO_2 is initially consumed and stored as soil carbonate if the source of Ca^{2+} is from Ca-silicates or other primary minerals. If the source of Ca^{2+} is from recycled carbonate, no net C sequestration has occurred. This is because one mole of CO_2 used to dissolve pre-existing CaCO_3 is released during its reprecipitation (Reaction 4). In contrast, one mole of CO_2 required to weather Ca-silicates is sequestered by the formation of CaCO_3 (Reaction 3).



If 2HCO_3^- in Reaction 4 does not reprecipitate in soil, but instead is leached into groundwater, its residence there is another type of carbon sequestration. In this case, atmospheric carbon is transferred from the soil to the hydrosphere for storage (Nordt *et al.*, 2000; Drees *et al.*, in press). This storage would persist until carbonate precipitates and releases one mole of CO_2 originally consumed to make H_2CO_3 .

Rates of sequestration (biogenic and leaching)

Determining accumulation rates of pedogenic carbonate is generally based on radiocarbon dates of charcoal in C horizons beneath Bk horizons in which carbonate accumulates. In the southwestern United States, accumulation rates based mainly on this method range from 1 to 12 g CaCO₃/m²/yr (Gile *et al.*, 1981; Schlesinger, 1985; Reheis *et al.*, 1995). One complication to the charcoal-dating technique is that it does not measure short-term carbonate accumulation rates resulting from precipitation by roots, termites, and microorganisms. For example, mesquite shrubs (*Prosopis glandulosa*), which have formed coppice dunes in less than 115 (Gile, 1966), have carbonate crystals precipitated on their roots. Some termites also precipitate carbonate (Lal, 1987; Monger and Gallegos, 2000) as do some soil microorganisms (Phillips *et al.*, 1987; Monger *et al.*, 1991). Both of which form carbonate within a few weeks to a few years.

With this chronologic limitation, we nevertheless estimated C sequestration rates by first subtracting limestone terrane from ecoregion areas in Table 1 based on the assumption that C-sequestration does not occur there as described by Reaction 4. For the low-end estimate, if it is assumed that 90 % of the pedogenic carbonate that formed in igneous soils was from limestone-derived dust (Chadwick *et al.*, 1994), then only 10 %, or 0.1 g CaCO₃/m²/yr has sequestered C. Of that amount, C sequestration would be 12 % of the CaCO₃ accumulation rate (i.e., 12 moles of C per 100 moles of CaCO₃), or 0.012 g carbonate-C/m²/yr. For the high-end estimate, if it is assumed that 10 % of the pedogenic carbonate that formed in the igneous soils was from limestone-derived dust, then 90 % of the 12 g CaCO₃/m²/yr (i.e., 10.8 g CaCO₃/m²/yr) has sequestered C. Of that amount, C sequestration would be 12 % of the CaCO₃ accumulation rate, or 1.3 g carbonate-C/m²/yr (Table 2).

Carbon sequestration by decalcification and leaching in humid environments has been estimated for soils in Ohio and Texas. Extrapolating these values globally, soil inorganic carbon is leached from calcareous soils at a rate of 0.25 PgC/year, which is 60% of the total inorganic C transported by rivers each year (Nordt *et al.*, 2000). Furthermore, on a worldwide basis it is estimated that calcareous soils have lost about 105 kg/m² of carbonate-C since the end of the last ice age (or 0.36 PgC/yr), of which 0.18 to 0.24 Pg/yr is transferred to the hydrosphere for long term storage (Drees *et al.*, in press).

Total potential in soils of the US

Upon subtracting limestone terrane, the low-end estimate for U.S. soils is 3.2 x 10⁻⁵ Pg carbonate-C/yr (or 0.032 MMTC/yr), which is only 0.002 % of the annual emissions-carbon of the United States (Table 2). The high-end estimate is 3.41 x 10⁻³ Pg carbonate-C/yr (or 3.41 MMTC/yr), which is 0.2 % of the annual emissions-carbon in the United States (Table 2). In comparison with the global estimate of 0.023 Pg carbonate-C/yr (Schlesinger, 1997, p.365), the low-end estimate suggests that drylands of the U.S. sequesters 0.1 % of the global amount each year, whereas the high-end estimates suggests 15 % of the annual global amount (Monger and Martinez, 2001).

In addition to being a sink for atmospheric C, pedogenic carbonate can also be a source. For example, CO₂ is released if H⁺ in rain dissolves soil CaCO₃. If it is assumed that three-fourths of the total grazingland area in Table 1 has carbonates vulnerable to dissolution by acidic rain (i.e., 228.8 Mha), then a small amount of C (0.0007 to 0.085 MMTC/yr) would be emitted from western drylands annually (Follett *et al.*, 2001). Another potential source of C emission is irrigation. This is because CO₂ is emitted when fossil fuel is used as an energy

source to pump water to the surface. In addition, CO₂ is emitted when bicarbonate in irrigation water precipitates with calcium in the soil (Schlesinger, 2000).

General Conclusions about C sequestration in Soil

The role of arid and semiarid soil carbonate-C in mitigating the greenhouse effect is unclear. Carbonate-C is a huge pool with at least 750 to 950 Pg of C globally. Yet, although the amount of carbonate-C in soils of dry climates often exceeds soil organic-C by a factor of 10, the rate at which atmospheric CO₂ is converted to CaCO₃ is several orders of magnitude slower than the rate at which CO₂ is converted to soil organic-C.

Nevertheless, as a means to offset greenhouse gas increases in general, carbon sequestration in soil has become a potentially important strategy. Practices that increase CO₂ emissions and contribute to global warming include excessive burning of fossil fuels, deforestation, biomass burning, excessive plowing, excessive fertilization, excessive cultivation of rice paddies, excessive grazing and denuding of rangelands in arid and semiarid regions. Therefore, reducing C emissions involves the judicious management of these practices. Specifically, practices that can help reduce C emissions and increase C sequestration include (1) reversion of marginal agricultural land to natural ecosystems, (2) restoration of degraded soils, (2) intensification of prime agricultural land, (3) production of biofuels to replace fossil fuels, and (4) controlling soil erosion.

Table 1. Estimated amounts of carbonate-C in grazingland ecoregions that lie within aridic, ustic, and xeric moisture regimes of the western and mid-western United States^(*).

Grazingland Ecoregions	Area (km ²)	Carbonate-C Concentration (kg C/m ²)	Carbonate-C (Pg)
<i>Based on Machette's (1985) map and the Ecoregion map (1994)</i>			
woodland	355,648	17.7	6.3
shrubland	739,402	22.5	16.6
grassland	1,001,052	27.3	<u>27.3</u>
			Total 50.2

<i>Based on Schlesinger's 1982 concentrations and Ecoregion map (1994)</i>			
woodland	580,087	5.0	2.9
shrubland	890,434	31.0	27.6
grassland	1,579,604	22.3	<u>35.2</u>
			Total 65.7

<i>Based on STATSGO concentrations and Ecoregion map (1994)</i>			
woodland	580,087	18.3	10.6
shrubland	890,434	20.7	18.4
grassland	1,579,604	14.5	<u>22.9</u>
			Total 51.9

(*) We estimated the amount of soil carbonate in grazinglands by calculating its amount in three major ecological categories: (1) woodlands, (2) shrublands, and (3) grasslands. We derived these categories based on dominant species in ecoregion units defined by Bailey et

al. (1994). Soil carbonate in the woodland, shrubland, and grassland categories was estimated three ways. First, the calcic soil map of Machette (1985) was digitized, encoding the calcic soils and marginal areas in the vector layer and converting it to raster format. Using random sampling, at least 25 sites per ecological category were chosen and the mean concentration of CaCO₃ was determined at these sites based on the National Soil Survey Center data base and the STATSGO database. From these calculations, the following concentrations were obtained for the Machette map: Calcic soils = 27.4 kg C/m² and Marginal areas = 8.7 kg C/m². Second, soil carbonate-C in the woodland, shrubland, and grassland categories was estimated by multiplying the areas of each category by the concentrations of carbonate-C derived for Arizona soils by Schlesinger (1982). Third, average soil carbonate-C amounts were determined state-by-state using STATSGO. These values were then multiplied by the total areas of the ecosystem categories.

Table 2. Estimated annual rates of carbonate-C sequestration by grazingland soils in the western and mid-western United States.

Grazingland Ecoregions	Ecoregion Area (km ²)	Area minus limestone terrane (km ²)	Low-end estimate (0.012 g carb-C/m ² /yr) (Pg carbonate-C/yr)	High-end estimate (1.3 g carb-C/m ² /yr) (Pg carbonate-C/yr)
woodland	580,087	354,726	4.3 x 10 ⁻⁶	4.61 x 10 ⁻⁴
shrubland	890,434	783,769	9.4 x 10 ⁻⁶	1.02 x 10 ⁻³
grassland	1,579,604	1,485,831	1.8 x 10 ⁻⁵	1.93 x 10 ⁻³
			Total 3.2 x 10 ⁻⁵	3.41 x 10 ⁻³
			0.032 MMTC/yr	3.41 MMTC/yr
% of U.S. 1485 MMTCE/yr ^{*1} =			0.002 %	0.2 %
% of global carbonate-C sequestration rate ^{*2} =			0.1 %	15 %

*1 Annual carbon emission rate from Lal *et al.* (1998, p. 4)

*2 0.023 Pg carbonate-C/yr (Schlesinger, 1997, p. 365)

References

Bailey, R.G., P.E. Avers, T. King, and W.H. McNab. 1994. Ecoregions and subregions of the United States. USDA-Forest Service.

Berner, R.A. 1992. Weathering, plants, and the long-term carbon cycle. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 56:3225-3231.

Berner, R.A. 1993. Paleozoic atmospheric CO₂: importance of solar radiation and plant evolution. *Science* 261:68-70.

Berner, R.A. 1999. A new look at the long-term carbon cycle. *GSA Today* 9:1-6.

Chadwick, O.A., E.F. Kelly, D.M. Merritts, and R.G. Amundson. 1994. Carbon dioxide consumption during soil development. *Biogeochemistry* 24: 115-127.

Drees, L.R., L.P. Wilding, and L.C. Nordt. (In press). Reconstruction of soil inorganic and organic carbon sequestration across broad geoclimatic regions. *Soil Sci. Soc. Am. Special Publ.*, Madison, WI.

- Eswaran, H., P.F. Reich, J.M. Kimble, F.H. Beinroth, E. Padmanabhan, and P. Moncharoen. 2000. Global carbon stocks. p. 15-25. In: R. Lal, J.M. Kimble, H. Eswaran, and B.A. Stewart (eds) *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Follett, R.F., J.M. Kimble, and R. Lal. 2001. The potential of U.S. grazing lands to sequester soil carbon. p. 401-430. In: R.F. Follett, J.M. Kimble, and R. Lal. (eds) *The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Gile, L.H. 1966. Coppice dunes and the Rotura soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30:657-660.
- Gile, L.H., J.W. Hawley, and R.B. Grossman. 1981. *Soils and geomorphology in the Basin and Range area of southern New Mexico—guidebook to the Desert Project*. New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources, Memoir 39, Socorro, New Mexico, 222 pp.
- Grossman, R.B., R.J. Ahrens, L.H. Gile, C.E. Montoya, and O.A. Chadwick. 1995. Areal evaluation of organic and carbonate carbon in a desert area of southern New Mexico. p. 81-92. In: R.Lal, J. Kimble, E. Livine, and B.A. Stewart (eds.) *Soil and Global Change*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Kempe, S. 1979. Carbon in the rock cycle. p. 343-377. In: B. Bolin, E.T. Degens, S. Kempe, and P. Ketner (eds). *The Global Carbon Cycle*. John Wiley & Sons, New York.
- Kerr, R.A. 2001. It's official: Humans are behind most of global warming. *Science* 291:566.
- Lal, R. 1987. *Tropical Ecology and Physical Edaphology*. John Wiley & Sons, New York.
- Lal, R. 2000. Controlling greenhouse gases and feeding the globe through soil management. University Distinguished Lecture, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Lal, R., J.M. Kimble, R.F. Follett, and C.V. Cole. 1998. The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. *Sleeping Bear Press, Inc., Chelsea, MI.*
- Machette, M.N. 1985. Calcic soils of the southwestern United States. p. 1-22. In: D.L. Weide (ed.) *Soils and Quaternary geology of the southwestern United States*. Geological Soc. Am. Spec. Paper, Boulder, CO.
- Monger, H.C., L.A. Daugherty, W.C. Lindemann, and C.M. Liddell. 1991. Microbial precipitation of pedogenic calcite. *Geology* 19:997-1000.
- Monger, H.C. and R.A. Gallegos. 2000. Biotic and abiotic processes and rates of pedogenic carbonate accumulation in the southwestern United States—relationship to atmospheric CO₂ sequestration. p. 273-289. In: R. Lal, J.M. Kimble, H. Eswaran, and B.A. Stewart (eds) *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*. Lewis Publishers, Boca Raton.

- Monger, H.C. and J.J. Martinez-Rios. 2001. Inorganic carbon sequestration in grazing lands. p. 87-118. In: R.F. Follett, J.M. Kimble, and R. Lal. (eds) *The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Nordt, L.C., L.P. Wilding, and L.R. Drees. 2000. Pedogenic carbonate transformations in leaching soil systems: Implications for the global C cycle. p. 43-64. In: R. Lal, J.M. Kimble, H. Eswaran, and B.A. Stewart (eds) *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Phillips, S.E., A.R. Milnes, and R.C. Foster. 1987. Calcified filaments: An example of biological influences in the formation of calcretes in South Australia. *Australian J. Soil Res.* 25:405-428.
- Reheis, M.C., J.C. Goodmacher, J.W. Harden, L.D. McFadden, T.K. Rockwell, R.R. Shroba, J.M. Sowers, and E.M. Taylor. 1995. Quaternary soils and dust deposition in southern Nevada and California. *Geol. Soc. Am. Bull.* 107:1003-1022.
- Schlesinger, W.H. 1982. Carbon storage in caliche of arid soils: a case study from Arizona. *Soil Sci.* 133:247-255.
- Schlesinger, W.H. 1985. The formation of caliche in soils of the Mojave Desert, California. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 49:57-66.
- Schlesinger, W.H. 1997. *Biogeochemistry: an analysis of global change*. Academic Press, 2nd ed., 588 pp.
- Schlesinger, W.H. 2000. Carbon sequestration in soils: some cautions amidst optimism. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82:121-127.

ECOSYSTEM MONITORING USING SATELLITE DATA

Max P. Bleiweiss

Center for Applied Remote Sensing in Agriculture, Meteorology, and Environment (CARSAME), New Mexico State University, New Mexico, USA,
e-mail: mbleiwei@taipan.nmsu.edu

Abstract

An overview of “meteorological” satellites and their use for ecosystem monitoring is given. The Polar-orbiting Operational Environment Satellite (POES) as typified by the Television and Infrared Observation Satellite (TIROS) series of satellites operated by the US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and the Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES), also operated by NOAA, are described in general terms to identify those traits of importance to this paper. Satellites operated by others are not ignored but the scope of the present paper does not allow a discussion of their properties to be included. Several “products” that can be obtained from these satellites are defined and discussed to describe their utility for monitoring ecosystem processes. These include vegetation indices, surface temperature and albedo. Examples of specific use are given for water resources management, drought detection and monitoring, and wildfire forecasting, detection, monitoring and mapping.

Introduction

Meteorological satellites have been operational now for approximately 30 years and though their main objective was to provide information for meteorologists to use in assessing and forecasting weather conditions, they have become indispensable for a variety of other uses. They are not used to just track hurricanes and other tropical storms but are now used operationally for fire detection (An effort by the Joint Research Centre (JRC) of the European Union is attempting to monitor wildfires on a global scale: <http://www.gvm.sai.jrc.it/>), drought detection (Also, by the JRC, CAMELEO -- Changes in Arid Mediterranean Ecosystems on the Long-term through Earth Observation: <http://www.egeo.sai.jrc.it/cameleo/index.html>), and estimating rainfall in those areas of the world where there are insufficient point sensors or no rain radar systems (Papadakis and Schultz, 2000). Products such as snow covered area are used, operationally, in snowmelt runoff models to forecast river flows for hydroelectric power plants (Landesa and Rango, 1998) – many arid land rivers depend on snowmelt for at least part of their flow (e.g.; the Rio Grande/Rio Bravo in North America).

Discussion of Meteorological Satellite Systems

Meteorological/environmental satellites can be distinguished, primarily, by their type of orbit around the earth and, secondarily, by the details of the various sensor packages that they contain. The orbital types, explained below, are polar and geostationary. The sensor packages, of interest here, on these types of satellites generally consist of a multispectral “imager” and a multispectral “sounder”. The imager is meant to “see” through the earth’s atmosphere and “image” the earth’s surface at a several wavelengths in the visible and infrared portion of the electromagnetic spectrum. The sounder, on the other hand, cannot see through the earth’s atmosphere. It receives radiation from the atmosphere itself – this

data can be used to estimate “sounder-type” properties of the atmosphere: temperature, winds, and water vapor with height.

Polar-Orbiting Operational Environmental Satellites (POES)

Polar orbiting satellites, very nearly, go over the earth’s poles in their path around the earth. Their orbits are generally circular, to maintain constant field of view and spatial resolution, and “sun synchronous”, meaning their orbital plane is fixed relative to the sun. The earth then “rotates beneath the satellite”. In this way, the satellite views the same place on the earth at the same local time every day, twice a day; once during daylight hours and once during nighttime. The orbital period is about 100 minutes so that, at mid-latitudes, there is slight overlap of the path, or swath, that the satellite measures between passes. At the poles, the overlap is considerable, allowing for very good temporal resolution resulting in several passes per day over the same site on the ground. Depending on the placement of the ground station that receives the transmitted signal as the satellite flies overhead, very large areas of the earth can be studied from the same ground station location. For example, at our site in New Mexico, USA, we receive between 2-3 passes each for the daylight and nighttime portion of the orbit for each POES that we monitor. This means that we receive satellite data from the Atlantic Ocean to the Pacific Ocean and from Canada to Mexico, twice a day for each satellite we track.

Though there are several POES from many different countries (e.g.; Russia, China, European Union, and USA), we monitor only the NOAA POES which are commonly known by their numerical designation; NOAA-12, NOAA-14, etc. and the OrbView-2 satellite (which belongs to Orbital Imaging Corporation and for which NASA holds some research rights to some of the data). OrbView-2 is not a “meteorological” satellite but is, instead, used to study the oceans of the world. However, it is also useful for land and other studies as well (it has been particularly useful for detecting and monitoring smoke from fires as well as dust events – more information can be found at <http://seawifs.gsfc.nasa.gov/>). We are currently collecting data from NOAA-12, NOAA-14, and NOAA-16 as well as OrbView-2.

The imager on the NOAA satellites is known as the Advanced, Very High Resolution Radiometer (AVHRR). It collects radiation in 5 wavelength intervals from the visible to the far-infrared portion of the spectrum. It has become the “workhorse” throughout the world for monitoring a variety of parameters related to ecosystems. The sensor on the OrbView-2 satellite is the Sea viewing, Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFs) imager. It collects radiation in 8 wavelength intervals from the blue through the near-infrared portion of the spectrum. Its wavelength bands are very narrow compared to the AVHRR sensor.

Relatively inexpensive ground stations with the necessary processing software are available from a variety of vendors that makes the data from these satellites very accessible to many organizations. In recent years, nearly real-time data has also become available over the internet (<http://www.saa.noaa.gov>). Cracknell (1997) has written the definitive book on the AVHRR. The Polar Orbiter Data User’s Guide provides details of file formats and the data stream from the satellite (Kidwell, 1991 and <http://www2.ncdc.noaa.gov/>).

Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES)

The geostationary satellites are so named because of their orbit. The satellite is located over the equator at an altitude of about 22,300 miles, in a circular orbit that has the same period as the rotation of the earth beneath. Because of this, the satellite remains in an orbit such that it

is always over the same point on the earth's surface. The imager has a field of view such that it can see the whole earth. Images are acquired about every 30 minutes but there are also a variety of other modes of operation to accommodate needs such as rapid scanning over small regions for extreme events. Geostationary satellites are owned and operated by Japan, China, Russia, India, European Community, and the US. The respective satellites are positioned to provide information for that part of the world in which the satellite's owners reside. At our ground station in New Mexico, we can only see the US satellites: GOES-W and GOES-E. These satellites, because of the high temporal resolution, can be used for many purposes that the POES systems cannot but are limited, also, because of the poorer spatial resolution (approximately, 4 km).

A good starting point for more information about the GOES satellites is the WWW site: <http://rsd.gsfc.nasa.gov/goes/> or <http://www.goes.noaa.gov/>. GOES data can also be downloaded from the ftp server at the NASA site: <ftp://rsd.gsfc.nasa.gov> or <ftp://geo.msfc.nasa.gov/Weather/> .

Ecosystem Monitoring

There are a large number of ways in which satellite remote sensing can be used to monitor the various aspects of an ecosystem and many of these are inter-related. Only three such examples will be mentioned here as the subject matter is sufficient to fill books. More details will be given in the oral presentation of this written version.

Products derived from satellite observations are the primary tools for studying ecosystem processes. These products are generally the result of combining individual bands of calibrated satellite data through simple mathematical manipulation. Table 1 lists several of these products along with an example of the equation one uses to arrive at the product. The examples given here are not necessarily the definitive definition as there are generally several ways to arrive at the same parameter depending on the ultimate use of the parameter and the degree of sophistication used in arriving at the value. For example, the NDVI is but one of several "vegetation indices" (Verstraete and Flasse 1996); other indices attempt to account for soil in the field of view for sparse canopies, atmospheric attenuation of the original signal received by the sensor on the satellite, etc. LST is generally considered to be the "skin temperature" as seen by the satellite sensor and, in accounting for atmospheric effects and differences in surface emissivity, one can arrive at any one of several techniques (Vogt, 1996). More sophisticated processing of the satellite data can lead to still another long list of products available for inputs to ecosystem studies. Combinations of these products with each other or with other parameters can yield still more information. Use is also made of these parameters for input to models such as surface hydrology models and meteorological forecast models.

For example, "heating rates" determined from either POES or GOES satellites, when combined with other information such as soil type can be used to estimate "soil moisture" (Cracknell, 1997). Another method used to estimate soil moisture is through a comparison of NDVI and LST as interpreted with a Soil-Vegetation-Atmosphere-Transfer (SVAT) scheme (Carlson et al., 1995). For that technique, NDVI is plotted against LST with NDVI on the abscissa and LST on the ordinate -- where the point falls is determined by the amount of soil moisture and the land classification type. This latter technique is normally accomplished using POES satellite data.

Table 1. Derived Products for Use in Ecosystem Studies

Product	Description	Comments
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$\text{NDVI} = \frac{\text{Band}2 - \text{Band}1}{\text{Band}2 + \text{Band}1}$	Units for the "Bands" are reflectance
Land Surface Temperature (LST)	$\text{LST} = A + BT_4 + CT_5$	Units for Bands 4 and 5 are K for LST in K
Surface Reflectance	$r = 0.484 r_{\text{Band}1} + 0.516 r_{\text{Band}2}$	Units are reflectance

The NDVI can be used to determine land cover type as well as the amount of biomass present. The time series of NDVI is related to the phenological development of the particular plant type and the value of the index determines the amount of biomass.

Summary

There has not been sufficient space to give detailed examples of ecosystem monitoring. Instead, brief descriptions of the various satellite systems and sources of additional information are given. Several parameters useful for use in ecosystem studies were discussed. The oral presentation will present details of natural hazard applications, water resource management, and wildfire forecasting, detection, monitoring and mapping.

References

- Carlson, T. N., R. R. Gillies, and T. J. Schmugge, 1995: "An Interpretation of NDVI and Radiant Surface Temperature as Measures of Surface Soil Water Content and Fractional Vegetation Cover", *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 77, 191-205.
- Cracknell, A. P., 1997: *The Advanced Very High Resolution Radiometer*, Taylor and Francis, London, 534pp.
- Kidwell, K. B., 1991: "NOAA Polar Orbiter Data User's Guide", U.S. Department of Commerce, NOAA/NESDIS, Washington, D.C., 302 pp. and on-line at: <http://www2.ncdc.noaa.gov/>
- Landesa, E. and A. Rango, 1998. "Snow Cover Remote Sensing and Snowmelt Runoff Forecasting in the Spanish Pyrenees Using the SRM Model", in *Applications of Remote Sensing in Hydrology. Proceedings of the 4th International Workshop*. Santa Fe, New Mexico, 1998, 97-104.
- Papadakis, I., and G. A. Schultz, 2000: "Computation of Hydrological Data for Design of Water Projects in Ungauged River Basins", in G. A. Schultz and E. T. Engman (eds.), *Remote Sensing in Hydrology and Water Management*, Springer, Berlin, 401-418.
- Verstraete, M. M., and S. Flasse, 1996: "Recent Advances in Algorithm Development to Extract Information from AVHRR Data", in D'Souza, et al. (eds.), *Advances in the Use of NOAA AVHRR Data for Land Applications*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 211-229.

Vogt, J. V., 1996: "Land Surface Temperature Retrieval from NOAA AVHRR Data", in D'Souza, et al. (eds.), *Advances in the Use of NOAA AVHRR Data for Land Applications*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 125-151.

TLCAN: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

M.C. Victor Celaya del Toro

Director General de estudios económicos de la SAGARPA

Cerca de celebrar una década de la firma del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLCAN), México insertado en el mercado global más grande del mundo y sus resultados, aunque en términos generales resultan atrayentes, continúan generando controversias. Ciertamente, se rompió el eje monoexportador de México con el petróleo pero coexisten empresas manufactureras altamente dinámicas en su comercio -baste señalar la industria automotriz-, con un gran número de productos que no tienen salida al exterior, precisamente por la apertura comercial y que se atan a un mínimo beneficio del libre comercio, entre las que destacan la agropecuaria, del juguete, la industria del papel, la industria del hule, entre otras. La apertura comercial trajo consigo beneficios a ciertas industrias pero no a todo el sector industrial del país, que enfrenta una férrea competencia.

El dinamismo que propició para el comercio el TLCAN -de 1993 a 1995 se instalaron 1500 plantas maquiladoras-, repercutió en que sólo 41 productos manufacturados aglutinen el 57 por ciento de las exportaciones totales, mismos que concentran el 79 por ciento de las importaciones totales.

En las cifras globales del comercio de México con sus vecinos de Norteamérica creció 118 por ciento, con Estados Unidos en particular creció, de 1993 a 1998, 120% y con Canadá en 65%. Sin embargo el panorama se muestra en otra dimensión si observamos que existen una diferencia abismal en el monto del comercio con cada país, mientras que con Estados Unidos el comercio total rondará los 200 mil millones de dólares en 1998, con Canadá es sólo de cinco mil millones de dólares aproximadamente.

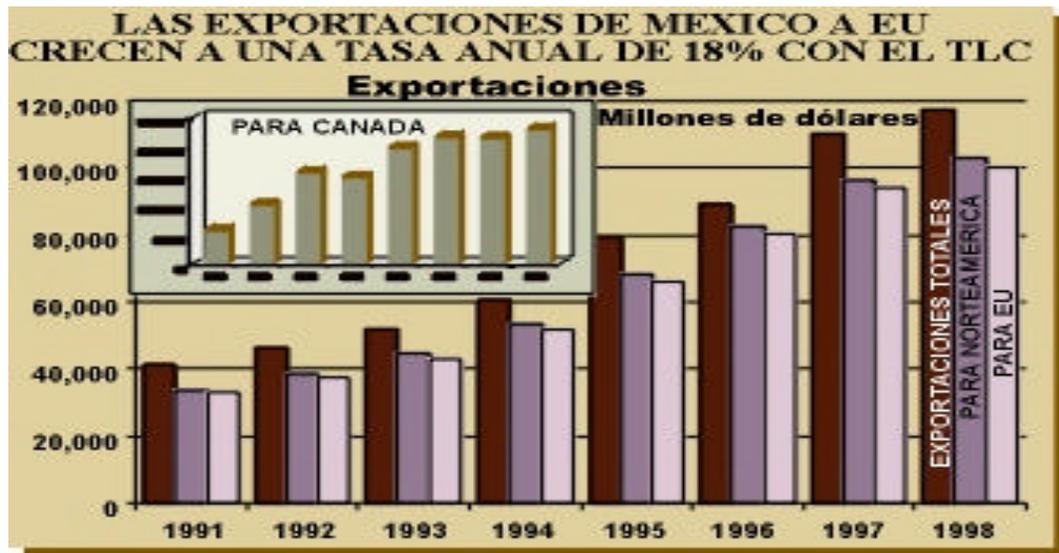
Sin duda, buena parte de estos resultados se debió a la inversión extranjera directa que se vino a instalar a México con el TLCAN y que ha convertido a la frontera norte en una franja maquiladora de grandes proporciones que se va extendiendo hacia otras entidades del centro del país, como Jalisco, Aguascalientes, Puebla y en el sureste, Yucatán.

De 1993 a agosto del año pasado la inversión extranjera de origen estadounidense sumó 21 mil millones de dólares, de los cuales la mitad se destinó al sector manufacturero, 23% a servicios, 16% al comercio y 6% al transporte y comunicaciones, de acuerdo con información de la SECOFI; la misma entidad vislumbra que México está en vísperas de convertirse en el principal socio comercial de Estados Unidos en los próximos diez años.

En 1998 México desplazó en ventas al mercado de mayor consumo del mundo a Japón, China, Singapur, Alemania, Reino Unido, Corea del Sur, Hong Kong y las naciones de América Latina en su conjunto, sólo supera a México, Canadá.

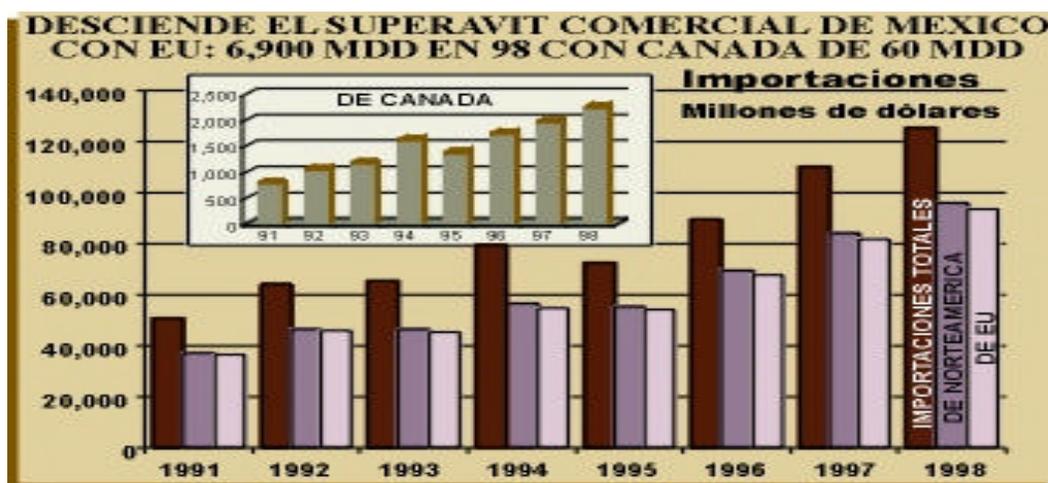
La eliminación de barreras comerciales y la apertura gradual de algunos sectores económicos ha dado buenos resultados, sin embargo, el mismo proceso no ha sido del todo homogéneo más si se vislumbran otro tipo de factores como el empleo, educación y mejora de salarios, incluso existen versiones contrarias en lo que a materia de empleo ha dado el TLCAN para el propio Estados Unidos. Existen versiones de que se ha mermado la oferta

laboral para trasladarse a plantas en México, así como que ha generado nuevos empleos para afianzar exportaciones a México.



En el caso de México, la industria maquiladora ya tiene empleados a poco más de un millón de personas. Sin embargo, la mejora de salarios, entre otros, no ha tenido el desarrollo que se esperaba. Un factor que continúa siendo atrayente en la industria maquiladora que se instala en México es el bajo costo del empleo, que aún calificado no se equipara con otros países semejantes. Con un pago que es próximo a dos dólares por hora es favorecido con salarios que se pagan en Taiwán, por ejemplo, y también por el menor costo que tiene en China, por la distancia.

El TLCAN pone de manifiesto una de las disparidades de México un sector industrial con trabajos sofisticados con la deficiencia de generar empleos, un millón por lo menos por año, a la fuerza laboral que se integra con una educación deficiente.



El TLCAN ha sido un catalizador para México para integrarse al mundo global y va avanzado en ese sentido, baste imaginar las graves repercusiones que hubieran ocurrida el año pasado con la caída de los precios del petróleo si no contará con un sector manufacturero fuerte de exportaciones, para solventar otro ingreso de divisas, aunque no necesariamente se quedan todas en el país. Baste recordar que en 1995 México sufrió la más grave crisis de su historia. El Tratado le da a México permanencia en el comercio del orbe, con Estados Unidos básicamente. Al mismo tiempo da evidencias de que existen dos Méxicos, uno con los beneficios del TLCAN y otro supeditado a un comercio que depende todavía de las exportaciones del petróleo como se vió el año pasado con los recortes del gasto público por la merma en los precios de éste.

¿QUE EXPORTA MÉXICO?

En 1998 México hizo exportaciones por un total de 117,500.3 millones de dólares e importaciones totales por 125,242.5 millones de dólares, ambas cifras crecieron, respecto de 1993 en 126 y 91.6 por ciento, respectivamente. El comercio con sus socios del TLC conjunta el 82 por ciento del comercio total (exportaciones más importaciones). Cuando México se enfrentó a la apertura comercial en 1994 también se hizo receptor de inversión extranjera y de un proceso importador para crear y financiar exportaciones lo que le permitió generar un superávit comercial (en 1994 tuvo déficit con Estados Unidos y Canadá por 3,200 millones de dólares), que para 1995 y 1996 fue de 13 y 13.4 mil millones de dólares y para 1997 de 12.4 mil millones de dólares.

Para el año pasado, sin embargo con un entorno internacional volátil que hizo disminuir el ritmo de crecimiento de México, el superávit con sus socios del TLCAN será muy inferior al que tuvo un año antes, por aproximadamente 6.9 mil millones de dólares, lo que ya distingue que pese a estar las exportaciones fuertemente atadas a las importaciones ahora no dieron un margen de diferencia tan amplio como los años previos.

Los cambios en el comercio de México en el plano internacional no involucran solamente el avance que se ha logrado con la apertura comercial del TLCAN, sino una proceso que inició desde los 80.

De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), ya en 1993 México tenía un buena parte de la distribución de sus exportaciones en el sector manufacturero de los 51.8 mil millones que se exportaron en aquel año 82% correspondieron a la industria manufacturera. Para el año pasado el porcentaje se estima en 85 por ciento. Lo heterogéneo es que otras ramas prácticamente han mantenido semejante porcentaje de exportación o han disminuido, tal es el caso de las exportaciones por producto y actividad económica de origen de: agricultura y silvicultura; ganadería, apicultura, caza y pesca; y de la industria extractiva.

De las cuatro ramas que contempla el INEGI en exportación de mercancías por productos y actividad económica de origen, de las tres anteriores manufacturas solamente una tiene un saldo superavitario, la de industria extractiva, es decir donde está el petróleo, las otras tienen un saldo deficitario, de ahí que con toda diversidad de comercio que ha dado el TLCAN la única fuente que siga predominando como fuente de divisas continúe siendo el petróleo.

Para el año pasado se estima que la industria manufacturera -la principal en las exportaciones, por su monto- tenga un déficit comercial por aproximadamente de 10 mil

millones de dólares mientras que la industria extractiva tenga un superávit por 6 mil millones de dólares aproximadamente.

En otro caso, el del sector agrícola el TLCAN es un punto que todavía tiene más que controversia para los resultados con México, este sector se encuentra en la paradoja de no poder colocar productos en el mercado nacional o exportarlos. La importación indiscriminada de granos básicos y otros productos agrícolas, pone en riesgo no sólo el control del mercado sino la posibilidad de seguir dando empleo a las personas que se ocupan en éstos. Los productores de maíz, trigo, cebada, caña de azúcar, café, así como los ganaderos, se encuentran en la paradoja de mantener almacenadas sus cosechas, debido a la competencia en mucho desfavorable respecto de productores estadounidenses y canadienses.

En el sentido opuesto las ventas y compras al exterior se han dinamizado en ciertos productos particulares, que al mismo tiempo son receptores importantes de inversión extranjera y de importaciones.

De la clasificación que tiene el INEGI de la industria manufacturera que contempla a 13 actividades exportadoras de actividad económica de origen y que contiene cientos de productos, solamente 41 productos concentran el 57 por ciento de las exportaciones totales de México mismos que son los receptores de 79 por ciento de las importaciones. Si bien es cierto que existen casos particulares en cada rama que se han beneficiado del TLC, como dentro de alimentos bebidas y tabaco, la cerveza, por ejemplo, también es cierto que la apertura comercial no ha permeado a toda la industria. La rama que lidera las exportaciones es la de productos metálicos maquinaria y equipo.

En este rubro se encuentran a su vez tres genéricos importantes: para otros transportes y comunicaciones (básicamente productos ligados a la industria automotriz), maquinaria y equipos especiales para industria diversas y equipos y aparatos eléctricos y electrónicos, (el desglose de los productos de estas ramas se puede apreciar en el cuadro inferior del lado derecho de esta página). Estas tres ramas concentran casi el 70 por ciento de las exportaciones de la industria maquiladora que el año pasado se ubicó en aproximadamente 106 mil millones de dólares. Es obvio que buena parte de esta producción está destinada al mercado estadounidense.

Si se quiere ser exportador es casi seguro que una industria de proveeduría a productos de los tres genéricos anteriores le da el salto para vender en el exterior. Si la clave es la diversificación del comercio y en productos en la economía globalizada, se va avanzando, pero también la fuerte concentración que existe en los productos exportados condiciona no sólo la permanencia en los mercados sino también la especialización en la producción dejando, en cambio, otros productos con fuertes desventajas por su competencia externa.

Del rubro de productos que liderea las exportaciones también se desprenden otros elementos que son significativos, el genérico de maquinaria y equipos especiales para industrias diversas que básicamente es, en términos generales, fuente de infraestructura para producir, tiene a diferencia del rubro automotriz y de equipos y aparatos eléctricos y electrónicos un déficit en su balanza comercial. Esto quiere decir que el rubro de maquinaria todavía está en un proceso de formación, de importación de bienes de capital, y que éste es deficitario en su saldo comercial.

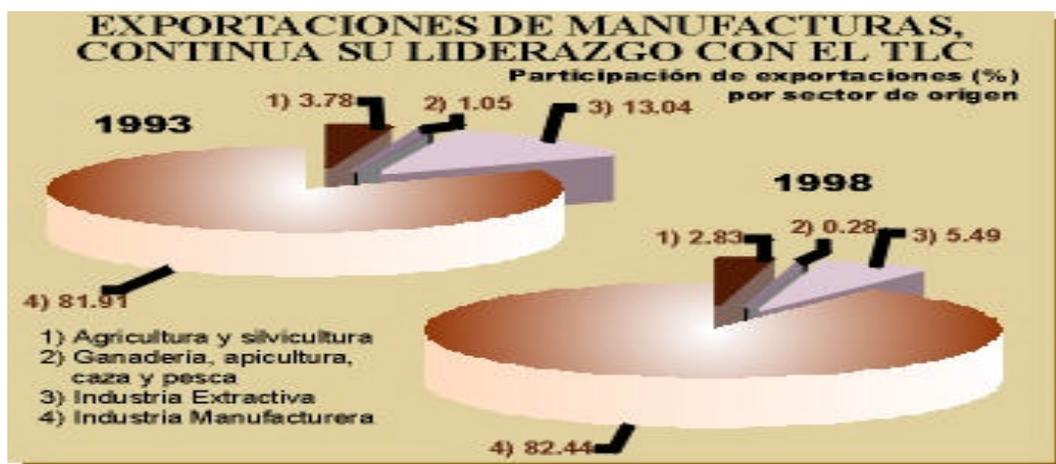
COMERCIO EXTERIOR Y TIPO DE CAMBIO

Pertenecer a un tratado de libre comercio tiene la ventaja de tener preferencias arancelarias o la eliminación de estas para un grupo de productos en un periodo determinado, México acordó plazos diferentes para liberalizar sus sectores y se está avanzando en este sentido. En este escenario se supone que el tipo de cambio deja de ser un instrumento promotor de exportaciones y se da lugar a otro tipo de factores desde los mismos acordados en el tratado como las reglas de origen de los productos hasta la calidad y productividad que se tenga en la competencia con respecto de los socios. Sin embargo, en México las exportaciones de manufacturas al igual de manifestar una fuerte dependencia de las importaciones también distinguen que continúan manteniendo una fuerte correlación con los movimientos del tipo de cambio real, basado en el poder adquisitivo que gana o pierde el peso con respecto de la inflación local y la de Estados Unidos.

Un índice de correlación muestra el nivel de asociación que pueden tener dos o más variables aunque no necesariamente se traduce en causa o efecto de del comportamiento que registre otra.

En un análisis estadístico realizado con información de 1995-1998, se distingue que todos los grandes rubros genéricos que distingue el INEGI para los productos exportados en manufacturas tienen una elevada correlación con el tipo de cambio real.

La excepción, donde no existe evidencia de que haya una relación del tipo de cambio real con exportaciones sólo se da en el caso de los productos derivados del petróleo y petroquímica. En todos los demás rubros si se distingue que las exportaciones continúan manteniendo una fuerte asociación, que en este caso si se puede expresar como efecto de los movimientos del tipo de cambio. Incluso el ejercicio se planteo para dos periodos diferentes, uno, de enero de 1991 a noviembre de 1998 y el segundo de enero de 1994 a 1998 y prácticamente se obtuvo el mismo nivel de asociación entre ambas variables (mientras el resultado del índice más se aproxime a la unidad, mayor es la asociación que existe entre las variables).



Un motor de las exportaciones es en efecto el TLCAN, pero no se puede omitir que también un elemento que favorece las exportaciones continúa siendo la devaluación que tiene el peso con respecto del dólar, pues abarata productos mexicanos.

Sin embargo, el sólo hecho de devaluación del peso tampoco ahora se convierte en sinónimo de mayores exportaciones la elasticidad en el tipo de cambio real como variable

explicativa de las exportaciones no es igual para el grueso de los genéricos en que se clasifica los productos exportados y menos aún por producto en particular.

RECUPERACION DEL ECOSISTEMA RIO NAZAS

Celso Manuel Valencia Castro

División de Estudios de Posgrado. Facultad de Agricultura y Zootecnia
Universidad Juárez del Estado de Durango. valenc@prodigy.net.mx

INTRODUCCIÓN

En el ámbito nacional, de hecho a nivel mundial, dos grandes enfermedades deterioran y reducen la condición o estado de salud de los ecosistemas: la deforestación y la destrucción de hábitat. En relación a estos problemas los resultados del estudio realizado por Aguilar *et al.*, (2000) presentan un panorama francamente alarmante. Comentan que en un periodo de 20 años la mayoría de los tipos de vegetación de México redujeron su superficie a tasas anuales que variaron entre 3.6% y .04%, desde luego debido a la deforestación. Y el punto aquí, aun más alarmante, es que la vegetación de galería, como los bosques de álamos y sauces en el Nazas, registra la tasa de deforestación más alta.

El Río Nazas sin duda se encuentra inmerso en esta problemática, y precisamente por esto en esta ponencia se asume un río “enfermo” que presenta signos notables de deterioro y que por ende demanda un diagnóstico que conlleve a un tratamiento adecuado de recuperación. Sobre este último punto versa fundamentalmente esta exposición, no obstante, se describirán en forma sucinta los signos más obvios de degradación física y biológica que actualmente ocurren en el Río Nazas. Aspecto sin duda central, puesto que finalmente esto ha sido lo que ha llamado la atención de algunos y /o ha provocado un problema de culpa en otros. El hecho es que debido a la obviedad de estos signos se ha ganado un poco de conciencia aunque no necesariamente en la proporción de lo que se ha perdido de río. La toma de conciencia por parte de ciudadanos comunes y corrientes ha concretizado en la organización de asociaciones civiles, cuya misión de una u otra manera está comprometida con el rescate, restauración y conservación de la bella línea verde del Nazas, esto es con la “recuperación” del Río Nazas.

En este contexto el objetivo que se pretende con esta ponencia es coadyuvar al cumplimiento de la misión antes mencionada estableciendo bases conceptuales sobre la importante tarea de recuperar el ecosistema Río Nazas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto de la cuenca hidrológica, se enfrentan problemas diversos y de magnitud diferente. En la vertiente del Nazas, en la parte alta, el problema de la deforestación es sin duda el más grave, no sólo por la pérdida de biodiversidad y erosión de suelo que implica, sino por su impacto en la parte baja de la cuenca en donde se aprovechan los escurrimientos superficiales y los acuíferos subterráneos que también dependen en gran medida del nivel de funcionamiento de la cuenca. Este es un problema que está abordando actualmente el gobierno de Durango. En la parte media y baja de la cuenca los impactos de la utilización y /o modificación se expresa como a continuación se describe.

ACTIVIDADES ECONOMICAS Y DETERIORO DEL RÍO NAZAS

La actividad productiva que por décadas ha presionado al Río Nazas es la agropecuaria. La Comarca Lagunera igual que el resto del mundo, no consideró en sus planes de aprovechamiento agrícola y pecuario las modificaciones ambientales que se causarían. De hecho, esto fue la regla y no la excepción en cualquier tipo de proyecto de desarrollo que se realizó en la región.

Las grandes obras hidráulicas como la construcción de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, así como la red de canales revestidos a partir de la compuerta de San Fernando en la ciudad de Lerdo Durango, constituyen sin duda uno de los más altos grados de intervención humana en la naturaleza del río. El daño ecológico fue en la misma magnitud ya que se convirtió en un desierto a aproximadamente la mitad de la longitud del cauce del Río Nazas (conocido precisamente como el “lecho seco”) así como la ciénaga de gran diversidad biológica que existía en La Laguna de Mayrán. Todo se acabó y es prácticamente irreversible el daño.

Un grado de perturbación diferente se aprecia en la otra mitad del río, el cual varía de acuerdo a la actividad que se trate, sea ésta agricultura, ganadería, pesca, caza furtiva, extracción de tejidos, industrial o turística. El impacto de estas también varía, y a diferencia del impacto abrupto del revestimiento de canales, en estos casos es gradual ya que permite que el río se “defienda” mediante sus mecanismos ecológicos recuperándose momentáneamente de los efectos provocados por los disturbios. No obstante, la intervención cada día es mayor y la capacidad del río para regresar a un estado de “equilibrio” también cada día se debilita más, poniendo en grave riesgo su existencia. **La comprensión cabal de estos problemas es fundamental para los que toman decisiones en relación con la recuperación de los parajes de nuestro Río Nazas.**

Las actividades agrosilvopastoriles que se realizan en las riberas y planicies de inundación afectan severamente a una de las características más bellas y de gran amenidad: el bosque de galería constituido por especies vegetales de rápido crecimiento como los sauces, los álamos y los sabinos. Es importante entender, que la presencia exitosa de estas especies **está determinada en forma natural** por un nivel freático elevado, el régimen de caudal temporal y los procesos erosivos de sedimentación. Cuando se cuenta con vegetación sana y sus residuos, las áreas ribereñas **funcionan** adecuadamente logrando: disipar las corrientes asociadas a caudales elevados, la filtración de sedimentos, mayor retención de agua, formación de sistemas de raíces, crear diversas formaciones naturales y de hábitat, y desde luego sustentar una mayor biodiversidad. Por el contrario, cuando la deforestación ocurre en algún tramo del corredor ripario se interrumpe una de las características que presenta esta vegetación en condiciones naturales, actuar como corredor lineal de biodiversidad por donde se desplazan las especies. Se reduce su función como área de transición entre las laderas del matorral desértico y el medio acuático. Se reduce la retención de la escorrentía, la cual es responsable de la gran biodiversidad y productividad de estos ecosistemas. Deja de funcionar un filtro natural de contaminación, esto es, disminuye su capacidad de asimilar una proporción importante de nutrientes procedentes del lavado de zonas agrícolas y mineras. Y finalmente, un aspecto de gran importancia ecológica es la reducción del sombreado del canal responsable del control del grado de insolación y gradiente de temperatura del agua, aspectos clave para la sobrevivencia de los peces nativos e introducidos (Valencia, 2000).

Otros impactos que se pueden afirmar que existen aunque se desconoce en que magnitud, están relacionados con la contaminación del agua. Las principales actividades

relacionadas con este problema son las industriales, las agropecuarias y las recreativas. La introducción de venenos a los sistemas acuáticos constituye un tipo de contaminación. Los plaguicidas y otros desperdicios industriales pueden clasificarse dentro de esta categoría. La descarga de desperdicios sólidos en el agua, en cantidad que exceda la entrada natural de los materiales sólidos es otra forma de contaminación que se conoce como sedimentación cultural. El caso más común por todos conocido es el de la basura, la cual puede llegar a ser de varias toneladas en un mismo día y en un mismo sitio. En ocasiones esta basura está formada por sustancias orgánicas ricas en nitrógeno y fósforo, la cual junto con las descargas de estos nutrientes provenientes de los cultivos cercanos al cauce del río, provocan un problema que se caracteriza por un proceso de envejecimiento natural acelerado. Lo que se quiere decir es que en las lagunas que se forman después de que se cierran las compuertas de las presas, sobre todo en el tramo del río que cruza la subcuenca Los Ángeles, puede observarse gran cantidad de lama, la cual ha crecido rápidamente gracias a la disponibilidad de los nutrientes mencionados (Valencia, 2000).

El aspecto de mayor relevancia en una planta de energía como las termoeléctricas es la generación de calor, cuando se presenta un aumento anormal de calor se trata entonces de una contaminación térmica. En este sentido, como un dato aislado se puede mencionar que una planta de energía regresa al medio natural agua 4-9 °C más caliente. Si hipotéticamente, esta agua se depositara en cualquier río provocaría serios problemas a los peces, ya que estos son en general muy poco tolerantes a las variaciones térmicas (Valencia, 2000).

Un último punto que merece mención aparte es el fenómeno de la sequía, el cual como se sabe tiene ya 10 años en la Comarca. La disminución del régimen de caudal que año con año desde 1992 ocurre en el corredor ripario ha incrementado los impactos de las actividades antes descritas.

RESTAURAR, MEJORAR O REHABILITAR

Estos son los conceptos clave que tienen que ver con la recuperación del Nazas. **La restauración** se define como el restablecimiento de la estructura y función de ecosistemas (National Research Council, 1992). La restauración ecológica es el proceso mediante el cual se intenta retornar a un ecosistema al estado lo más cercano posible que tenía antes de las perturbaciones. Esto obviamente asume que un ecosistema no puede recrearse exactamente. **La rehabilitación** involucra también la recuperación de las funciones y procesos del ecosistema, pero no necesariamente implica el restablecimiento de la condición previa a la perturbación (National Research Council, 1992). **‘El mejoramiento’** se define como una serie de actividades que pretenden cambiar la capacidad biofísica de un ecosistema. Implica el proceso de adaptar los recursos naturales a un propósito utilitario humano, como por ejemplo, la conversión de un ecosistema ripario a usos agrícolas, industriales o urbanos (National Research Council, 1992).

Quienes conocen el Río Nazas y sus planicies podrán fácilmente concluir que es el enfoque del **mejoramiento** el que ha prevalecido, con las consecuencias antes descritas. Cambiar este enfoque por otro no parece ser la alternativa más factible, ya que las implicaciones son simple y llanamente inaceptables desde un punto de vista socioeconómico. Y esta es precisamente la encrucijada que aun en la actualidad se debate pero que encontró una salida en el concepto de sustentabilidad. Esto es, que el aprovechamiento de los recursos naturales sea ecológicamente apropiado, pero también

socialmente responsable y económicamente viable. La introducción de este nuevo planteamiento ha “suavizado” el concepto de restauración, particularmente para aquellos lugares donde existe algún tipo de aprovechamiento económico: permitir la utilización económica de los recursos mientras se mantenga la estructura ecosistémica, la composición de especies, el hábitat para fauna silvestre, biodiversidad, valores escénicos y recreativos y protección de la cuenca hidrológica (Pilarski, 1994).

ETAPAS BÁSICAS DE RESTAURACIÓN RIPARIA

La aplicación de técnicas de restauración en forma aislada generalmente termina en fracaso. Por esto es necesario la elaboración de un plan que contemple la formación de grupos o equipos que dirigirán e implementarán el mismo, que identifique problemas y oportunidades, que desarrolle metas y objetivos, que seleccione y diseñe alternativas de restauración, e implemente monitoreos y evaluación (Schueler, 1987). No existe un plan de este tipo para recuperar el Río Nazas, su elaboración dependerá en una primera aproximación de la información científica disponible, particularmente sobre el conocimiento de la condición de los diferentes sitios del Río.

UN ESTUDIO DE CASO: A NIVEL DE HIPOTESIS

Para ejemplificar la implementación de algunas de las etapas que más comúnmente se aplican en la restauración de ríos, se tomará como estudio de caso el bosque de galería de álamos y sauces. Este bosque se encuentra muy afectado por actividades silvoagropecuarias, recreativas e industriales. Ha sido deforestado y fragmentado, lo cual ha generado inestabilidad en el cauce, y para completar el escenario el vigor de los árboles que aun sobreviven está muy disminuido por la sequía y una infestación de muérdago. No existe una estructura de edades en el arbolado que posibilite el reemplazo y repoblación natural. Qué hacer en una situación como esta.

El objetivo primario que debe plantearse es la recuperación del ciclo de renovación del bosque, y evitar que el cauce siga erosionándose. Asumiendo que no habrá problemas de disponibilidad de agua, el primer paso para lograr el objetivo consistirá en el establecimiento o delimitación del **espacio ripario** a lo largo del cauce, como banda protectora en cada margen, donde se suspendan todas las actividades ajenas a la dinámica del río. Esto excluirá a los agentes que ocasionaron la perturbación.

Enseguida se iniciaría con la **reconstrucción de la morfología del canal**. Un aspecto clave en este sentido, es la disminución de las pendientes laterales del canal hasta aproximadamente un 25% o menos. Esta disminución, es para la estabilidad del canal y para favorecer el crecimiento de la vegetación a partir de sustratos más estables. Esto también favorece la conexión del canal con su planicie de inundación. Cuando se ha terminado con la restauración de la morfología del canal puede entonces iniciarse con la **revegetación de las riberas**, dentro del espacio definido inicialmente. Hacerlo de este modo, asegurará que en el sitio donde se realiza la plantación de especies nativas obviamente, exista una conexión hidrológica con el canal. En esta etapa se recomienda “imitar a la naturaleza” mediante la observación de aquellos sitios mejor conservados.

LITERATURA CITADA

Aguilar Claudia, E. Martínez y L. Arriaga. 2000. Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? Biodiversitas, año 5 número 30. CONABIO.

National Research Council. 1992. Restoration of aquatic ecosystems: science, technology and public policy. National Academy Press, Washington, D. C.

Pilarski, Michael. 1994. Restoration Forestry: An international guide to sustainable forestry practices. Durango, Colorado. Kivaki press.

Schueler, T. R. 1987. Controlling urban runoff: a practical manual for planning and designing urban BMPs. Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, D. C.

Valencia-Castro, C. M. 2000. Actividades económicas y deterioro ecológico en el Río Nazas. Gaceta de Biondesert, A. C. Año 1, Número 5. Gómez Palacio, Dgo. México.

PRODUCTIVIDAD DEL AGUA Y CALIDAD DE FORRAJE EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE RIEGO A NIVEL COMERCIAL

Martín Delgado Ramírez

P.P. Santa Mónica y Alumno de Posgrado FAZ-UJED

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera esta considerada como una de las principales cuencas lecheras del país. Cuenta con aproximadamente 393 mil cabezas de ganado bovino lechero, de las cuales 196 mil están en producción con 1'625,000 L diarios de leche (El Siglo de Torreón, 2001). La actividad agropecuaria se sustenta tanto en el agua de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco con las cuales se irrigan 90,000 has. en ciclos normales, como en el agua subterránea que irriga 70,000 has. Del total del área de las cuales solamente 28,000 están tecnificadas (Delgado, 1999). Por constituir una fuente segura la mayoría de los cultivos forrajeros son manejadas con agua de bombeo, lo cual ha provocado una sobre explotación en seis de los diez acuíferos regionales. Esto es el resultado de un desbalance en la relación extracción-recarga, la cual es anualmente de 1363 Mm³ y 850 Mm³ respectivamente. Lo anterior ha generado abatimientos del acuífero subterráneo que fluctúan de 0.22 a 2.11 m anualmente. La alfalfa (*Medicago sativa*) es un cultivo estratégico en el país para la producción de leche y carne. Por décadas se ha constituido en el cultivo forrajero más importante del país, ocupando actualmente una superficie de más de 250,000 hectáreas bajo riego. En la Comarca Lagunera en el año 2000 la superficie total sembrada fue de 128,952 has. de las cuales el cultivo de la alfalfa representó el 28.56% del total con 36,830 has, en donde la pequeña propiedad tiene establecidas el 54.65% y el sector social el 45.35%. La producción promedio en la región es de 18.81 ton ha⁻¹ con el 25% de materia seca (M.S.).

Las condiciones climatológicas en el Norte-Centro de México hacen que para la obtención de buenos rendimientos en la agricultura se tenga que aplicar el riego con el fin de satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos. Para esto se hace uso del agua almacenada en las presas y de la que se localiza en el acuífero subterráneo. La situación de los acuíferos subterráneos en el país es desalentadora. Hasta 1990 existían en el país 26 acuíferos sobreexplotados (Figueroa y S. Berumen). Asimismo, en la Comarca Lagunera aproximadamente el 85% del agua extraída del acuífero subterráneo se destina a la agricultura. Sin embargo el nivel de la eficiencia de riego a nivel predio, término que se utiliza para expresar las pérdidas de agua durante la aplicación del riego, varía de 50 a 85%, lo cual significa que el desperdicio de este vital líquido varía del 15 al 50% durante la práctica de dicha actividad.

Existen varias alternativas para mejorar la eficiencia en el manejo del agua de riego, entre las que se encuentra el método de riego y el entubamiento de la conducción. El uso de multicompuertas, así como los riegos presurizados por aspersión y goteo, han demostrado que bien diseñados y manejados pueden elevar la eficiencia de riego en comparación con el método tradicional superficial.

Por lo anteriormente expuesto el objetivo de este documento es el de dar a conocer los resultados en cuanto a productividad del agua y eficiencia de riego en los sistemas de riego utilizados en cultivos forrajeros en la P.P. "Santa Mónica".

BETA SANTA MÓNICA S.P.R. DE R.L.

Es una empresa agropecuaria que se localiza en el Municipio de San Pedro, Coah., geográficamente se encuentra a los 25° de latitud Norte y a los 102°47' de longitud oeste Cuenta con una superficie propia de 930 ha conformada por cinco Pequeñas Propiedades (Cuadro 1) y un hato lechero de 15,000 cabezas de ganado bovino (Cuadro 2).

En el ámbito de esta empresa se ha adquirido el compromiso de impulsar la utilización de sistemas altamente eficientes en irrigación (Cuadro 3). La actividad agrícola es intensiva y en cultivos anuales se obtienen tres cosechas. Los cultivos que manejamos son forrajeros; Alfalfa (*Medicago sativa*), Maíz (*Zea mays*), y Cereales de invierno [Triticale (*Triticum secale*) y Avena (*Avena sativa*)] (Cuadro 4) los requerimientos hídricos de los cultivos (uso consuntivo), se determinan con la fórmula de Blaney y Criddle.

En el caso del riego por goteo el intervalo de aplicación es de 2 días; en riego por aspersión es de 4 días, mientras que en el riego superficial es de 20 días.

RESULTADOS

La evaluación de los sistemas de riego se realizó en los diferentes cultivos que normalmente se establecen en la P. P. Santa Mónica. Estos resultados son por ciclo en el caso de maíz, y cultivos de invierno y para la alfalfa son anuales.

Cuadro 1. Superficie de la Empresa Beta Santa Mónica S.P.R. de R.L.

Pequeña Propiedad	Hectáreas
Santa Mónica	250
San Ignacio	150
El Barro	140
Cuba	150
Santo Tomás	240

Cuadro 2. Hato lechero por establo y su actividad en la Empresa Beta Santa Mónica.

Establo	No. de vacas	Actividad
Santa Mónica	4,000	Producción
San Gabriel	4,000	Producción
San Ignacio	7,000	Crianza

Cuadro 3. Sistemas de riego en superficie y porcentaje en la Empresa Beta Santa Mónica.

Sistema	Has.	%
Pivote central	230	24.73
Multicompuertas	550	59.13
Cintilla	4	00.43
Gravedad	146	15.69

Cuadro 4. Resultados anuales de producción en los 4 cultivos establecidos promedio de M.S.

Cultivo	Superficie Has.	Producción ton ha ⁻¹	Producción ton año ⁻¹
Alfalfa	264	20.0	5,280
Maíz	666	28.0	18,648
Triticale	350	7.2	2,520
Avena	150	6.0	900

Cuadro 5. Producción de materia seca en alfalfa evaluada con 4 sistemas de riego en la P.P.

Santa Mónica promedio de los últimos cinco años.

Sistema	Producción Ton ha ⁻¹	Lamina Mts.	E.U.A.* Kg MS m ⁻³ aplicado
Pivote central	24.98	1.62	1.54
Multicompuertas	20.03	2.30	0.86
Cintilla	23.92	1.45	1.65
Gravedad	18.00	2.77	0.64

*E.U.A. = Eficiencia en el Uso de Agua

Cuadro 6. Eficiencia en el manejo del agua de riego obtenidas en los sistemas de riego Establecidos en la P.P. Santa Mónica promedio de 1998 a 2000.

Concepto	Pivote	Multi*	Cintilla	Gravedad
Eficiencia de Conducción	100	100	100	70
Eficiencia de Distribución	90	85	98	80
Uniformidad de Aplicación	88	80	95	75
Eficiencia Total	92.6	88.3	97.6	75.0

*Multi = Multicompuertas

De los cultivos forrajeros que se establecen en la empresa el mas productivo es el maíz superando a la alfalfa con 8 ton ha⁻¹ de materia seca al año. Si este cultivo se irriga con un sistema de riego altamente eficiente como el pivote central que tiene una eficiencia total del 92.6%, se logró obtener una alta eficiencia en el uso del agua, que también supero a la alfalfa en un 75%.

En la dieta diaria para la alimentación del ganado lechero nuestros dos cultivos principales son alfalfa y maíz. La cantidad utilizada actualmente en el establo por vaca día de estos cultivos representa el 40% de la ración total. La calidad de dichos forrajes están influenciados por varios factores como variedades e híbridos, madurez fisiológica, temperatura.

Cuadro 7. Características químicas y digestibilidad *in vitro* de la alfalfa.

Características	Verde	Heno	Ensilado
Proteína cruda %	22.5	18.0	21.0
Fibra detergente neutro %	35.8	42.5	39.7
Fibra detergente ácido %	28.1	27.0	25.5
Digestibilidad <i>in vitro</i>	78.0	70.3	76.0

Cuadro 8. Características químicas y digestibilidad *in vitro* de maíz y avena ensilada.

Características	Maíz	Triticale	Avena
Proteína cruda %	9.0	20.0	18.0
Fibra detergente neutro %	33.4	44.0	40.7
Fibra detergente ácido %	25.7	32.0	35.5
Digestibilidad <i>in vitro</i>	68.0	67.3	66.0

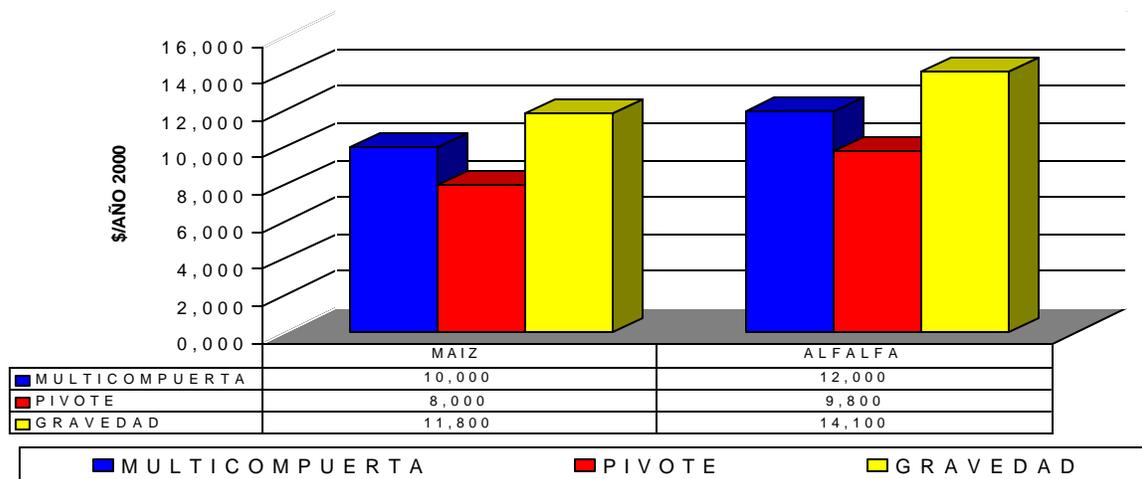


Figura 1. Costos de mano de obra mas operación en alfalfa y maíz por sistema de riego En la P.P. Santa Mónica

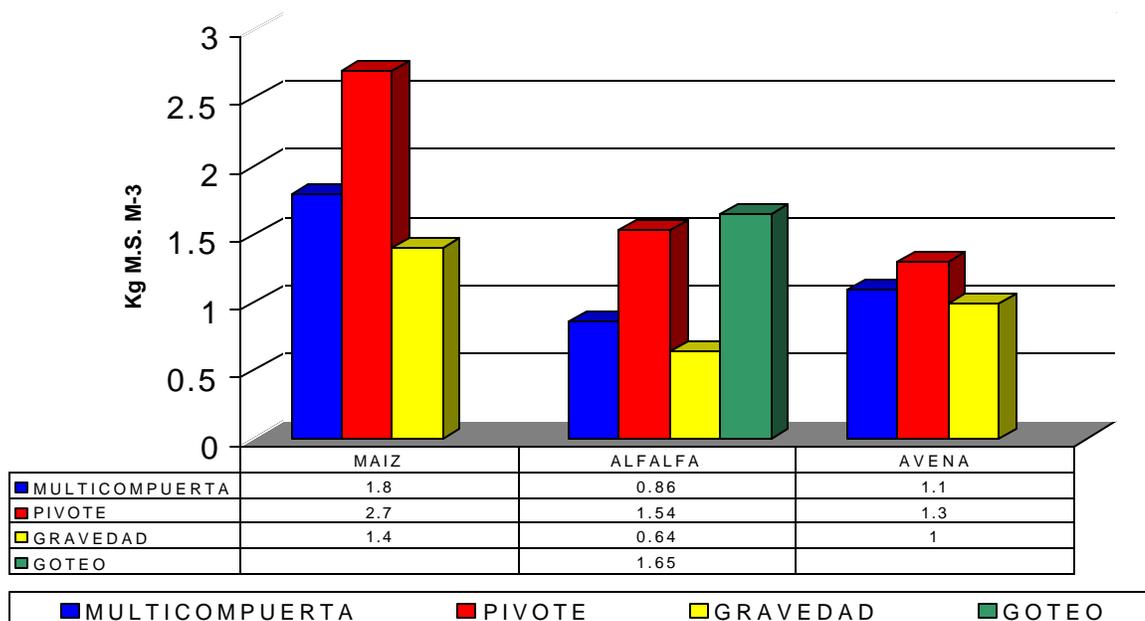


Figura 2. Eficiencia en el uso del agua por cultivo y sistema de riego

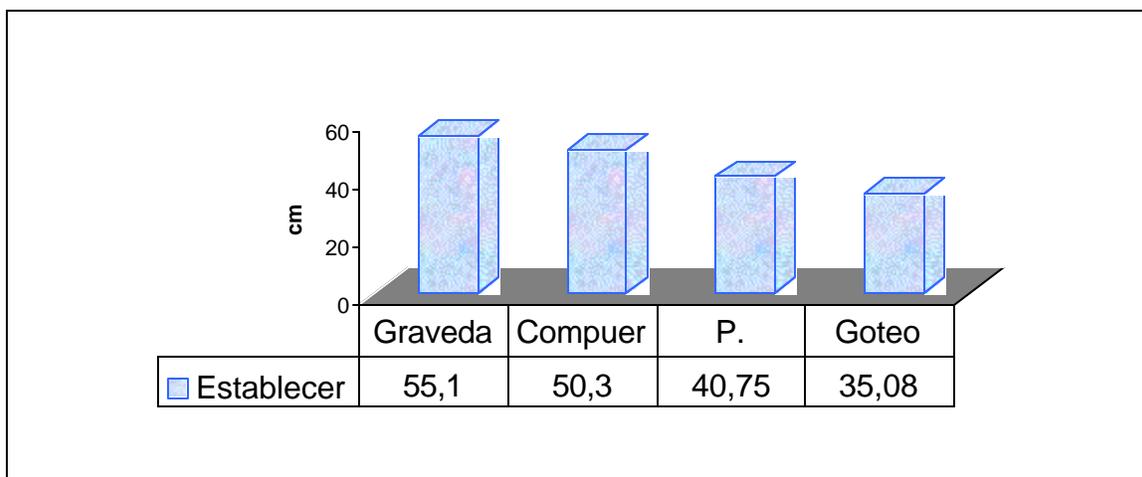


Figura 3. Lámina de riego en el establecimiento de la alfalfa en P.P. Santa Mónica

CONCLUSIONES

En la actualidad hablar de agua, es hablar de un recurso limitado a nivel mundial. Los cambios climáticos ocurridos en los últimos años son el reflejo del daño que le hemos causado al Ecosistema, es necesario modificar actitudes y compromisos al desarrollar nuestras actividades productivas.

En la empresa Beta Santa Mónica S.P.R. de R.L. se ha incrementado la productividad del agua en los cultivos forrajeros que ahí se producen, destacando el caso de la alfalfa con cintilla en donde se alcanzó un valor de 1.65 kg de materia seca por m³ de agua aplicado esto supera al promedio regional por 54% con agua rodada. En cuanto al ahorro de agua, el riego por goteo con cintilla a superado a los métodos por aspersión y gravedad por 10.5 y 47% respectivamente. El balance final indica que se ahorran 13,200 m³ ha⁻¹ año⁻¹, con lo cual, la mencionada empresa esta coadyuvando para llevar a cabo un manejo del recurso hidráulico con un enfoque de sustentabilidad.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y USO DE BIOSÓLIDOS EN LA AGRICULTURA

Emilio Olivares Saenz

Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L.

Historia sobre el tratamiento de aguas residuales.

Los residuos generados por las primeras poblaciones humanas eran fácilmente reciclados por la naturaleza sin riesgos importantes de contaminación, pero a medida que se fue incrementando la población, los residuos generados se convirtieron en un problema importante para la sociedad. En culturas milenarias como la China, los residuos orgánicos se utilizaron aplicándolos a suelos agrícolas, de esta forma se evitaba la contaminación y se mejoraba la fertilidad de los suelos.

Los problemas con el agua residual a gran escala surgen después de que son establecidos los sistemas de drenaje en Europa y Estados Unidos a mediados del siglo XIX. Estos desechos se arrojaban a los ríos sin ningún tratamiento, por lo que surgieron problemas de contaminación y eutroficación de los ríos por el exceso de materia orgánica en los residuos. Esta situación obligó a los países a dar tratamiento a las aguas residuales, lo que se llevaba a cabo en "granjas de tratamiento", las cuales evolucionaron hasta las plantas modernas de tratamiento; en 1875 había alrededor de 50 granjas de este tipo en Inglaterra.

Hasta 1940, los biosólidos generados en las granjas y plantas más evolucionadas de tratamiento de aguas residuales, se aplicaban a suelos agrícolas, sin embargo, su uso disminuyó debido a la aparición de los fertilizantes químicos, los cuales eran de bajo costo y fácil aplicación. En las últimas décadas, la aplicación de biosólidos a terrenos agrícolas se ha incrementado considerablemente. Se estima que en 1998 en Estados Unidos se generaron 6.9 millones de toneladas de biosólidos, de los cuales al 60% se le dio un uso benéfico, al aplicarlos a terrenos agrícolas, minas, campos deportivos, jardines y bosques y se espera que para el 2010 se aplique el 70% (Outwater, 1994).

Tratamiento de aguas residuales en Monterrey, N. L.

El tratamiento de aguas residuales en el área metropolitana de la Cd. de Monterrey, N.L. inició en 1995 con tres plantas tratadoras con capacidad de 5,800 litros por segundo, obteniéndose aproximadamente 70 toneladas diarias de biosólidos con un contenido de humedad del 80%. El tratamiento de aguas residuales también se ha extendido a otras ciudades del Estado, como Cadereyta y Linares en donde ya se cuenta con plantas funcionando y Sabinas Hidalgo en donde esta en construcción.

En Nuevo León existen diferentes tipos de plantas tratadoras de aguas residuales, como ejemplo, se describe en términos muy generales los procedimientos específicos de la planta "Dulces Nombres" ubicada en el municipio de Pesquería, N. L. Cuando el agua llega a la planta se hace pasar por un sistema de rejillas con la finalidad de remover la basura. Posteriormente, el agua pasa a un desarenador en donde se sedimentan los sólidos de alta densidad. Después el agua pasa a un clarificador primario que separa grasas por flotación y sólidos por sedimentación. En seguida, el agua es bombeada a un reactor biológico con

inyección de aire y oxígeno para estimular la actividad de los microorganismos aeróbicos encargados de hacer la digestión de los materiales orgánicos, reduciendo el volumen de sólidos. Posteriormente, el agua pasa a un clarificador secundario en donde ocurre una sedimentación de sólidos. Los biosólidos generados pasan a un digestor anaeróbico que reduce los sólidos concentrados obtenido como subproducto metano. Después los biosólidos pasan a un filtro prensa en donde son deshidratados (80% de humedad) para que puedan ser manejados y trasladados hacia el relleno sanitario (Martínez, *et al.*, 2000).

Generalidades sobre biosólidos. Definición de biosólidos.

Los biosólidos son materiales orgánicos que se producen en plantas de tratamiento de aguas residuales. Hay diferentes clases de biosólidos. La clase A se refiere a biosólidos con niveles de patógenos no detectables; cumplen con estrictos requerimientos de atracción de vectores, así como bajos niveles de metales pesados. Los de la clase B son biosólidos tratados que contienen niveles detectables de patógenos, sin embargo, se pueden aplicar a terrenos agrícolas con restricciones en cultivos.

Necesidad de la aplicación de biosólidos.

En algunos países, como en México hasta el 2000, los biosólidos debían ser confinados para evitar contaminación a terrenos agrícolas o forestales. Al confinar los biosólidos se está confinando también una gran cantidad de elementos esenciales para las plantas, por lo que el ciclo de los minerales se ve interrumpido. Esta acción de confinamiento va en contra de la naturaleza, debido a que por millones de años se ha llevado a cabo un proceso de reciclaje de minerales en el sistema plantas-animales-microorganismos-suelo.

Aspectos legales sobre la aplicación de biosólidos

En Estados Unidos la ley federal de biosólidos está contenida en 40 CFR Part 503. En donde se especifica que para que los biosólidos sean aplicados a terrenos agrícolas deben cumplir ciertos niveles de metales pesados, estándares específicos de patógenos, restricciones sobre los sitios de aplicación, restricciones sobre los tipos de cultivos, y llevar cuidadosamente los registros, épocas y frecuencias de aplicación.

Usos de los biosólidos. Aplicación de biosólidos a terrenos agrícolas.

Los principales beneficios de la aplicación de biosólidos a terrenos agrícolas están asociados al contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica. Además, los biosólidos son ricos en hierro, zinc, cobre y manganeso, elementos que frecuentemente son deficientes en los cultivos que se siembran en suelos calcáreos como los del noreste de México (Clevenger, *et al.*, 1983). La aplicación de biosólidos también mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica contenida en los biosólidos mejora algunas de las características físicas del suelo, tales como la estructura, infiltración del agua y capacidad de intercambio catiónico (Epstein, 1975).

Cuando se aplican biosólidos al suelo, la descomposición del material orgánico es lenta, así como la liberación de los nutrimentos, por lo que se evitan pérdidas por lixiviación o precipitación, lo cual es una ventaja comparado con los fertilizantes químicos inorgánicos (Page, 1996). En biosólidos deshidratados, la disponibilidad del nitrógeno en el primer año es aproximadamente del 20% y del fósforo del 50%,

En general, hay múltiples reportes que muestran que la aplicación de biosólidos a terrenos agrícolas incrementan los rendimientos igual o mayor que el incremento obtenido con la aplicación de fertilizantes químicos, pero la utilización de estos biosólidos esta condicionada por la cantidad de metales pesados que contienen (Hue, 1996). McCaslin y O'Coonor (1982) mencionan que los altos rendimientos de sorgo obtenidos con la aplicación de biosólidos en suelos calcáreos de Nuevo México están asociados principalmente a la mineralización y liberación de nutrimentos procedentes de los biosólidos tales como nitrógeno, fósforo, zinc y fierro y que la falta de potasio en los biosólidos no es un problema en este tipo de suelos, debido a que este elemento se encuentra en grandes cantidades en suelos de reciente formación como son los del norte de la República Mexicana y sur de Estados Unidos.

En suelos de origen calcáreo y reacciones alcalinas (pH 7.3 a 8.5), la mayoría de los cultivos presentan problemas de clorosis, fenómeno que es provocado por la baja disponibilidad de algún micronutriente. Las clorosis más comunes son la de zinc y la de fierro. El 50-60% del territorio de México, posee características donde se manifiesta estos tipos de clorosis, debido a que los suelos son calcáreos, con un alto contenido de carbonatos y bicarbonatos y pH elevado. Además, los suelos son deficientes en nitrógeno, fósforo y elementos menores (Lee, 1998).

Formas de aplicación de biosólidos en terrenos agrícolas.

Los biosólidos se pueden aplicar en forma líquida (3 a 7% de sólidos), deshidratados en filtro prensa (20% de sólidos) o secados con aire caliente (50 a 90% de sólidos). Los biosólidos líquidos se pueden aplicar con camiones cisternas especialmente diseñados para tal propósito, los biosólidos deshidratados se pueden aplicar con estercoladoras comunes y los biosólidos secados se pueden aplicar con canoas de aplicación de materiales orgánicos como gallinaza.

Es importante la incorporación de los biosólidos al suelo por medio de arado o rastra, debido a que si estos se dejan sobre la superficie pueden ser lavados cuando ocurren precipitaciones fuertes, lo que ocasiona una pérdida del biosólido y una posible contaminación en áreas no preparadas para la aplicación.

Otros usos de los biosólidos.

Los biosólidos son también utilizados para rehabilitar suelos muy degradados como los que se encuentran en áreas cercanas a minas. También son frecuentemente utilizados en bosques para mejorar las condiciones del suelo y elevar los niveles de nutrimentos en áreas erosionadas o como un sustrato inicial en reforestación de bosques. También son utilizados como base en la fabricación de compostas para uso en jardines públicos o privados.

Problemas con la aplicación de biosólidos. Olores desagradables.

El olor en los biosólidos depende del tipo de tratamiento que se aplica en la planta tratadora de aguas residuales, así como del tipo y tiempo de confinamiento. Algunos biosólidos pueden tener solo un ligero olor a amonía, sin embargo, otros pueden tener un

fuerte olor que puede molestar a algunas personas. El olor es causado por compuestos de azufre o amonía.

Problemas con la aplicación de biosólidos. Metales Pesados

Los metales pesados tienen una densidad mayor de 5, la mayoría pertenece a los elementos en transición en la tabla periódica y muchos de ellos son tóxicos para las plantas, animales y el hombre. Los elementos más contaminantes son el cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Mg), cromo (Cr), arsénico (As), zinc (Zn), cobre (Cu), níquel (Ni), boro (B), molibdeno (Mo) y cobalto (Co).

Los biosólidos tienen concentraciones importantes de metales pesados, los cuales pudieran entrar a la cadena alimenticia a través de los productos agrícolas. En países desarrollados se aplican biosólidos a terrenos agrícolas con restricciones en cuanto a la cantidad y frecuencia de aplicación con la finalidad de evitar que se acumulen cantidades importantes en el suelo (Alloway,1990). En Estados Unidos la aplicación de biosólidos está reglamentada por la "Environmental Protection Agency (EPA) Part 503 rule" en donde se estipulan las máximas concentraciones de metales pesados permitidas en diferentes tipos de biosólidos, así como la cantidad máxima permitida de metales pesados que se puede aplicar por año (Cuadro 1) (Walker, *et al.*,1994). En México existe una regulación recientemente aprobada para el uso de biosólidos en agricultura y tiene la característica de ser igual a la EPA, 503 en lo que respecta a concentraciones de metales pesados y más estricta en patógenos.

Cuadro 1. Máximas concentraciones de metales pesados permitidas en diferentes tipos de biosólidos y cantidad máxima permitida de metales pesados que se puede aplicar por año (Walker, *et al.*,1994).

Elemento	Máxima concentración en cualquier tipo de biosólido (ppm)	Máxima concentración en biosólidos de Clase A y B (ppm)	Máxima concentración en biosólidos de Clase C (ppm)	Máxima cantidad de metales permitida anualmente (Kg/ha/año)
Arsénico	75	41	41	2.0
Cadmio	85	39	39	1.9
Cromo	3000	1200	3000	150
Cobre	4300	1500	1500	75
Plomo	840	300	300	15
Mercurio	57	17	17	0.85
Molibdeno	75	--	--	--
Níquel	420	420	420	21
Selenio	100	36	100	2.0
Zinc	7500	2800	2800	140

La aplicación de biosólidos a suelos del noreste de México pudiera ser menos riesgosa en cuanto a la disponibilidad de metales pesados después de aplicaciones importantes al suelo, debido a que la naturaleza de los suelos es calcárea, lo que produce pH's altos (7.6-8.3) en los cuales los metales pesados son muy insolubles. Sin embargo, es importante probar esta hipótesis en forma experimental con la finalidad de determinar la cantidad y frecuencia con que se puede aplicar biosólidos sin que las plantas acumulen cantidades riesgosas para la salud humana.

Absorción de los metales pesados por las plantas.

Las plantas pueden absorber y acumular los metales pesados en función de su concentración en el suelo. Bingham *et al.* (1976) encontraron una mayor concentración de Cd en el tejido de las plantas a medida que se incrementó la concentración de este elemento en el suelo. También observaron que la acumulación del Cd en el tejido difiere entre las especies; encontraron una mayor concentración en alfalfa, zacate bermuda y festuca, comparados con el zacate sudan y trébol blanco.

Efecto del tipo de suelo sobre la disponibilidad de los metales pesados.

Los metales pesados tienen una mayor solubilidad en suelos con pH bajo. La aplicación de aguas residuales a los suelos con pH bajo debe de considerarse si también se considera la aplicación de cal al suelo.

Análisis del tejido vegetal para la determinación de metales pesados.

La técnica mas frecuente para determinar los niveles nutricionales y posibilidad de toxicidad en las plantas es muestrear partes específicas de la planta en una etapa fenológica dada. En la mayoría de las especies se seleccionan las hojas que maduraron recientemente en la etapa del inicio de floración. Las muestras se lavan con agua deionizada, se secan a una temperatura de 65 C y se muelen. El análisis químico se hace mediante una digestión del tejido vegetal para eliminar la materia orgánica y posteriormente, en la mayoría de los casos, se utiliza el espectrofómeto de absorción atómica para determinar la concentración del metal pesado que se analiza.

Experimentación con biosólidos en el Estado de Nuevo León.

La Facultad de Agronomía de la UANL en conjunto con la Compañía de Agua y Drenaje de Monterrey iniciaron en 1998 una serie de experimentos sobre aplicación de biosólidos en diferentes cultivos (maíz, frijol, trigo, tomate, pepino, calabaza, brócoli, coliflor y tomate fresadilla). Los tratamientos utilizados en todos los casos fueron: 1. Testigo; 2. Fertilizante inorgánico de acuerdo a la recomendación para el cultivo; 3. Biosólido deshidratado 4 Ton/Ha en base sólida; 4. Biosólido deshidratado 8 Ton/Ha en base sólida; y 5. Biosólido líquido 8 Ton/Ha en base sólida.

Los resultados mostraron en todos los experimentos que la aplicación de biosólidos incrementaron considerablemente los rendimientos comparado con el testigo y en la mayoría de los cultivos, la aplicación de biosólidos superó al fertilizante químico. También se encontró que en el primer ciclo el biosólido líquido superó al biosólido deshidratado, sin embargo, después del segundo ciclo los resultados se invirtieron a favor del deshidratado. Al evaluar los cultivos en diferentes ciclos sin aplicación posterior de biosólidos pero aplicando en cada ciclo la dosis recomendada de fertilizante químico, se encontró que el efecto residual de la aplicación de biosólido duró hasta cinco ciclos, superando en algunos casos al tratamiento con fertilización química. En cuanto a la concentración de metales pesados en hojas, frutos y suelo se encontró que los niveles observados están por debajo de los límites de tolerancia. Este último resultado se explicó debido a la naturaleza calcárea de los suelos, lo que les asegura un alto pH y precipitación de los metales pesados en el suelo. En general, se concluyó de estos estudios que la aplicación de biosólidos a terrenos calcáreos del Estado de Nuevo León puede incrementar considerablemente los rendimientos de los cultivos sin

presentar un riesgo por acumulación de metales pesados en el tejido vegetal (Martínez, *et al.*, 2000).

Referencias

- Alloway, B. J. 1990. Heavy metals in soils. Ed. John Wiley and Sons. Inc. New York, USA.
- Clevenger, T., G. O'Connor, and B. Gorman. 1983. Sewage Sludge: A usable commodity for land application. Agricultural Experimental Station. Special Report. New Mexico State University.
- Gamrasni, M. A. 1985. Aprovechamiento agrícola de aguas negras residuales. Ed. Limusa.
- Martinez, J. C., E. Olivares S, G. Salinas G., E. Ryes B., R. González G., y J. F. Pissani. 2000. Memorias de Seminarios de Doctorado. Otoño 2000. FAUANL. Fac. de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Hue, N.V. 1996. Land application of biosolids. Sludz. Htm.enagrss.Sherman. Hawaii.edu.
- Lee R.V. 1998. Aplicación de ácido sulfúrico en el riego, corrige la clorosis férrica de los cultivos en suelos calcáreos. Terra, abril- junio 1998 vol. 16 núm. 2 México, D.F.
- McCaslin, B. D., and G. A. O'Connor. 1982. Potential fertilizer value of gamma-irradiated sewage sludge on calcareous soils. Agricultural Experiment Station. Bulletin 692.
- Outwater, A. B. 1994. Reuse of sludge and minor wastewater residuals. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida. USA.
- Walker, J., L. Knight and L. Stein. 1994. A plain english guide to the EPA Part 503 biosolid rule. EPA/832/R-93/003.

EL ENFOQUE MULTI OBJETIVO EN EL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA

**Dr. Ignacio Sánchez Cohen¹, Dr. Rodolfo Jasso Ibarra¹,
Dr. Jeffry Stone² y Dr. Phil Heilman²**

¹ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera. Km. 6.5 Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. ² Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América. Centro de Investigación en Agua y Suelo. Tucson, Az.

INTRODUCCION

La variabilidad en espacio y tiempo de factores naturales, principalmente climáticos, la incertidumbre de mercado y la globalización de la economía, son algunos de los factores que han impulsado a tomadores de decisiones a varios niveles de injerencia, a aproximar la solución de problemas concernientes al agua con un enfoque multi objetivo en donde los intereses divergen. Este enfoque ofrece el potencial de balancear los intereses competitivos por el recurso agua en todo el gradiente hidrológico que definen a las cuencas no solo en tratándose de agua superficial si no que también las reservas subterráneas.

Comúnmente, la solución a un problema en una parte del gradiente hidrológico, causa otro de mayores magnitudes en otra parte así, el enfoque multi objetivo ofrece soluciones sustentables de impacto positivo a la sociedad al considerar la vulnerabilidad de las variables que definen la disponibilidad de agua.

Se ha documentado que el incremento en las eficiencias del riego no resolverán el problema de disponibilidad del recurso pues el agua ahorrada es utilizada en expandir las áreas de riego en vez de conservarla como reserva para otras actividades productivas. Otro hecho innegable, es que la agricultura y ganadería consumen en promedio el 80% de la disponibilidad en México presentándose un incremento constante de la demanda de otros sectores productivos. Así entonces, la aproximación multi objetivo para el planteamiento y solución de problemas inherentes a la disponibilidad de agua, es la opción técnicamente mas viable , socialmente necesaria y ecológicamente sustentable.

PORQUE PLANEACIÓN MULTI OBJETIVO?

El cuestionamiento lleva implícito la respuesta puesto que las personas encargadas de normar y tomar decisiones relativas al manejo de los recursos naturales, tienen que enfrentar interacciones complejas de índole social, económica y relacionadas con la salud del ambiente. Esta situación conlleva a un cambio de escala que involucre a la unidad de planeación que es la cuenca hidrológica. Esta, en la más elemental de las definiciones, consiste en una región delimitada por un parteaguas cuya red de drenaje termina en una obra de almacenamiento o cauce, (Webster, 1994).

Sin embargo, el manejo integrado adquiere una acepción mas amplia que incorpora políticas, planes y actividades usadas para controlar el agua y los recursos y procesos con los que se asocia. Así, acorde al consejo de investigación de los E.U. A. (1999), el enfoque de manejo integrado tiene algunas características distintivas, a saber:

1. Busca balancear los objetivos institucionales con los del área de interés
2. El proceso de toma de decisiones estriba en involucrar a la representatividad del área de interés considerando la opinión de todos los participantes con la finalidad de alcanzar un plan de acción aceptado por la mayoría que refleje el balance negociado de intereses.

3. Utiliza información con fundamento técnico – científico para un mejor entendimiento de los factores hidrológicos y ecológicos que influyen la condición de la cuenca y que impactan la salud y sostenibilidad de los recursos naturales.
4. Intenta el uso y diseño de métodos efectivos con participación justa de todos los involucrados de tal manera que el costo de los proyectos, en términos de recursos financieros e impacto, se distribuyan de manera proporcional a los beneficios recibidos.
5. Crea un marco de acuerdos intra gubernamental e intra dependencia que garanticen la implementación de los planes desarrollados en el proceso de toma de decisiones y que se sustenta mas en el compromiso que en las leyes.
6. Incluye pasos para evaluar los efectos del manejo de la cuenca con estándares de fácil medición y bien definidos.

PLANEACIÓN CON FUNDAMENTO TÉCNICO – CIENTÍFICO

Actualmente en el país existe conocimiento científico (aunque no con suficiencia) y bases de datos de calidad para afrontar el proceso de planeación del manejo de cuencas de una manera acertada y efectiva. Sin embargo, estas herramientas carecen de aplicación práctica para los tomadores de decisiones o usuarios en virtud de la poca difusión o la falta de táctica para hacer “entendible” los resultados científicos a la sociedad. Por otro lado, los usuarios no parecen entender la importancia del enfoque de planeación multi objetivo en las cuencas hidrológicas y por lo mismo, el financiamiento para el desarrollo de investigación queda restringido a problemas a nivel parcelario.

La mejor manera de convencer de la bondad de este enfoque es mediante indicadores de la condición de la cuenca. Así, el análisis de riesgo e incertidumbre, puntualizan la vulnerabilidad de la región a las variables climatológicas. Por ejemplo, la figura 1 muestra las anomalías del escurrimiento a la presa Lázaro Cárdenas de la Región Hidrológica No.36, Cuenca del río Nazas. El registro parte de 1945 y se prolonga hasta 1998; en él, se puede observar que a partir de 1965 el almacenamiento entró a una fase de declinación gradual definido por la recta de la figura 2; esta situación, es el resultado de las anomalías en precipitación que se observan en la figura 3 para el mismo periodo. Esto ha tenido un impacto aguas abajo, en el distrito de riego No.17, habiendo tenido que compactar áreas alrededor de la red mayor con miras a incrementar la eficiencia de conducción.

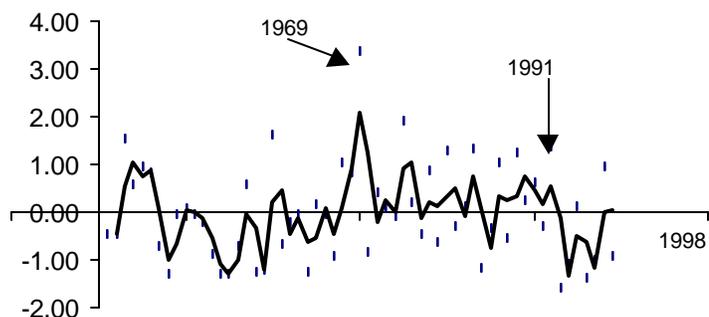


Figura 1: Anomalías de aportaciones a la presa Lázaro Cárdenas (1945 – 1998)

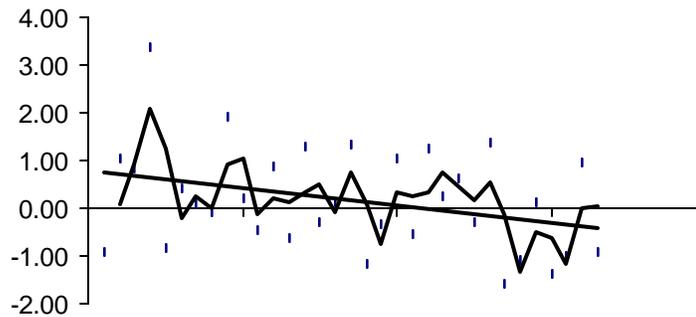


Figura 2: Tendencia de las anomalías de aportaciones a partir de 1965.

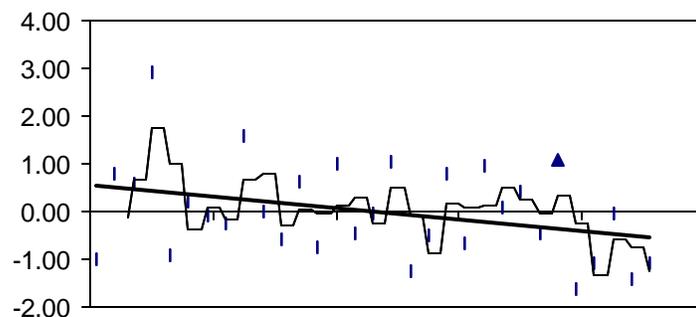


Figura 3: Anomalías en la precipitación en la cuenca vertiente a partir de 1965

Queda entonces claro que, el propósito principal de la planeación de la conservación de una cuenca hidrológica, es de proveer información y de conocimientos a los tomadores de decisiones que aseguren un proceso de planeación adecuado para un uso económico y sostenible de los recursos naturales. El objetivo, es llegar a un uso y manejo de los recursos suelo, agua, planta y animales que evite su deterioro y asegure un uso sustentable de su productividad.

El análisis de riesgo como el que se ilustra en las figuras 1 - 3, es un método de mejorar la planeación en la cuenca hidrológica dado que cuantifica el grado de incertidumbre esperado en las aportaciones a la obra de almacenamiento. Por otro lado, el aspecto de incertidumbre, es de especial importancia en la planeación de la cuenca en virtud que todas las cuencas exhiben un comportamiento aleatorio en el que, la única manera de hacer planeación, es considerar diferentes escenarios climáticos acorde al historial mostrado.

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE PLANEACION

Para quien es el plan?

Acorde a Heilman *et al.* (2001), la característica filosófica principal de los planes de conservación es el reconocimiento que el plan resultante es de los y para los productores, así, se debe entender como su plan, con beneficios conservacionistas para su rancho o propiedad para sus recursos. Aunque la asistencia técnica pudiera ser proveída por una agencia de gobierno, el plan no debe ser considerado como un plan de gobierno.

Algunas agencias gubernamentales, instituciones y otras organizaciones tienen objetivo de mejorar o sostener los recursos naturales. Estas organizaciones pueden concretar dichos objetivos usando técnicas de planeación como el proceso de implementar técnicas de conservación a través de los productores quienes han tenido, por mucho tiempo, la absoluta autoridad de manejar su entorno a su absoluta complacencia. Sin embargo, se debe reconocer y respetar la autoridad para un exitoso plan de conservación.

El proceso de planeación es simple y lógico en concepto

El proceso de planeación es una secuencia lógica de pasos tendientes a guiar a los técnicos y usuarios a través de un proceso analítico educacional que resulta en buenas decisiones de manejo para mejorar o mantener las condiciones de los recursos naturales.

El método de planeación de la conservación es universal

El Servicio de conservación de Suelos de los E.U.A. (ahora Servicio de Conservación de los Recursos Naturales), ha desarrollado una metodología de planeación multi objetivo a la que se llamó Planeación de Conservación. El método tiene aplicación universal, i.e. para cualquier uso del suelo, y puede ser aplicado a cualquier escala.

El proceso de planeación resulta en un documento

Un documento es esencial para una planeación efectiva de la conservación de los recursos naturales. Este documento sirve para inventarios, análisis de información y registrar las decisiones hechas por el usuario, mapas, notas y toda la información de soporte. También, este documento sirve como un medio de asistencia futura con fundamento en acciones realizadas.

Los procedimientos de planeación son flexibles

Esto permite diseñar planes de conservación con base a caso – productor en virtud de las condiciones específicas del recurso deteriorado.

LOS SISTEMAS PARA EL APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES (DSS)

El proceso de toma de decisiones considera los siguientes componentes:

1. La persona que tomará la decisión
2. El problema
3. El método para resolver el problema y
4. La decisión

El usuario puede ser un experto o ignorar por completo el tema; de igual manera, el problema pudiera estar específica o pobremente definido. El método puede ser heurístico o determinístico e implementado con o sin el auxilio computacional.

Debido a que el sistema natural esta compuesto de una serie de interacciones muy complejas, acorde a Lane *et al.* (1994), el método mas eficiente de mostrar a los usuarios el impacto de una determinada práctica de manejo en términos de costo y tiempo, es mediante el uso de un modelo de simulación del comportamiento de los recursos naturales cuando son sometidos a alguna práctica de manejo. Un plan de manejo que promueva otros sub procesos de interés, pudiera afectar otros procesos adversamente. Por ejemplo, la práctica de labranza mínima o cero labranza puede reducir las tasas de erosión, pero mediante el uso de herbicidas e incrementando la disponibilidad de agua en la zona radicular del cultivo, pudiera incrementar el lixiviado de elementos al manto freático. Así, si el usuario tiene los objetivos de reducir erosión y el lixiviado, estos estarían en conflicto (objetivos contrapuestos) por lo que es deseable contar con herramientas que permitan tomar la decisión adecuada considerando mas de un objetivo que permitan la solución de problemas bajo estas circunstancias.

La teoría de decisión multi objetivo, es una manera de evaluar prácticas alternativas de manejo. El método contempla el evaluar las variables de decisión determinando un orden de importancia apareándola con la práctica recomendada para lograr el objetivo deseado (véase figura 4 y cuadro 1).

El cuadro 1 muestra el impacto de 3 prácticas de manejo en diferentes variables de decisión; la práctica "convencional" es la que comúnmente hace el productor. La alternativa 1 y dos son las que se proponen como solución al problema. La figura 1 muestra la función de escore para la variable erosión la cual tiene una pendiente de -0.225 para la práctica convencional la cual produce 5.37 t.ha^{-1} de sólidos. Esta pendiente se ha normalizado multiplicándola por la diferencia entre el máximo y el mínimo de erosión; el proceso es repetido para cada una de las variables de decisión.

Este proceso de jerarquizar por orden de importancia le otorga mas valor a aquella variable de decisión que tiene mayor potencialidad de solventar el problema por arriba de la práctica convencional.

El ejemplo ilustra la aproximación que debiera usarse en tratándose del manejo de recursos naturales en donde toda acción sobre un recurso repercute invariablemente sobre otro u otros. Así, los DSS ofrecen una alternativa para la toma de decisiones donde existen objetivos en conflicto.

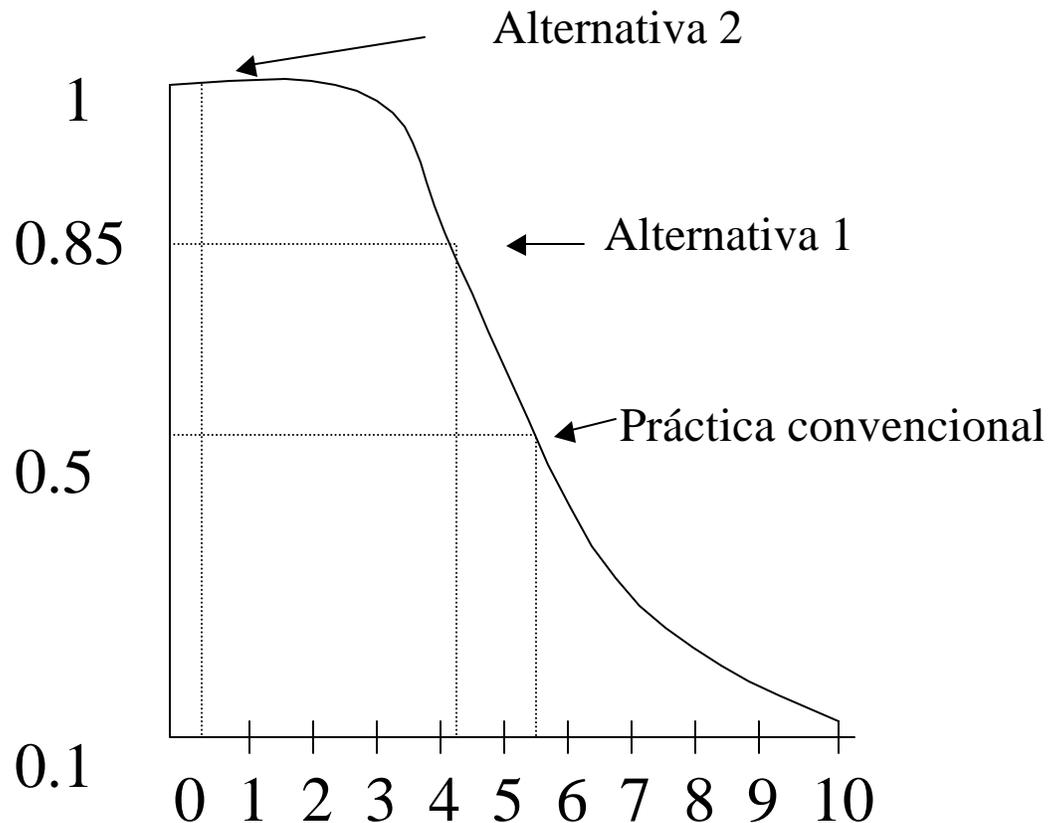


Figura 4: Función de escore para erosión

Cuadro 1: Variables de decisión del modelo de simulación

	CONVENCIONAL		ALTERNATIVA No 1		ALTERNATIVA No. 2	
	VALOR	SCORE	VALOR	SCORE	VALOR	SCORE
Escurrimiento (mm)	80.07	0.5	58.21	0.86	14.12	1.0
Erosión (t.ha ⁻¹)	5.37	0.5	3.55	0.84	0.32	1.0
N Superficial (kg.ha ⁻¹)	10.14	0.5	6.84	0.79	0.91	0.99
N Subterráneo (kg.ha ⁻¹)	19.63	0.5	16.92	0.86	25.38	0.02
P Superficial (kg.ha ⁻¹)	4.73	0.5	3.25	0.78	0.47	0.99
Atrazina Superficial (kg.ha ⁻¹)	11.35	0.5	6.79	0.84	0.00	1.0
Atrazina percolada (kg.ha ⁻¹)	0.97	0.5	1.07	0.40	0.00	1.0

LITERATURA CONSULTADA

Heilman, P; Roy Mann and J. Stone. 2001. Rangeland Conservation Planning. Outline for the INIFAP ARS project on Sustainable Management Practices.

Lane, L.J.; D.S. Yakowitz; J.J. Stone; M. Hernandez; P. Heilman; B. Imam; J. Masterson and J. Abolt. 1994. A multiple Decision Support System for the USDA Water Quality Initiative.

National Research Council. 1999. New Strategies for America's Watersheds. National Academ Press.

Webster. 1994. Webster Ninth New College Dictionary. Springfield, Mass.: Merriam-Webster.

EL NOPAL *Opuntia ficus-indica* L. (Mill) COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCION EN EL USO EFICIENTE DEL AGUA

Rafael Zúñiga Tarango

Maestro-Investigador FAZ-UJED. Alumno del Programa Doctoral FAUANL.
Apartado Postal 1-142. C.P. 35000. Gómez Palacio, Dgo. México. rzunigat@correoweb.mx
Apartado Postal 358. San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Postgagr@mail.sci.net.mx

INTRODUCCION

El interés del nopal como recurso genético de alto valor potencial, es cada vez más el objeto de estudio de la comunidad científica internacional, para aprovecharlo en sus diferentes usos, particularmente de aquellos países que buscan la explotación de sus regiones áridas y semi-áridas, ya que esta planta contribuye a reducir los efectos nocivos de la sequía y desertificación donde el grupo de las cactáceas ha registrado una evolución orgánica milenaria que ha generado las características favorables para las condiciones ambientales en referencia. El aprovechamiento del nopal ha trascendido finalmente en un cultivo especializado en plantaciones comerciales de gran relevancia, después de haber figurado como un sistema de recolección de frutos y segmentos jóvenes del tallo en nopales silvestres y un posterior establecimiento de especies sobresalientes próximo a las viviendas, lo que generó una hibridación y la creación de los cultivares que se explotan actualmente.

En México el cultivo de nopal evolucionó en las últimas cuatro décadas, ocupando el primer lugar en cuanto a la superficie cultivada, producción y consumo, hasta ser considerado una hortaliza importante en la dieta del mexicano. En el caso particular del nopalito este ocupa el octavo lugar en volumen de producción de hortalizas sólo por abajo del jitomate, papa, chile verde, cebolla, sandía, melón y tomate (Flores *et al.*, 1995). Tomando en cuenta la forma en que ha evolucionado la explotación del nopal, de un producto de recolección a un cultivo altamente especializado, como las innovaciones tecnológicas producto de la investigación como las generadas por la experiencia de productores en forma empírica, son insuficientes y existe la necesidad de generar nuevos conocimientos sobre aspectos tales como el uso eficiente del agua y un sinnúmero de prácticas culturales que permitan el mejoramiento de los sistemas de producción.

Siendo el nopal como la mayoría de los cultivos que manifiesta su producción en la parte aérea, de la cual el hombre se beneficia en forma directa, explica por que gran parte de la investigación agrícola se refiere a los rendimientos de las plantas, y pocos investigadores consideran los mecanismos de adaptación y resistencia a factores adversos, Sin embargo, es necesario destinarle mayor atención y contar con más elementos básicos para generar recomendaciones al respecto que pueden ser aprovechadas en su explotación.

ASPECTOS IMPORTANTES EN LA ABSORCIÓN DE AGUA

El crecimiento de la raíz se realiza por la reacción de los dos principales meristemas que ésta tiene: el meristemo apical y el cámbium. El primero determina crecimiento en longitud que está determinado en su dirección tanto por el geotropismo como por hirtotropismo; mientras que el segundo es responsable en el diámetro o grosor (Calderón 1977).

Los nopales, como dicotiledóneas, tiende a ramificarse en más de una ocasión, y las raíces principales pueden engrosar con la edad llegando a rebasar los 2.5 cm. de diámetro. Bravo (1978), Novel (1994) ratifica que la característica más notable de la raíz es su superficialidad, añadiendo que ésta tiende a ramificarse en más de una ocasión y que su gran longitud puede alcanzar a veces (más de 15 m), en tanto que tiende a engrosar con la edad.

En general, el desarrollo radicular de la planta de nopal que es cultivada de forma intensiva se presenta en el estrato superior del suelo, entre cero y dieciocho centímetros de profundidad, donde se desarrolla el 96% de la masa radicular, encontrándose un 3% en el estrato de 18 a 36 cm. (Zúñiga *et al.*, 1999). Atribuyéndose este comportamiento en el desarrollo de la raíz a la especie en cuestión, al eliminar las variables de fertilidad, contenido de humedad, temperatura y compactación del suelo (Glinski and Steoniewski, 1985 ; Taiz and Zeiger, 1991).

La persistencia de las raíces laterales de los nopales, aunado a la tendencia general de las raíces a ramificarse (ante un eventual humedecimiento del suelo) conduce a la presencia de muchas raíces finas. Por ejemplo, un cladodio de *O. ficus-indica* en suelo húmedo y fértil, aproximadamente el 80%, en base a peso seco, de su sistema radical consta de raíces laterales relativamente delgadas (Nobel, 1994), y su rapidez en el crecimiento en estas condiciones llega a ser de 1.4 a 1.95 cm diarios (Zúñiga *et al.*, 2001), lo que se refleja en un mayor aprovechamiento de la humedad existente en el suelo.

Otro aspecto importante en este sentido es reportado por Nobel (1997), al analizar las raíces de *Opuntia ficus-indica* encontró que se encogen radialmente cuando éstas son expuestas a condiciones de sequía prolongada. Lo cual tiene como consecuencia el desarrollo de cámaras de aire entre la superficie de la raíz y las partículas de suelo a través de las cuales el agua debe moverse en forma de vapor. Debido que el agua del suelo se mueve más fácilmente en forma líquida que de vapor, estas cámaras de aire pueden retener el flujo de agua de adentro hacia fuera de las raíces.

ASPECTOS IMPORTANTES EN LA RETENCION DEL AGUA

Los miembros del subgénero *Opuntia* han desarrollado modificaciones estructurales, particularmente en la anatomía de la epidermis y la succulencia de los tallos, que en combinación con el metabolismo ácido de las crasuláceas (plantas tipo CAM) contribuyen a su adaptación a los ambientes áridos ya que tales características anatómicas contribuyen a reducir la tasa de transpiración (Nobel, 1994).

Peralta (1983). Indica que una de las adaptaciones más importantes es su proceso fotosintético denominado metabolismo ácido crasuláceo (MAC). Este tipo de fotosíntesis se distingue del de la mayoría de las plantas en que los estomas se encuentran cerrados durante el día y abiertos en la noche; esta ha sido, cuando la temperatura y el déficit de presión de vapor son ordinariamente bajos

En este mismo sentido Palomo (1963), reporta que la gran cantidad de ácidos orgánicos libres que contiene el nopal en el jugo de sus células, hacen que éste aumente en capacidad osmótica y ésta forma apreciables cantidades de agua; siendo la transpiración mínima.

Observaciones fisiológicas en cladodios jóvenes separados de la planta, y mantenidos en condiciones de luz revelaron que la clorofila se mantiene estable por 40 días, así como los cloroplastos que la contienen (Neri *et al.* 1993). Por otro lado se encontró que cloroplastos incubados en un medio de cultivo se mantuvieron viables por más de 40 días, en contraste con los cloroplastos de las plantas C_3 , en los que su viabilidad no llegó a ser mayor de 8 días (Choe y Thimann, 1975). Este comportamiento de los cloroplastos de nopal ayuda a explicar en parte por que las plantas CAM presentan esta habilidad metabólica ante la gran diversidad de tensiones ambientales que prevalecen en las zonas áridas, así como la longevidad que presentan los cladodios cuando se separan de la planta. Situación que no ocurre en otro tipo de plantas ya que cualquier parte vegetativa que se separa de una planta en corto plazo empieza a mostrar síntomas de senescencia, que se caracteriza por la degradación de la clorofila y la pérdida de peso que conduce a su muerte.

Los estudios relacionados con la morfología de elementos del vaso del xilema en *Opuntia* (Loza, 1994) ha revelado que es común la presencia de vasos con perforación

simple y con paredes terminales transversales lo que sugiere que el xilema es muy especializado, ya que su morfología es característico de grupos taxonómicos superiores con mayor grado evolutivo. Por otro lado estudios embriológicos han mostrado que el saco embrionario es monospórico y del tipo *Poligonum* (Rosas, 1984), que es común en especies vegetales primitivas, de manera que se supone que en los nopales, durante su evolución, se ha mejorado la eficiencia de tejido conductor de agua (xilema), elemento que es una limitación ambiental en zonas áridas.

Una de las características anatómicas que presentan amplia variación en nopal es el tamaño de estomas. La longitud de éstos varió de 33 a 62 μm , los de menor tamaño corresponden a las silvestres y las de mayor tamaño a especies cultivadas. La mayoría de las especies presentan estomas con tamaño cercano a 50 μm . En especies con estomas de longitud superior a 50 μm , el número de cromosomas fue $2n = 66$ (hexaploide) (Pimienta *et al* 1993); lo cual constituye un indicio de que la poliploidia es común en miembros del subgénero *Opuntia* y es probable que haya contribuido en su evolución, ya que la poliploidia está considerada como un modo de especiación instantánea simpátrica, la cual ha desempeñado un papel importante en la diferenciación de especies (Grant, 1989). La formación de estas características se presentaron durante el proceso de domesticación de los nopales, los cambios en los niveles de ploidia que se expresan en diferencias en vigor vegetativo (tamaño de cladodios) y reproductivo (tamaño de fruto) han de haber desempeñado un papel importante en el proceso de domesticación, situación que se da al establecer fenotipos sobresalientes en traspatios, creándose un ambiente simpátrico artificial que favoreció la hibridación natural. De esta manera en los solares se generaron nuevos híbridos bajo la protección común, propia del solar. Se supone que en estas poblaciones se llevó a cabo una segunda etapa de fenotipos sobresalientes que fueron usadas para establecer las plantaciones cultivadas, dando origen a un número importante de las actuales variedades cultivadas (Pimienta, 1994).

FACTORES COMPLEMENTARIOS EN EL MANEJO DEL CULTIVO

Para contrarrestar el gran desbalance hídrico, característico de las zonas áridas, en el cual la precipitación y evaporación es estimada en una relación de 1:10 se ha tenido que adoptar una serie de técnicas para tratar de hacer más eficiente el manejo del agua. Las prácticas de riego que más están siendo utilizadas son aquellas que cubren aspectos importantes como el almacenamiento de agua; la nivelación del terreno con rayo láser, tubería para conducir el agua hasta la parcela y el uso de riego presurizado, que para el caso del cultivo de nopal se ha generalizado la utilización del riego por goteo en su modalidad de cintilla, definiéndose esta como la aplicación de agua al suelo en cantidades pequeñas a intervalos cortos de tiempo que varían de uno a cuatro días (Peña, 1998), con el cual se pueden alcanzar niveles de eficiencia de riego superiores al 90%, valor muy difícil de alcanzar con otros métodos de riego. El tipo de línea regante más utilizada en la actualidad es de tipo cintilla, y el éxito se debe a su bajo costo con lo cual se contrarresta en parte la principal desventaja del riego por goteo, además del ahorro de agua que fluctúa entre 20 y 30% (Figueroa, 2000). Lo anterior se puede complementar con el uso de calendarios de riego basados en determinaciones confiables del uso consuntivo, variables del suelo así como el acolchado plástico del suelo, lo que permitiría conservar mejor la humedad y la temperatura del suelo así como la de reducir el número de malas hierbas. El ahorro de agua con el uso de acolchado plástico radica en la reducción del uso consuntivo del cultivo a través de la reducción de la pérdida por evaporación de agua del suelo (los otros componentes son la transpiración y el agua usada en los procesos fisiológicos) asimismo el régimen de humedad en el suelo es también beneficiado por el acolchado mejorando el rendimiento del cultivo.

USOS Y APROVECHAMIENTO DEL NOPAL

Actualmente México ocupa el primer lugar en términos de superficie cultivada, producción y consumo de tuna y nopal verdura (Barreiro,1999) sin embargo, su cultivo evolucionó en apenas cuatro décadas, de la condición de producto de recolección a cultivo especializado, por ello esta especie se ha confirmado como una opción agrícola rentable, en relación a otros cultivos anuales; sobre todo en aquellas regiones con precipitaciones erráticas y escasas así como en suelos con baja fertilidad.

Del nopal es posible utilizar los frutos frescos (tunas) que son ricos en vitamina C, contienen un alto porcentaje de sólidos solubles y la mayoría de los azúcares presentes en el fruto son considerados como reductores con un valor nutrimental que puede compararse con frutos como la manzana, pera, durazno y naranja entre otros, también es posible industrializarlos para la obtención de jugo para preparar miel, jarabes, mermeladas, jaleas, queso de tuna, aguardiente y néctares entre otros.

Las pencas tiernas (nopalitos) son utilizadas para consumo humano en el centro y norte del país y en algunos casos se exporta envasado a Norteamérica y Japón. El contenido de proteínas, vitaminas y fibra lo convierten en un importante elemento de la dieta. Además de que se ha demostrado que el consumo constante de nopal reduce los niveles de glucosa y de colesterol en la sangre.

A partir de las pencas maduras o adultas mediante un proceso de deshidratación es posible elaborar productos alimenticios, medicinales, de limpieza y aseo personal (Champúes, en, enjuagues y cremas entre otros), también con la extracción de mucílagos es utilizado como emulsificante, recubridor, adherente de pinturas y cosméticos entre otros; sin dejar de mencionar la obtención de colorantes naturales a partir de la tuna taona *Opuntia robusta* W. y la obtención de grana o cochinilla.

Un aprovechamiento alternativo a los volúmenes de nopalito no comercializado, es el de alimentar rumiantes (bovinos, ovinos o caprinos) con nopal. Para ello se debe tomar en cuenta que el nopal al tener mucha agua, no es un forraje completo por lo que se debe complementar con forrajes secos (pajas o rastrojos) y alimentos que proporcionen proteína y energía (en dietas bien balanceadas, el nopal puede proporcionar el 60% de la energía y su aportación de proteína se puede considerar nula) (Flores, 1977).

CONCLUSIONES

El nopal es un recurso vegetal con un alto potencial productivo, bajo diferentes condiciones ecológicas, que en su modalidad de nopal para verdura puede ser un cultivo alternativo en el patrón de cultivos de productores que dispongan de poca agua para riego en el norte de México, con una producción intensiva de nopalito, técnicamente viable y económicamente rentable.

LITERATURA CITADA

- Barreiro M., P. 1999. La Tuna Testigo de Nuestra Historia. Claridades Agropecuarias. ACERCA. México.
- Bravo H. Helia. 1978. Las Cactáceas de México. Vol I. UNAM, México 43 p.
- Calderón A., E. 1977. Estructura y Fisiología de la Raíz. Fruticultura general primera parte. Ed. E.C.A. pp: 43-54.
- Choe, T. H. And K. V. Thimann 1975. The Metabolism of Oat Leaves During Senescence. III. The senescence of isolated chloroplast. Plant Physiol. 55: 828-834.

- Figueroa V. R. y S. Berúmen P. 2000. Manejo Eficiente del Agua de Riego. XII Semana de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia UJED. G. Palacio Dgo.
- Flores V., C.A. 1977. El nopal como forraje. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México 179 p.
- Flores V., C. A. 1995. Factores Económicos que Afectan la Producción de Nopal en México. In: Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. 6° Congreso Nacional y 4° Internacional. Guadalajara, Jalisco. pp 228-234.
- Glinski J. y W. Stepniewski. 1985. Soil Aeration and its Role for Plants. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida. pp:137-145
- Grant V. 1989. Especiación Vegetal. Limusa. México. 587 p.
- Loza C., S. 1994. Especialización Filogenética y Conductividad Hidráulica del Xilema en Cladodios de Nopal (*Opuntia spp*). Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 59 p.
- Neri L., C., E. Pimienta B., y C. Robles M. 1993. Cambios Fisiológicos Durante el Proceso de Senescencia en cladodios jóvenes de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) (Miller). Agrociencia Serie Fitociencia 4(1): 7-18.
- Nobel , P. S. 1994. Remarkble Agaves and Cacti. Oxford University Press. New York. 166 p.
- Nobel, P.S. 1997. Resientes Descubrimientos Ecofisiológicos en *Opuntia ficus-indica*. Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. 7° Congrso Nacional y 5° Congreso Internacional. UANL. Monterrey, Méx. pp 11-20.
- Rosas C., M. P. 1984. Polinización y Fase Progámica en *Opuntia spp*. Tesis profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán. 76 p.
- Taiz, L., y E., Zeiger. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Redwood City, California. 282-367.
- Palomo G. y D. 1963 Datos Sobre los Nopales *Opuntia sp.*, Utilizados Como Forraje en el Sureste de México. Tesis Prof. ITESM. Monterrey, N. L. México.
- Peña E. y M. Montiel. 1998. Manual Práctico de Fertirriego. Instituto de Tecnología del Agua, Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Morelos Méx.
- Peralta M., V. M. 1983. Caracterización Fenológica y Morfológica de Formas de Nopal (*Opuntia spp*) de Fruto (tuna) en el Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Ags. Aguascalientes, México. 88 P.
- Pimienta B., E. 1990. El Nopal Tunero. Universidad Autónoma de Guadalajara. Jalisco, México p.235.
- Pimienta B. E., M. M. Loera Q., y L. O. López 1993. Estudio Anatómico Comparativo del Subgénero *Opuntia*. Agrociencia Serie Fitociencia 4 (3): 7-21.

- Pimienta B. E., 1994. Perspectiva General de la Producción de Tuna en el Mundo. In: G. Esparza F. y S. de J. Méndez G. (Eds.). Aportaciones Técnicas y Experiencias de la Producción en Zacatecas (memorias). CECCAM, Morelos, Zac., Méx. pp. 25-30.
- Zúñiga T. R, R. Vázquez y E. Salazar. 1999. Patrón de Desarrollo Radical de Nopal en Diferentes Condiciones de Suelo y su Relación con el Rendimiento. Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. VIII Congreso Nacional y VI Internacional U.A.S.L.P. San Luis Potosí, México. pp: 12-13.
- Zúñiga T. R y J. A. Cueto W. 2001. Análisis de Crecimiento Radical en Cuatro Variedades de Nopal *Opuntia ficus-indica*. Agrofaz 1er. Vol. Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. Gómez Palacio, Dgo. México. pp: 80-87.

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO DE CIUDAD JUAREZ, DGO. A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS MEDIANTE GIS

J. G. Martínez Rodríguez¹, J. Z. Castellanos Ramos² y A. Ortega³

¹CENID-RASPA, INIFAP. Apdo. Postal 41 Cd. Lerdo, Dgo. C.P. 35000
e-mail: jmart57@avantel.net; ²Campo Experimental Bajío, Km 6.5 Carr. Celaya–San Miguel de Allende. Celaya, Gto.; ³Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCION

El agua potable es un recurso escaso. Las estimaciones del balance hídrico mundial indican que el 94% (en base a volumen) del agua se encuentra en mares y océanos (1370 m Km³). El agua potable es solo el 6% del volumen total y comprende 4% en los acuíferos como agua subterránea (60 m Km³) y el 2% en los glaciares y capas de hielo (30 m Km³) (Van deer Leeden *et al.*, 1990). Otra fuente de agua potable incluye lagos y presas (0.13 m Km³), humedad del suelo (0.07 m Km³), y agua atmosférica (0.01 m Km³). Por lo que, mantener la calidad de los recursos hídricos es importante tanto para la salud del hombre, como para el ganado y animales silvestres.

Las actividades agrícolas pueden tener un efecto negativo sobre la calidad del agua superficial y subterránea. Existen dos tipos principales de agricultura: intensiva y extensiva. Las prácticas en el primer caso puede incluir la incorporación de nuevas tierras al cultivo ó el uso intensivo de las áreas ya siendo usadas. Ambos sistemas pueden tener un impacto negativo sobre el uso consuntivo y la calidad de los recursos hídricos. La cantidad de agua descargada de las tierras agrícolas a cuerpos de agua esta influenciada por un uso del suelo que causan alteraciones en los diferentes componentes del ciclo hidrológico. La calidad del agua se afecta debido a la ruptura en el ciclo del carbono y los principales nutrimentos de las plantas, así como al transporte de sedimentos y sustancias químicas, disueltas en el agua, al manto freático, ríos y lagos.

PRINCIPALES ACTIVIDADES AGRICOLAS

La agricultura intensiva es fuertemente dependiente de productos químicos. Cerca de 19 billones de kilogramos de fertilizantes y 450 millones de pesticidas se usan anualmente en terrenos agrícolas en los Estados Unidos (OTA, 1990). El uso global de fertilizantes minerales ha roto las barreras del rendimiento de los cultivos y aumentado la producción agrícola (Tabla 1). Además de los fertilizantes minerales, el estiércol y otros residuos orgánicos son utilizados para incrementar la fertilidad del suelo. La eficiencia en el uso de fertilizantes y nutrimentos es generalmente baja, el rango va desde 10 hasta 60% dependiendo en el tipo de cultivo, tasa de fertilizante aplicado, labores de labranza, propiedades del suelo, etc.. Dependiendo de la química del elemento, una parte de los elementos que quedan en la solución del puede ser transportado a las aguas naturales.

El impacto de la utilización de estos productos químicos en la calidad del agua se desconoce, especialmente en países en desarrollo en donde la infraestructura y recursos necesarios para análisis aún no se encuentran presentes, en la mayoría de los casos. Además, el uso intensivo del suelo basado en cultivos múltiples es causa también de la contaminación de los recursos hídricos. Si este sistema no incluye periodos de descanso

para el restablecimiento del suelo, puede poner en marcha algunos procesos degenerativos del mismo con el consecuente impacto adverso en la calidad del agua.

Tabla 1. Uso global de fertilizantes y rendimiento promedio de grano.

Año	Fertilizante 106 Mg	Usado % incre/año	Rendimiento pro (mg/ha)	medio anual % incre/año
1950	15.1	--	1.05	--
1960	24.2	6.0	1.30	2.4
1970	59.2	14.5	1.35	1.9
1980	111.3	8.0	1.90	2.3
1990	142.9	2.8	2.20	1.6

PROCESOS DE SUELO Y CALIDAD DEL AGUA.

Los principales procesos físicos, químicos y biológicos del suelo que afectan la calidad del agua se muestran en la Tabla 2. Entre los procesos físicos algunos importantes son: la compactación, costras superficiales, y erosión acelerada del suelo. Los procesos físicos se ponen en movimiento al disminuir la calidad de la estructura del suelo dando como resultado una disminución en la capacidad de infiltración, y un incremento en el escurrimiento superficial. Una disminución en la estabilidad estructural, también incrementa la erodabilidad del suelo y el riesgo de erosión entre y en canalillos. El escurrimiento superficial y la erosión incrementan el transporte de sustancias químicas disueltas y deposición de sedimentos en aguas naturales. La precolación, transporte de sustancias químicas desde la superficie del suelo hacia el subsuelo a través del agua, es otro de los principales procesos que afectan la calidad del agua. La concentración de nutrientes solubles puede ser algunas ordenes de magnitud mayores en el agua percolada que en el agua superficial. La lixiviación es, generalmente, fuera de temporada, cuando no existen cultivos en el suelo. Los cultivos en procesos de crecimiento, absorben sustancias químicas solubles, por ejemplo: NO_3 , NH_4 , P, K, Ca, Mg, etc. La lixiviación puede acentuarse por medio del flujo de agua en macro poros del suelo. Lo cual implica un transporte más rápido del agua y los químicos disueltos en ella a través de grandes poros formados por la actividad biótica como son: lombrices, raíces de plantas y hoyos de animales. El flujo a través de macro poros, también puede ocurrir a través de grietas en el suelo. El flujo de agua a través de grietas es un proceso que ocurre predominantemente en suelos de textura pesada como son los Vertisoles. En general, la tasa y magnitud del flujo en macro poros está inversamente relacionada a aquellos que ocurren en el escurrimiento superficial. Además de la aplicación de nutrientes por medio de la fertilización, los nutrientes de las plantas, también se hacen disponibles por medio de la mineralización del humus y la materia orgánica del suelo. El proceso de humificación libera nutrientes inmovilizados en la materia orgánica y los hace solubles y disponibles para las plantas. La biomasa (muerta y activa) es el principal amortiguador contra la pérdida de nutrientes (por erosión o lixiviación) fuera del ecosistema. Por lo tanto, una baja en la biomasa total, actividad, y diversidad de especies en la fauna del suelo, pueden tener muy serios impactos negativos en la calidad del agua.

Tabla 2. Procesos del suelo que afectan la calidad del agua.

Proceso del Suelo	Impacto en la calidad del agua
1. Erosión de suelo	Transporte de sedimentos disueltos y suspendidos en el agua superficial.
2. Lixiviación	Movimiento de nutrientes, químicos agrícolas y carbón orgánico disuelto en el agua percolada.
3. Flujo en Macro poros	Transporte rápido de agua y contaminantes desde la superficie del suelo al capas inferiores.
4. Mineralización del humus	Liberación de compuestos solubles que son fácilmente lixiviados.

CD. JUAREZ, DGO. : CASO DE ESTUDIO.

En la Región Lagunera la contaminación del manto acuífero por nitratos es de gran importancia. Esta Comarca es la cuenca lechera número uno en el país; lo que implica que gran parte de sus recursos hídricos son destinados a la producción de forrajes, principalmente alfalfa, para el consumo de la ganadería estabulada regional. Estudios recientes (Castellanos y Peña-Cabriales, 1990; Hernández, 1997) han demostrado que el nivel de la concentración de nitratos en las aguas subterráneas se ha incrementando paulatinamente en los últimos años. Las causas principales de lo anterior, se argumenta, son el incremento en la aplicación de fertilizantes nitrogenados a cultivos forrajeros, las pesadas láminas de riego, y los desechos orgánicos provenientes de los sistemas pecuarios.

Sin embargo los estudios anteriores se ven limitados, como herramienta en la toma de decisiones del manejo de recursos hídricos, debido a su carácter puntual y a la nula asociación de la concentración de nitratos en el agua con características intrínsecas del suelo y del acuífero que determinan el destino final del contaminante en el agua subterránea.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es evaluar la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación potencial por nitratos usando el modelo numérico DRASTIC, ligado al Sistema de Información Geográfica (GIS) ArcView. Lo anterior, permitirá contar con una herramienta que nos permita hacer un análisis objetivo a nivel regional de las áreas con mayor potencial de contaminar el acuífero con nitratos, de tal manera que se puedan sugerir diferentes sistemas de manejo de cultivos para minimizar el impacto adverso de la agricultura en los cuerpos de agua regionales. Para lo anterior, es necesario generar bases de datos y cartografía digital específica del área de estudio a partir de mapas análogos generados por el INEGI. Esta ponencia presenta los procedimientos para la generación de parámetros necesarios por el modelo, así como resultados preliminares del estudio.

Acuífero

El presente trabajo se está realizando en la región que corresponde al acuífero de Ciudad Juárez. Este acuífero se localiza en el municipio de Lerdo, Durango. Está constituido por material granular, es un acuífero libre; cuenta con una área de 214 Km² y es explotado por 254 pozos que anualmente extraen 57.12 Mm³; su recarga anual es de 100.34 Mm³ y es un acuífero que forma parte del polígono de reserva de agua potable además de ubicarse dentro de la zona de veda para el alumbramiento de las aguas del subsuelo de fecha 6 de Diciembre de 1958.

Se considera que este sistema acuífero tiene dos entradas principales de aguas subterráneas: al occidente en el estrechamiento "Monterrey – León Guzmán" y al noroeste en la "bajada" proveniente del puerto El Soldado. Sin embargo, el río Nazas en su paso por el Valle de Villa Juárez es la principal fuente de recarga del sistema acuífero y, la respuesta de los niveles en los pozos, depende en gran medida del régimen de escurrimiento de la presa Fco. Zarco el cual permite la operación del distrito de riego de la Comarca Lagunera.

Modelo Drastic

El modelo es un índice de calidad del agua subterránea que sirve para evaluar el potencial de contaminación en grandes áreas usando las características hidrogeológicas de una región (Aller *et al.* 1985; Aller *et al.* 1987, Deichert *et al.*, 1992). Este modelo fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) en los años 80's. Este modelo emplea un sistema de clasificación numérico que asigna ponderaciones relativas a varios parámetros que ayudan en la evaluación de la vulnerabilidad relativa del agua subterránea a la contaminación.

Bases de Datos Digitales

La información básica para la generación de la base de datos digital proviene de los mapas temáticos análogos publicados por el INEGI a escala 1.50,000. Los mapas empleados para la generación de los parámetros requeridos por el modelo DRASTIC (Allen *et al.*, 1980) fueron: edafología, geología, vegetación y uso del suelo, así como los modelos de elevación digital (DEM) del área de estudio.

Estos mapas fueron digitalizados utilizando el sistema de información geográfica ArcView 3.1; los atributos asociados con cada uno de los rasgos geográficos se editaron utilizando el software Microsoft Access y se unieron al mapa digital a través del protocolo SLQ que para bases de datos emplea ArcView 3.1. El software Spatial Analyst 1.0 fue utilizado para la conversión de los mapas de formato vectorial a raster, así como para la reclasificación de los mismos y el análisis espacial de todas las coberturas.

RESULTADOS

Las diferentes coberturas necesarias para la obtención de los índices del modelo DRASTIC han sido digitalizadas. Los resultados muestran que la integración de un modelo numérico como lo es el Drastic, a un sistema de información geográfica como ArcView, nos permiten realizar análisis de los diferentes factores como: suelos, vegetación, geología, pendiente del terreno, niveles freáticos del acuífero, etc., espacialmente.

La información de los pozos profundos muestreados, indicó que el nivel freático en esta área se encuentra en un rango de 3 a 43 metros de profundidad aproximadamente; las pendientes del terreno son en el rango de 13 a 65 por ciento; mientras, que las unidades de suelo varían de fluvisoles (suelos muy permeables) a litosoles (poca o nula permeabilidad).

La Figura 1 muestra los niveles freáticos a partir de los cuales se generó los índices de percolación en el área de estudio, los cuales fueron obtenidos de acuerdo a la metodología propuesta por Williams and Kissel (1991). Este método es análogo a la Curva Numérica propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los Estados Unidos para determinar escurrimiento superficial total. Las áreas con mayor índice de percolación se presentan en las áreas aledañas a las riveras del Río Nazas. Cabe mencionar que es en estas áreas en donde la proliferación de ranchos ganaderos y siembras de cultivos forrajeros es notable.

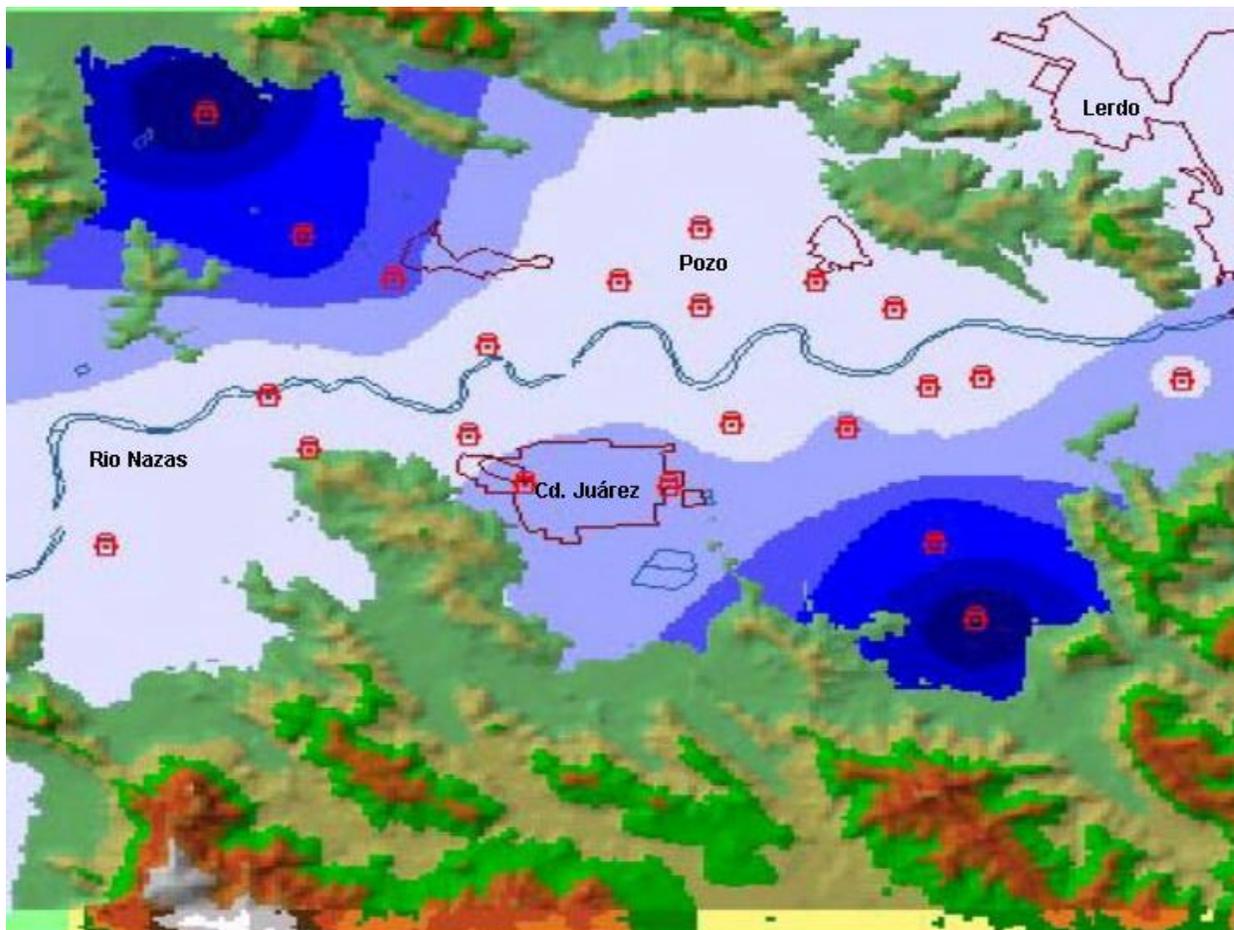


Figura 1. DEM presentando las isolíneas del nivel freático del área de Cd. Juárez, Dgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aller, L., T. Bennet, J.H. Lehr, and R.J. Petty, 1985." DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings". U.S. EPA, Robert S. Kerr Environment Research Lab., Ada, OK. EPA/600/2-85/0108, 163 pp.
- Castellanos, J.Z., 1981. La contaminación del agua por nitratos provenientes de la agricultura. SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Seminarios Técnicos 6(9):139-158.
- Castellanos, J.Z. y J.J. Peña-Cabriales, 1990. Los nitratos provenientes de la agricultura: Una fuente de contaminación de los acuíferos. Terra 8(1):113-126.
- Engel, B.A., 1992. Water quality modeling using Geographic Information System (GIS) data. , 1992 NASA/ASEE summer faculty fellowship program, Jhon F. Kennedy Space Center, University of Central Florida, August 10th, 1992.

- ESRI, 1996. Using ARC-View GIS. Environmental Systems Research Institute, Inc. 340 p. USA.
- Follet, R.F. and D.R. Kenny and R.M. Cruse, 1991. Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability. Soil Science Society of America, Madison, WI., pp. 285-322.
- Follet, R.F., M.J. Shaffer, M.K. Brodahl, and G.A. Reichman, 1994. NLEAP simulation of residual soil nitrate for irrigated and non-irrigated corn. Journal of Soil and Water Conservation 49(4):375-382.
- Hernández, C. 1997. Monitoreo de la concentración de nitratos en agua subterránea y desarrollo de sistemas de manejo del agua y fertilizantes para prevenir la contaminación de las reservas acuíferas en la Región Lagunera. Proyecto CONACYT-SIREYES. 27 pp.
- INEGI, 1998. Catálogo de productos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 162 p. Mexico, D.F.
- Martínez Rodríguez, J. G., J. Martínez Saldaña, J.Z. Castellanos Ramos y C. Sarabia Flores. 2001. Determinación espacial de la vulnerabilidad de un acuífero a ser contaminado por nitratos. "XI Congreso Nacional de Irrigación. Guanajuato, Guanajuato, México. 19-21/09/2001". En prensa.
- Williams, J.R. and D.E. Kissel. 1991. Water Percolation: An indicator of Nitrogen-leaching potential. In. Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability. Soil Science Society of America, Madison, WI., Chapter 4.

METODOS MICROMETEOROLOGICOS PARA MEDIR FLUJOS DE CALOR Y VAPOR DE AGUA ENTRE LOS CULTIVOS Y LA ATMOSFERA

Alejandro Zermeño González

UAAAN; Departamento de Riego y Drenaje
Saltillo, Coahuila México.

INTRODUCCION.

Desde hace varias décadas, los ingenieros agrícolas han desarrollado varios métodos para medir el consumo de agua por los cultivos, lo cual corresponde a un flujo de vapor de agua desde el suelo hacia la atmósfera. Entre estos métodos podemos mencionar a los que miden directa o indirectamente los cambios en la humedad del suelo como el gravimétrico, aspensor de neutrones, tensiómetros y el método de resonancia magnética (Time Domain Reflectometry). El uso de lisímetros (pesada y volumétricos) y el uso de cámaras. Estos métodos se han utilizado ampliamente, sin embargo presentan algunas desventajas entre las cuales podemos mencionar: los muestreos de la humedad del suelo son lentos, laboriosos y están sujetos a varias fuentes de error, el aspensor de neutrones es laborioso, y requiere de un operario de tiempo completo para su operación, los tensiómetros tienen un rango muy limitado de medición de la tensión de la humedad del suelo (0 a 100 KPa) y se requiere disponer de la curva de tensión contra contenido de humedad para poder relacionar las mediciones de tensión con el contenido de humedad del suelo. Los lisímetros son muy costosos, son fijos y se ha observado que la distribución radicular y de la humedad del suelo dentro del lisímetro puede ser diferente a la del resto de la superficie, esto puede resultar en diferencias de evapotranspiración entre las plantas dentro y fuera del lisímetro. Las mediciones realizadas con las cámaras generalmente alteran las condiciones climáticas del aire cerca de las plantas en las cuales se conducen los muestreos

Los métodos micrometeorológicos tienen varias ventajas sobre los métodos anteriormente mencionados, ya que estos causan mínimas alternaciones del microclima del ecosistema bajo estudio, permiten realizar mediciones continuas y proveen mediciones integrales del flujo (Baldochi et al., 1988). Además de que las mediciones realizadas corresponden a superficies extensas.

MÉTODOS MICROMETEOROLÓGICOS

Los principales métodos micrometeorológicos son: El de la relación Bowen, el aerodinámico y el de la correlación eddy. Todos los métodos consisten en medir los componentes de la ecuación del balance de energía para una superficie vegetal sin considerar los términos menores, la cual se puede escribir de la siguiente forma:

$$R_n - G = H + LE \quad 1$$

Donde, R_n es la radiación neta, G es el flujo de calor en la superficie del suelo, H es el flujo de calor sensible y LE es el flujo de calor latente, todos en Wm^{-2} .

1. Método de la relación Bowen

Este método a sido empleado por muchos investigadores (Tanner, 1960; Verma and

Rosenberg, 1975; y Hartman and Gay, 1981) para medir el flujo de calor y vapor de agua en diferentes cultivos. Partiendo de la ecuación del balance de energía y definiendo B como la relación entre el flujo de calor sensible y el flujo de calor latente (B=H/LE), podemos obtener:

$$LE = \frac{Rn - G}{1 + B} \tag{2}$$

Obteniendo LE y B, el flujo de calor sensible (H) se obtiene con:

$$H = B * LE \tag{3}$$

El valor de la relación Bowen se obtiene a partir de las relaciones de gradiente flujo. Los flujos de calor sensible, calor latente, bióxido de carbono y momento se pueden expresar como:

$$H = \rho C_p K_h \frac{\partial \bar{T}}{\partial Z} \tag{4}$$

$$LE = \lambda K_w \frac{\partial \bar{q}}{\partial Z} \tag{5}$$

$$F_{CO_2} = K_{CO_2} \frac{\partial \bar{r}_{CO_2}}{\partial Z} \tag{6}$$

$$t = \rho K_m \frac{\partial \bar{U}}{\partial Z} \tag{7}$$

Donde K_h , K_w , K_{CO_2} , K_m son coeficientes de difusividad turbulenta (eddy diffusivities) para calor sensible, calor latente, flujo de CO₂ y flujo de momento, $\partial T/\partial Z$, $\partial q/\partial Z$, $\partial r_{CO_2}/\partial Z$ y $\partial U/\partial Z$ son los gradientes verticales promedio de temperatura del aire, humedad específica, concentración de bióxido de carbono y velocidad horizontal del viento, ρ y C_p son la densidad y capacidad calorífica del aire respectivamente y λ es el calor de vaporización del agua.

Asumiendo que los gradientes verticales promedio de temperatura y humedad específica se pueden aproximar con las diferencias verticales promedio, de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial Z} \approx \frac{\Delta \bar{T}}{\Delta Z}; \dots\dots\dots y; \dots\dots\dots \frac{\partial \bar{q}}{\partial Z} \approx \frac{\Delta \bar{q}}{\Delta Z} \tag{8}$$

Con la consideración anterior, la relación Bowen se puede escribir de la siguiente forma:

$$B = \frac{H}{LE} = \frac{\rho C_p K_h \frac{\Delta \bar{T}}{\Delta Z}}{\lambda K_w \frac{\Delta \bar{q}}{\Delta Z}} \tag{9}$$

Asumiendo que $K_h = K_w$ (teoría de la similitud) y definiendo $\gamma = C_p/\lambda$ tendremos:

$$B = g \frac{\overline{\Delta T}}{\Delta q} \quad 10$$

Las mediciones requeridas por este método son: Radiación neta sobre el dosel del cultivo, flujo de calor en la superficie del suelo, temperatura del aire y humedad específica a dos elevaciones sobre el dosel del cultivo. Las mediciones de temperatura y humedad relativa se realizan generalmente a una separación vertical de un metro. Las principales ventajas de este método son: Es muy robusto a las condiciones atmosféricas adversas, no requiere asistencia continua y puede operar por periodos prolongados de tiempo. Algunas de las desventajas de este método son: Muy sensible a los errores en las mediciones de radiación neta y flujo de calor en el suelo, En ecosistemas muy secos donde los gradientes verticales de humedad específica son muy pequeños, las mediciones son muy difíciles de realizar, cuando el resultado de la relación Bowen tiende a un valor de uno, el método es inestable.

Instrumentación.

El gradiente de temperatura (ΔT) se mide utilizando termopares de alambre fino de chromel constantan (76.2 μm de diámetro), el gradiente de humedad específica (Δq) se mide con un higrómetro de punto de rocío de respuesta rápida, estas mediciones se deben realizar a una frecuencia de 1 segundo y promedios de 20 a 30 minutos. La radiación neta se mide con un radiómetro neto y el flujo de calor en la superficie se obtiene midiendo el flujo de calor 8 cm con plato para flujo de calor y realizando la corrección por cambios de temperatura del suelo sobre el plato.

2. Método Aerodinámico.

En este método el coeficiente de difusividad turbulenta se deriva a partir de la ecuación de flujo de momento y la relación de perfil del viento sobre el dosel:

$$\frac{\partial \overline{U}}{\partial Z} = \frac{u_*}{Kz} f_m \quad 11$$

Donde, u_* es la velocidad de fricción = $(\tau/\rho)^{1/2}$, K es la constante de Karman (≈ 0.40) y f_m es la función adimensional del esfuerzo cortante del viento (función de estabilidad diabática) Sustituyendo la ecuación 7 en la ecuación 11 obtenemos:

$$K_m = k^2 z^2 \frac{\partial \overline{U}}{\partial z} f_m^{-2} \quad 12$$

Sustituyendo la ecuación 12 en las ecuaciones 4, 5 y 6, podemos obtener las ecuaciones para el flujo de calor sensible, calor latente y bióxido de carbono:

$$H = r C_p k^2 z^2 \left(\frac{\partial \overline{U}}{\partial z} \right) \left(\frac{\partial \overline{T}}{\partial z} \right) (f_m^{-2}) \left(\frac{K_h}{K_m} \right) \quad 13$$

$$LE = \mathbf{r}k^2 z^2 \left(\frac{\partial \bar{U}}{\partial z}\right) \left(\frac{\partial \bar{q}}{\partial z}\right) (\mathbf{f}_m^{-2}) \left(\frac{K_w}{K_m}\right) \quad 14$$

$$F_{CO_2} = k^2 z^2 \left(\frac{\partial \bar{U}}{\partial z}\right) \left(\frac{\partial \overline{\mathbf{r}c_{O_2}}}{\partial z}\right) (\mathbf{f}_m^{-2}) \left(\frac{K_{CO_2}}{K_m}\right) \quad 15$$

Para superficies aerodinámicas rugosas, se debe usar z-d en lugar de z en las ecuaciones 13-15, donde d es el desplazamiento del plano cero. ϕ_m y las relaciones Kh/K_m , K_w/K_m , K_{CO_2}/K_m son función de la estabilidad térmica de la atmósfera, la cual se puede expresar en función del número de Richardson, Ri:

$$Ri = \frac{g \left(\frac{\partial \bar{T}_v}{\partial z}\right)}{\bar{T}_v \left(\frac{\partial \bar{U}}{\partial z}\right)^2} \quad 16$$

Donde g es la aceleración de la gravedad y T_v es la temperatura virtual potencial. Se han desarrollado varias relaciones empíricas para estimar el valor de \mathbf{f}_m y las relaciones de Kh/K_m , K_w/K_m y K_{CO_2}/K_m en función de las diferentes condiciones de estabilidad atmosférica. Las relaciones propuestas por Dyer y Hicks (1970) y Webb (1970) se presentan a continuación.

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_m &= (1 - 16Ri)^{-0.25} \text{ para condiciones de atmósfera inestable (Ri} < 0) \\ &= (1 - 5.2Ri)^{-1} \text{ para condiciones de atmósfera estable (Ri} > 0) \quad 17 \\ \frac{Kh}{K_m} &= \frac{K_w}{K_m} = \frac{K_{CO_2}}{K_m} = (1 - 16Ri)^{0.25} \text{ Para condiciones inestables} \\ &= 1 \text{ para condiciones estables.} \end{aligned}$$

Con las mediciones de los gradientes verticales de la velocidad promedio del viento, temperatura del aire, humedad específica y concentración de CO_2 , y utilizando las ecuaciones 13, 14 y 15, se pueden obtener los flujos de calor sensible, calor latente y bióxido de carbono.

3. Método de la Correlación Eddy.

A diferencia del método aerodinámico y el de la relación Bowen, La correlación eddy es un método directo para medir los flujos superficiales, sin la necesidad de asumir coeficientes de difusividad ni relaciones de similitud, ni condiciones de cobertura de la superficie (Kanemasu *et al.*, 1979). En este método, el flujo vertical de una entidad transportada en un determinado punto, se obtiene correlacionando las fluctuaciones de la concentración de esa entidad con las fluctuaciones en la velocidad vertical del viento. Por ejemplo, los flujos de calor sensible (H), calor latente (LE) y bióxido de carbono (F_{CO_2}) sobre una superficie horizontal homogénea están dados por:

$$H = \mathbf{r}c_p \overline{w'T'} \quad 18$$

$$LE = \mathbf{r} \overline{w'q'} \quad 19$$

$$F_{CO_2} = \overline{w' \rho_{CO_2}'}$$

20

Donde w es la velocidad vertical del viento, T es la temperatura del aire, ρ es la densidad del aire, C_p es la capacidad calorífica del aire a presión constante λ es el calor de vaporización del agua, ρ_{CO_2} es la concentración del CO_2 , las barras horizontales superiores indican un promedio en un intervalo de tiempo y las primas denotan desviaciones de la media.

Las principales ventajas de este método son: Mide directamente el flujo de calor, vapor de agua y bióxido de carbono, no se asume valores de coeficientes, las mediciones son independientes, permite analizar la precisión del balance de energía ($R_n = H + LE + G$), es considerado el método más preciso para medir flujos superficiales. Algunas de las principales desventajas de este método son: Es un equipo muy costoso, el equipo es delicado y sensible, requiere atención continua.

Instrumentación.

Dado que los remolinos (eddies) cerca de la superficie son muy pequeños y rápidos, las mediciones se deben hacer a una frecuencia alta (5 a 10 Hz), para obtener promedios de 20 a 30 minutos. La componente vertical del viento (w) se mide con un anemómetro sónico unidimensional o tridimensional, la temperatura del aire (T) se mide con termopares de alambre fino de chromel-constantan (1.27 μm de diámetro) y la humedad específica con un higrómetro de kriptón de respuesta rápida.

REFERENCIAS

- Baldocchi, D.D., Hicks, B.B. and Meyers, T.P. 1988. Measuring biosphere-atmosphere exchange of biologically related gases with micrometeorological methods. *Ecology*, 69(5), 1331-1340.
- Dyer, A.J. and Hicks, B.B. 1970. Flux-gradient relationships in constant flux layer. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 98, 206-212.
- Hartman, R.K. and Gay, L.W. 1981. Improvements in the design and calibration of temperature measurement systems. *Proceedings of the 15th Conference of Agricultural and Forest Meteorology*. 210 pp.
- Kanemasu, E.T., Wesley, M.L., Hicks B.B. and Heilman, J.L. 1979. Techniques for calculating energy and mass fluxes. In: *Modification of the Aerial Environment of Crops*. B.L. Barfield and J.F. Gerber, (eds), Amer. Soc. Of Agric. Eng., St. Joseph, MI.
- Tanner, C.B. 1960. Energy balance approach to evapotranspiration from crops. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 24, 1-9.
- Verma, S.B. and Rosenberg, N.J. 1975. Accuracy of lysimetric energy balance and stability corrected aerodynamic methods of estimating above-canopy flux of CO_2 . *Agron. J.*, 67, 699-704.
- Webb, E.K. 1970. Profile relationships: the log-linear range and extension to strong stability. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 96, 67-90.

SITUACIÓN DE LA FIEBRE AFTOSA EN EL MUNDO Y SU PREVENCIÓN EN MÉXICO

Oscar Lorenzana Pineda

SAGARPA-CONASAG

DEFINICION

La Fiebre Aftosa (FA) es una enfermedad altamente contagiosa, generalmente de curso agudo, de los animales domésticos y silvestres de pezuña hendida caracterizada por la presentación de fiebre y la formación de vesículas en los espacios interdigitales, rodete coronario de pezuñas, pezones, ollares y cavidad bucal, lengua, cojinete dental, encías y paladar blando. Otros signos aparentes son la apatía, los abortos y ocasionalmente la muerte de becerros, lo que junto con la disminución en la producción de leche y las cojeras, se relaciona directamente con la disminución de la producción y por lo tanto con el impacto económico de la enfermedad. Las especies más afectadas por orden de susceptibilidad son la bovina, porcina, ovina y caprina. Afectando también a otras especies de animales como llamas, cerdos salvajes, servidos, puercoespín es, armadillos, nutrias, elefantes, capibaras, roedores, osos pardos y búfalos, eventualmente se han afectado perros jóvenes, gatos, conejos y chinchillas.

El virus puede ser transmitido a una zona libre a través de animales infectados, diseminación por aerosoles, alimentación de animales susceptibles con desechos contaminados como carne, leche, huesos, entre otros, personas, vehículos u otros objetos contaminados o mediante inseminación artificial con semen de animales infectados y por biológicos contaminados.

Dentro de las diferentes especies que se ven afectadas se han caracterizado roles de transmisión en donde los ovinos actúan como huéspedes de mantenimiento, los suinos como amplificadores y los bovinos como indicadores. Esto es debido a que los ovinos y caprinos presentan signología leve, lo que dificulta su diagnóstico y facilita la diseminación del virus durante este período.

El período de incubación de la enfermedad está en el intervalo de 24 horas hasta 10 días y de acuerdo a la OIE el período de incubación máximo a considerar para fines de rastreo epidemiológico es de 14 días.

El diagnóstico de la enfermedad comienza en campo, a través de la presentación de los signos compatibles con enfermedades de tipo vesicular. El muestreo se realiza de fluidos o epitelio de las lesiones vesiculares y en ausencia de éstos, de líquido esófago faríngeo (Probang). En el laboratorio se realiza el diagnóstico diferencial con otras enfermedades vesiculares y el diagnóstico definitivo se realiza a través de pruebas de Fijación de Complemento, ELISA o aislamiento viral, para después poder realizar la tipificación y la subtipificación.

La FA no afecta al humano, aún cuando la literatura menciona casos muy esporádicos detectados en personas que conviven estrechamente con animales afectados, sumado a una predisposición individual por factores inmunodepresivos, por lo que no se considera una enfermedad de importancia en salud pública.

SITUACIÓN DE LA FIEBRE AFTOSA EN EL MUNDO

La enfermedad fue observada por primera vez en 1546 en Venecia, y constituye la primera enfermedad de los animales asociada etimológicamente con agentes virales. La FA es la enfermedad animal más transmisible y la más difundida en el mundo, existe desde siempre en África y Asia y a partir del siglo XIX en Sudamérica. Únicamente se encuentran libres Australia, Centroamérica, El Caribe, Croacia, República Checa, Chile, Chipre, Dinamarca, EUA, Finlandia, Hungría, Indonesia, Islandia, Japón, México, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Ucrania y Uruguay, otros países de Europa que se encuentran libres pero actualmente se consideran de riesgo, debido a los recientes brotes en el Reino Unido, Francia, Holanda y República de Irlanda (mapa).

La enfermedad es causada por un virus ARN de la familia picornaviridae con 7 tipos diferentes que son A, O, C, ASIA1, SAT1, SAT2 y SAT3 y más de 60 subtipos. Los países que padecen la enfermedad en forma endémica utilizan la vacunación como una forma de control, la vacunación protege contra un tipo determinado y algunos de sus subtipos, pero no protege contra otro tipo de virus diferente. En los países que son libres tradicionalmente o que han logrado erradicar la enfermedad, prefieren no utilizar la vacunación cuando se presenta un brote, ya que la vacuna puede enmascarar la enfermedad, lo que permitiría la existencia permanente de animales infecciosos que pueden transmitir la enfermedad, por esta razón las acciones de erradicación se basan en el sacrificio de los animales infectados para evitar la circulación del virus.

La FA es la enfermedad de los animales para la que se dispone de mayores recursos en el mundo para su prevención y combate, ya que representa un grave problema económico a los países que la padecen, debido a las pérdidas que ocasiona en la producción de leche, carne y otros productos, así como por los altos costos de los programas de control y a las restricciones del comercio internacional. La presencia de la FA en aquellos países cuya ganadería tiene importancia económica, obliga a la vacunación sistemática del ganado dos o tres veces al año, esto implica un costo elevado, tanto para el sector público como para el privado.

El 20 de febrero del 2001 el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Reino Unido (RU) anunció a la comunidad internacional la presencia de un foco de FA tipo O en ese país, por lo que se iniciaron acciones de erradicación por medio del sacrificio de animales afectados y las medidas básicas sanitarias de limpieza y desinfección de las granjas. Aunque el brote se considera ya controlado, se siguen presentando un promedio de 3 brotes diarios, desde la última semana, por lo que hasta el momento se han confirmado un total de 1948 focos en todo el territorio, sacrificándose aproximadamente más de 3,700,000 animales. Hasta la fecha el costo del brote en el Reino Unido es aproximadamente de 14 billones de dólares.

Ante esta situación, los estados integrantes de la Unión Europea iniciaron actividades de prevención con el sacrificio de aquellos animales que habían sido importados recientemente del RU y sus contactos, sin embargo, a partir del 13 de marzo del 2001 se detectaron dos focos en Francia, 26 focos en Los Países Bajos desde el 21 de marzo y un foco en la República de Irlanda presentado el 22 de marzo.

Las importaciones de animales susceptibles vivos o sus productos, provenientes de Francia, el RU y los Países Bajos se siguen rastreando en la Unión Europea, y se continúa con la aplicación de las medidas sanitarias básicas de sacrificio, limpieza y desinfección. Además la

Unión Europea ha declarado alerta epidemiológica prohibiendo las movilizaciones de animales, productos y subproductos de los países infectados considerados en riesgo.

Por otro lado, los 5 focos encontrados el 12 de marzo en Argentina han hecho que la Comunidad Europea imponga un embargo a la carne fresca de todas las especies susceptibles, procedentes de ese país. Es importante mencionar que los focos en Argentina, son causados por un virus con serotipo diferente al causante de los focos en Europa, por lo que estos brotes no están relacionados entre sí. En los casos de Argentina, el virus detectado es el mismo que se encuentra en forma endémica en los países del norte de Sudamérica (A). Hasta el momento Argentina ha reportado 1429 focos en todo el país.

Uruguay reportó un brote de fiebre aftosa el 25 de abril y hasta la fecha se han encontrado 1596 focos de FA tipo A en Uruguay, a lo ancho de todo el país.

Medidas de control en Uruguay: Se prohibió a partir 28 de abril del 2001, todo tipo de movimiento de animales incluyendo especies no susceptibles en todo el territorio nacional, extendiendo la prohibición ya vigente a los traslados a faena inmediata. El día 30 de mayo se suspendió el sacrificio sanitario habiéndose destruido un total de 5.295 bovinos, 1481 ovinos y 332 suinos, indemnizándose por un monto de 1.866.783. Se mantiene la vacunación perifocal en anillo y se creó una zona de contención aplicando una vacunación estratégica sobre una población de 842,000 bovinos en seccionales policiales de San José, Flores, Durazno, Tacuarembó, Río Negro; Paysandú y Salto, que limita las áreas afectadas. Complementando las medidas sanitarias en los focos, se ubicaron puesto fijos de control y desinfección, en lugares estratégicos sobre las principales rutas de acceso a las áreas afectadas. Se reinició la emisión de certificados sanitarios para la exportación de productos de origen animal que no representan riesgo.

Bolivia reportó el 25 de mayo un caso confirmado.

Según las actividades de vigilancia que han sido llevadas a cabo, ya no existe la fiebre aftosa en la región de Turquía. Se vacunó contra la fiebre aftosa, con vacuna trivalente, a 7,547 bovinos y 7,020 ovinos y caprinos presentes en 12 aldeas alrededor del foco.

Brasil reportó desde el 25 de mayo cuatro casos confirmados en su zona libre, sumándose hasta la fecha 17 casos.

El 26 de abril Kuwait ha reportado cuatro casos de FA tipo O, el último caso fue el 25 de mayo.

Mongolia reportó 5 casos desde el 25 de mayo de FA tipo O.

Desde el 14 de abril Arabia Saudita reportó 46 casos confirmados de Fiebre Aftosa tipo O.

LA VIGILANCIA DE LA FIEBRE AFTOSA EN MÉXICO

México sufrió la presencia de esta enfermedad entre 1946 y 1954 a raíz de la importación de ganado cebú procedente del Brasil identificándose el subtipo A en este brote. Se ocasionaron pérdidas cuantiosas en la ganadería del país, con el sacrificio de un millón de cabezas de ganado, la aplicación de 60 millones de dosis de vacuna y la erogación por concepto de gastos directos de 250 millones de dólares, además de la pérdida de líneas

genéticas. El costo para México fue muy alto por carecer en aquel tiempo, de una estructura sanitaria capaz de responder en forma inmediata ante una emergencia, lo que permitió que la enfermedad se difundiera a casi la mitad del país.

Debido al brote de FA en México, en 1947 la Comisión Agrícola México- Estados Unidos decide crear la Comisión México-Americana para la Erradicación de la Fiebre Aftosa, para cooperar en el control y la erradicación de la enfermedad. Posteriormente fue llamada Comisión para la Prevención de la Fiebre Aftosa.

Actualmente a la Comisión se le conoce como la Comisión México-Estados Unidos para la Prevención de la Fiebre Aftosa y otras Enfermedades Exóticas de los Animales y desde su creación realiza las actividades de vigilancia epidemiológica, capacitación a médicos veterinarios y productores, así como atención del reporte de casos sospechosos y su diagnóstico en el Laboratorio de Alta Seguridad de la misma Comisión, asimismo se cuenta con planes y programas de emergencia, así como el mantenimiento conjunto con Estados Unidos y Canadá de un Banco de Vacuna contra FA con dosis vacunales para cada uno de los diferentes serotipos para uso inmediato en caso de contingencia. En la Comisión y en el Laboratorio de Alta Seguridad se atienden todos los reportes de casos sospechosos las 24 horas del día los 365 días del año.

Uno de los hechos más importantes en México, para la protección de la ganadería nacional, fue la creación, por parte de la entonces SAGAR, del Sistema Nacional de Emergencia en Salud Animal (SINESA), que se institucionalizó el 16 de febrero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación, cuyo objetivo es el control y/o erradicación de las enfermedades exóticas de los animales. Posteriormente, el 18 de junio de 1993 se publicó la Ley Federal de Sanidad Animal y el SINESA cambió su nombre al de Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal (DINESA).

Para dar cumplimiento a lo anterior se estableció un programa continuo de capacitación por medio de cursos, seminarios y simulacros, dirigidos al personal técnico relacionado con el subsector pecuario, sobre la prevención, control y/o erradicación de las enfermedades exóticas y que permite la especialización y selección para su posterior integración al organigrama de los Grupos Estatales de Emergencia en Salud Animal (GEESA). A partir de 1990 y hasta el 2000 se han formado 29 grupos en el país con 946 integrantes.

Cuando se confirma la presencia de alguna enfermedad exótica en el territorio nacional, se activa el DINESA y se convoca al personal oficial y privado a incorporarse a las funciones para las que ha sido capacitado.

El Director General de Salud Animal funge como Coordinador General del DINESA, en tanto el Vocal Ejecutivo es el Director de la CPA y los siete Coordinadores Regionales de la CPA-DINESA que se encuentran distribuidos en el país, son los responsables de la operación en campo.

ACTIVIDADES QUE MÉXICO ESTÁ REALIZANDO PARA PREVENIR LA INTRODUCCIÓN DE LA FIEBRE AFTOSA.

México cuenta con un sistema de prevención de enfermedades exóticas que se inicia con el monitoreo permanente de la situación sanitaria respecto a la enfermedad a nivel mundial y particularmente en aquellos países con los que se mantienen lazos comerciales. Con base en esta información, la Dirección General de Salud Animal emite requisitos zoonosanitarios de importación, sustentados en estudios de análisis de riesgo. La verificación del cumplimiento de estos requisitos en los puntos de ingreso al país la realiza la Dirección General de

Inspección Fitozoosanitaria (DGIF) en puertos, aeropuertos y fronteras. En el caso de que alguna enfermedad logre franquear esta primera barrera, se cuenta con un sistema de vigilancia epidemiológica para la atención inmediata de todos los casos sospechosos de enfermedades exóticas y para su diagnóstico en laboratorio a través de la CPA. Debido a los focos de FA que se han presentado en el RU y en otros países de Europa, así como en los países de Sudamérica, adicionalmente a partir del 20 de febrero, la Dirección General de Salud Animal, en coordinación con la DGIF, han reforzado las acciones preventivas que regularmente se aplican para evitar el ingreso de FA:

1. La prohibición de la importación de animales y sus productos provenientes de los países en riesgo. Sin embargo, la introducción de productos cárnicos de rumiantes y porcinos, ya estaba detenida desde años anteriores, debido a la presencia de otras enfermedades en estas especies en algunos países europeos.
2. Inspección de los contenidos de embarques de productos provenientes de Europa y otros países de riesgo, desinfección de contenedores y verificación de la documentación de autorización de importaciones.
3. Utilización de tapetes sanitarios para los pasajeros de embarcaciones o vuelos provenientes de los países europeos en riesgo.
4. Presentación del cuestionario especial para conocer la procedencia de los pasajeros y recomendar que no visiten explotaciones agropecuarias.
5. Inspección detallada del equipaje de los pasajeros en búsqueda de artículos que pudieran poner en riesgo la situación zoonosana de México.
6. Manejo sanitario de desperdicios o comisariatos provenientes de las aeronaves y embarcaciones marítimas.
7. Definición de áreas de sobre vigilancia por parte de la CPA, para detectar cualquier caso sospechoso en regiones aledañas a los aeropuertos y puertos donde arriban naves procedentes de Europa.

Con las medidas que México aplica en la primera barrera de defensa, en forma de inspección en puertos, aeropuertos y fronteras, además del incremento de la vigilancia activa, en este momento, el riesgo de la introducción de la FA a nuestro país es bajo. Sin embargo, debemos estar alerta e informar cualquier sospecha de la presencia de esta enfermedad de forma inmediata a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de las Delegaciones Estatales, Distritos de Desarrollo Rural o directamente a la CPA en sus oficinas de la Ciudad de México a los teléfonos 5259 30 35, 5259 14 41, 5259 48 77, por cobrar, las 24 horas del día.

HUMAN POPULATION GROWTH, RANGELANDS AND ECOSYSTEM SERVICES

Jerry Holechek

Author is professor of Range Science, Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico 88003. This paper was supported by the New Mexico Agricultural Experiment Station and was part of project 1-5-27417.

INTRODUCTION

Conversion of rangeland to various other uses during the last 20 years has become an important management concern (Holechek *et al.* 2001). This trend is largely driven by rapid human population increase and a demographic shift from the eastern to western United States. Analyses of human population growth and the consequences for rangelands in the 21st century are needed but are lacking in the literature. This paper will consider global and national trends in the human population growth using the most recent reports and the implications for rangelands and the human condition.

OVERVIEW

In 2000 the world's human population reached 6.1 billion which is twice as many as in 1960 (United Nations Development Programme 2000). Presently the world human population is growing at a rate of 80 million per year. In terms of numbers this is the most rapid rate of growth in world history (Table 1). Although fertility rates have declined faster than expected, the world population growth rate is 1.3% per year compared to 1.5% in 1990. By 2050 it is expected that 10 billion people will inhabit the planet (Table 2, Figure 1). Over the past 300 years, world population growth rates per year increased from 0.3% in 1700 to 0.6% in 1900 to the current rate of 1.3% (McQueen 2000). This rate of increase has actually exceeded the growth rate calculated by Thomas Malthus (1768-1834) who predicted the world human population would exceed food supplies sometime between 1850 - 1900 (Kleiber 1961). Although birth rates have fallen substantially from six children in 1900 to 2.2 children per female in 2000, human longevity has increased from 40 years (1900) to 60 - 80 years (2000) depending on country. Improved healthcare, rapid increases in food production, and various other technological advances explain how the world today can support nearly four times more people than in 1900 at a much higher standard of living (Holechek *et al.* 2000, Mc Queen. 2000). Although various scenarios are possible, most experts believe the world's human population will be between 13 - 16 billion by 2100. This will lead to unprecedented demands on the earth's natural resources.

Table 1. World human Population milestones.

Year	Population (billions)
1000	0.31
1500	0.50
1800	0.98
1900	1.65
1930	2.07
1950	2.52
1960	3.02
1974	4.00
1987	5.00
1999	6.00

Sources: Mc Queen 2000; United Nations 1994; United Nations 1998.

Table 2. Projection of world population in millions of people and its geographical distribution.

Area	Year				
	1950	1995	2050	2100	2150
World	2524	5687	9367	10414	10806
Africa	224	719	2046	2646	2770
Asia	1402	3438	5443	5851	6059
China	555	1220	1517	1535	1596
India	358	929	1533	1617	1669
Europe	547	728	638	579	595
North America	172	297	384	401	414
Latin America and the Caribbean	166	477	810	889	916
Oceania	13	28	46	49	51

Sources: Mc Queen 2000; United Nations 1998.

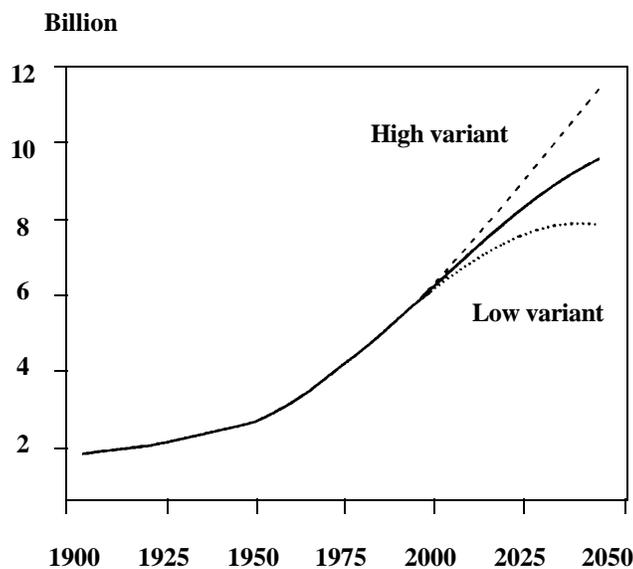


Figure 1. Projected world population growth from 1900 to 2050 under three assumptions (Source: U.N. Population Division).

In the United States, there are currently 281.4 million people. The USA has been growing at near 1.1 percent per year for the last 30 years. The USA is projected to have 420 - 450 million by 2050 and somewhere between 500 and 600 million by 2100. This, of course, depends on birth rates, immigration rates, and life expectancy levels. Many ecologists and environmental planners have serious doubts about the earth's capability to support 12 billion people. However, the USA can probably support 500 million but the quality of life is uncertain.

During my career in natural resource management I have been influenced on human population issues primarily by two learned scholars who might be referred to as Dr. Doomsday (Paul Erlich) and Dr. Cornucopia (Julian Simon). In the late 1960's when I attended college, Dr. Erlich had recently completed his book titled "The Population Bomb". This book made a convincing doomsday case that human population growth would overwhelm food production capability and cause severe pollution in the last 30 years (1970-

2000) of the twentieth century. This supposedly would cause widespread human misery from famine, disease, and war leading ultimately to a major reduction in both human population and quality of environmental support systems (land, air, water, energy, genetic material). A contrasting cornucopian view espoused by Dr. Simon in his 1981 book "The Ultimate Resource" became popular under the Reagan administration of the 1980's. The essence of this view was that environmental problems were greatly exaggerated and people (brain power) are the most vital resource in solving the world's problems. In order to unleash this brain power, democratic, market oriented social political systems are required. Basically the idea here is that technology involving substitution, miniaturization, recycling, molecular engineering, and other innovations can overcome any kind of scarcity or environmental problem brought about by more people (Miller 1990). Generally the doomdayers have had their training in biological or ecological sciences while the cornucopians have an economic or financial background. The 1970's gave credibility to the doomdayers as food and energy prices rose sharply, famines occurred in China and India, and the United States experienced protracted stagflation (Holechek *et al.* 2000, Schiller 2000). However, President Ronald Reagan implemented a set of supply side economic policies in the 1980's that helped revive economic growth and stabilized food and energy prices (Schiller *et al.* 2000). The fall of Communism in the Soviet Union in 1990 further reinforced the cornucopian view that human hardship was primarily a function of unsound social/political policies.

Presently great concern about human population growth remains among some of the conservation community, but the public in general is more apathetic than in 1980. Dr. Erlich's dire projections in 1968 have been somewhat discredited by various reports that show improving living conditions in the developed countries in the past 20 years (Schiller 2000, Holechek *et al.* 2000). On the other hand in several developing African and Asian countries little or no improvement has occurred. Many reports suggest the human carrying capacity of the world has been exceeded, and air, water, land and genetic resources are being rapidly degraded (Wackemagel and Rees 1996). Who was more right in the longer run (Dr. Erlich versus Dr. Simon) remains a serious question. It is generally accepted by ecologists and biologists that at some point physical resources will determine the limit of human population growth (McQueen 2000). The newest technology and most efficient economic system will not be enough to overcome scarcity of water, arable land, and energy needed to provide basic necessities such as food, shelter, clothing and heating. Most estimates of world human carrying capacity fall between 4 to 16 billion people (McQueen 2000). These estimates do not take into account quality of life and they assume equity in distribution of resources. Presently 18% of the world's population (1.1 billion people) live in severe poverty and life is hardly comfortable (United Nations Development Programme 2000). The richest 7 nations (USA, Canada, Great Britain, France, Germany, Japan, Italy) have only 10% of the world's population but annually account for 40% of the consumption of fossil fuels, forest products, and a variety of other commodities. The world's consumption rate of natural resources has grown even faster than the human population since 1950. However, climatic change and creation of pollution in excess of the world's detoxification capabilities are of more immediate concern than resource exhaustion (United Nations 1998).

The major constraints that confront mankind worldwide over the next 50 years include food scarcity, water scarcity, water contamination, climatic change, air contamination, energy scarcity, farmland depletion and loss of bio-diversity (United Nations Development Programme 2000). Destruction of rain forest is a particular concern because of the critical value of these areas in preventing climatic change and extinction of plant and animal species. About 35% of the world's forests have been removed since 1900 (Abramovitz 1997, United Nations Development Programme 2000). Extinctions of plant and animal species are now

occurring at 50 to 100 times faster than their natural rate. Unsound farming practices and overgrazing have degraded 16% of the world's land area. World fisheries are a particular problem with 25% now depleted and another 44% being over harvested. The primary fear of the doomsdayers is that all these problems will converge at once causing devastation of the planet and elimination of 75% or more of the human population. I will examine the primary components of this issue.

WATER

Water will likely be the biggest constraint on world population growth in the near term. It is already a major problem in the western United States. Water problems include depletion of underground aquifers, contamination of ground water, siltation of dams, salinization of irrigation water, prolonged drought, flooding, and loss of wildlife habitat. By 2025 40% of the world's population will likely experience water shortages (United Nations Development Programme 2000). Global availability of water has dropped from 17,000 m³ per person in 1950 to 7,000 m³ in 1998. Currently 20 countries are experiencing water stress (less than 1,000 m³ per person).

Irrigation has contributed greatly to increases in world food production since 1950 (Figure 2). However, future increases from irrigation will be much more limited. Various reports show the world's ground water is being rapidly depleted.

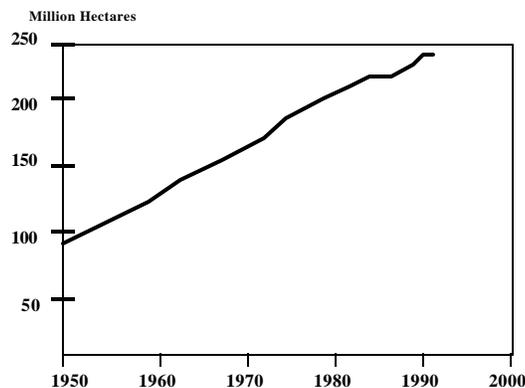


Figure 2. World land area under irrigation from 1950 to 1993 (Source: Food and Agriculture Organization).

In the United States, this problem is most severe in the states of Texas, New Mexico, Arizona, and California (Figure 3). By 2020, major cities such as El Paso, Phoenix, Tucson, and Albuquerque will have exhausted their ground water supplies. However they can overcome this problem to some extent by appropriating water from agriculture. That's exactly what the City of El Paso has done. They have purchased ranches with underground aquifers near Van Horn, Dell City and in other locations. Farmers and ranchers in these areas are rightfully worried that El Paso will suck their lands dry, effectively ending agriculture.

ENERGY

Proven world reserves of oil, gas, and coal are officially estimated to be 43, 61, and 228 years respectively at current consumption rates based on a recent Cato Institute study. Probable reserves (includes those undiscovered) of oil, gas, and coal are officially forecast to be 114, 200, and 1,884 years of present usage. Unconventional fossil fuel sources such as oil tars and shale oil might extend the day of reckoning decades or centuries into the future if new extraction and refinement technologies can be developed.

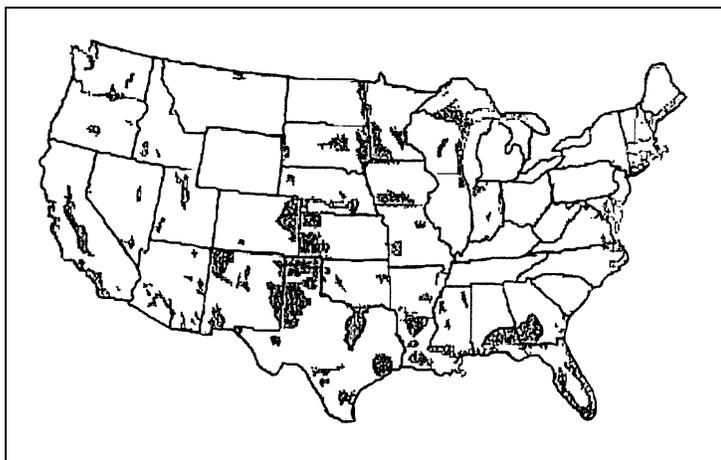


Figure 3. Regions where water depletion is an important problem (Source: United States Department of Agriculture).

On the negative side, extraction is becoming a bigger problem with proven oil reserves. Between 1987 and 1999 total world energy use increased 17% (United Nations Development Programme 2000). Some experts believe that rising world demand coupled with depletion of readily extractable oil reserves will cause world scarcity by 2018. Keep in mind the proven oil reserves are expected to last 43 years at current consumption rates, but world oil demand is rapidly rising due to global economic expansion. The USA now imports 58% of its oil due to diminishing reserves. More fuel efficient cars and alternative power for cars (fuel cell, electric power) might reduce per capita fossil fuel consumption by 25% to 50% within 25 years. On the other hand there could be 25% more people in the USA, and 50% more in the world. There is concern greater use of energy per capita could occur particularly in developed countries where new electronic technologies regarding the internet and household appliances are being rapidly applied.

FOOD

Improvements in agriculture have increased per capita food production by roughly 25% since the mid 1970's (United Nations Development Programme 2000). Real food prices in most countries have fallen 10-30% over the past 20 years. This contradicts 1970 doomsday projections that food prices would rise 100% by year 2000. Unfortunately modern agriculture in developed countries depends on using increasing amounts of fossil fuels for cultivation, harvesting, fertilizer production, irrigation, processing and distribution. Vegetable and fruit production require higher energy inputs per calorie unit than grains. Livestock production, as currently practiced in North America, is among the most energy extravagant uses of fossil fuel in agriculture. It takes about 8 times more fossil fuel energy to produce a pound of livestock protein than a pound of grain protein. World grain yield increases are now slowing down (Figure 4). Another major food production concern is the trend towards globalization, specialization, and urbanization. This is reducing food self sufficiency in both developed and developing countries. Often the most productive farmlands are urbanized in developed countries. This not only shrinks the agricultural land base but necessitates massive food transportation and delivery systems to keep the expanding urban center supplied. If water, farmland, and energy resources shrink and the large urban centers continue to expand there is concern that the USA will lose its capability to be a large grain exporter. Presently the USA

plays a key role in providing developing countries with grain and preventing worldwide scarcity when climatic conditions are unfavorable (Brown 1997).

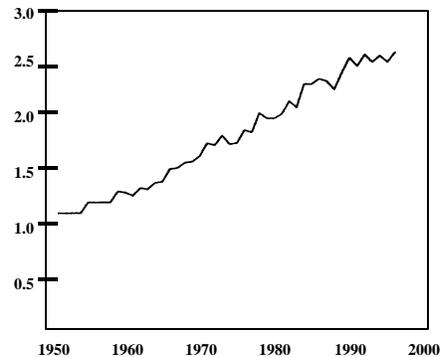


Figure 4. World grain yield per hectare from 1950 to 1999 (Source: United States Department of Agriculture).

Currently about 17% of the world's human population suffers from some degree of undernourishment (United Nations Development Programme 2000). Most of these people are in Africa and Asia where human population growth is greatest. Shrinkage in water, land and energy supplies per individual is raising deep concerns about the capability of subsistence agriculture to meet food needs in these regions (MeQueen 2000). The problem with conversion to industrialized agriculture is that it causes massive dislocation of rural populations to urban areas and is fossil fuel dependent. Governments in developing countries do not have the financial means to purchase and distribute large amounts of imported foods. Most of these underdeveloped countries currently have high debt levels. It seems doubtful that food exporting countries like the USA over the next 15 years will have the physical and financial capability to provide free food to developing countries on a massive scale. Future unrest over food in Asia and Africa has the potential for serious internal political turmoil and world war as more countries obtain nuclear and biological weapons.

In the USA five factors that undermine food security are loss of farmland to urbanization, depletion of aquifers, loss of irrigation water to urbanization, heavy reliance on fossil fuels, and soil erosion (Brown 1997). According to the USDA-Natural Resources Conservation Service, there are 382 million acres of farmland in the USA. Since 1980 the USA has been losing a half million acres a year to urbanization. Appropriation of irrigation water for urban uses and aquifer depletion could shrink the farmland base by 10 to 15 million acres within 20 years. The Oglalla aquifer in the southern Great Plains is the region where most of this loss will occur.

Perhaps a bigger problem is incapability of USA farmland soils to produce bumper crops without massive inputs of fertilizer, herbicides, and pesticides (Brown 1997, United Nations Development Programme 2000). Some experts believe a forced return to low input (reduced use of fossil fuels) farming techniques would reduce yields by as much as 50%. A

major concern is that soil erosion and continuous use of the same crops year after year have severely depleted soil nutrient and water holding capabilities. Increasingly higher inputs of fertilizer, irrigation, herbicides, and pesticides are required to obtain equivalent yields.

CLIMATIC CHANGE

Carbon dioxide is an unavoidable product of burning fossil fuels. It absorbs heat radiated from the earth's surface in a process known as the greenhouse effect. Various government reports now show that human activities involving release of carbon dioxide and other gases are causing global warming. Some of the evidence of global warming is that 14 of the hottest years on record have occurred since 1980, the retreat of glaciers, rising sea levels, and increasing intensity of thunderstorms and hurricanes (Bright 1997, United Nations Development Programme 2000). Some of the expected changes from global warming include rising oceans that will inundate coastal cities displacing large human populations, a shifting of the rich farmlands of the central USA northward to Canada, massive mortality of forests that lack time to adapt and accentuation of hydrologic cycles causing great seasonal extremes of temperature and water runoff. This last impact is the one of most immediate concern. Some climatologists believe that increasingly sharp climatic fluctuations caused by global warming will make crop production much more risky and difficult. This would greatly elevate energy costs needed for home heating and cooling. Intense droughts followed by intense flooding may increasingly occur. By 2025 some climatologists predict the world's climate could be so erratic that world food production could be reduced by one half or more.

OZONE DEPLETION

Ozone shields the earth's surface from potentially harmful ultraviolet radiation. Various chlorofluorocarbons used in aerosols, refrigerants, and foam propellants can deplete ozone. Atmospheric accumulation of NO_2 - a product of fertilizer breakdown - can also react with and deplete ozone. In the 1980's an "ozone hole" was discovered in Antarctica. Since that time the size of the hole has increased and there is some evidence of ozone depletion over the entire globe. Ozone plays a critical role in absorbing ultraviolet radiation that can cause skin cancer and cell destruction (United Nations Development Programme 2000). In addition, there is serious concern that ozone depletion will depress photosynthesis greatly reducing food production. Recent steps have been taken to reduce chlorofluorocarbon emissions by developed countries. The question is whether this will prove to be too little, too late.

ENDANGERED SPECIES

World endangered species problems can only increase in the 21st century as land use intensifies and habitats become more fragmented (United Nations Development Programme 2000). It will be particularly difficult to maintain many of the large African herbivores and predators. In the USA the Endangered Species Act of 1973 will increasingly collide with needs for economic development and the fact its successes have been few, costly, and controversial. The big problems regarding this act are that it fails to adequately recognize many species simply cannot be saved and it makes endangered species liabilities rather than assets to property owners (Holechek *et al.* 2000). The prosperity in the USA over the past 20 years has permitted retention of an expensive and flawed piece of legislation that makes people feel good but creates more problems than it solves. Rising land, water, food and energy prices in the USA will likely force changes that make endangered species protection more rational. Hopefully these changes will reward landowners for protection of endangered species habitat and be more reasonable in endangered species classification and recovery prescriptions.

RANGELANDS AND ECOSYSTEM SERVICES

Rangeland involves about 70% of the world's land area and 50% of the USA's land area (Holechck *et al.* 2001). They play a critical role in providing humankind with various goods and services needed for survival (Table 4). Unfortunately many of these services are taken for granted by the public. Tax systems in the USA and worldwide are actually somewhat punitive in regard to services provided on privately owned rangelands. In order to adequately accommodate future population growth and avoid environmental catastrophe in the USA, I believe the USA will have to make major changes in how it deals with this issue. Over the next 100 years as much as 40% of the USA's rangeland could be lost to other uses (Table3). Presently major problems such as accelerated soil erosion, brush invasion, and weed infestation occur on 60% of the USA's publicly owned rangeland and 65% of those privately owned (USDA - Natural Resources Conservation Service 1992). Private rangelands are valued primarily for their income from livestock and in some cases wildlife. In New Mexico this equates to \$30 to \$60 per acre for grazing but \$300 to \$2000 per acre in many areas if subdivided for ranchettes, housing, or other uses. Most small and medium sized ranches in New Mexico have been losing money since 1994. In Utah a recent survey showed one third of the ranchers on private land eventually plan to subdivide (Peterson and Coppock 2001). I will use a small family ranch in Central Oregon as an example of the dilemma. This operator failed to make a profit for the first time in 2000. For years it has provided a variety of environmental benefits that include a healthy riparian zone, habitat for wildlife (waterfowl, upland game birds, various songbirds, big game), esthetics (mountain view, river, well vegetated rangeland, ponds), and groundwater recharge. Increasingly this operator is surrounded by low density housing and ranchettes. People in the community have expressed deep appreciation and gratitude for the ecosystem services provided by this little ranch. However, property taxes are very high. If subdivides the land would bring \$2000 to \$4000 per acre. The relatively small amount of land (1,000 acres), the age of the operator (72 years), and the costs of advertising and liability make conversion to a recreational operation difficult and risky.

Table 3. Some uses of rangeland that increasingly reduce the amount of open space and amount available for livestock production.

1. Ranchettes	12. Golf courses	23. Sewage processing
2. Airports	13. Parking lots	24. Fairgrounds
3. Prisons	14. Museums	25. Motor courses
4. Bombing ranges	15. Shooting ranges	26. Power plants
5. Waste disposal sites	16. High density homes	27. Shopping centers
6. Wind farms	17. Government buildings	28. College campuses
7. Solar energy farms	18. Powerlines	29. Junkyards
8. Jetports	19. Railroads	30. Agricultural processing plants
9. Parks	20. Oil and gas lines	
10. Industrial sites	21. Highways and roads	
11. Dams	22. Oil refineries	

In order to save these types of operations changes in government policies will be needed that lower property tax rates and provide payments to ranchers for provision of ecosystem services. Already this approach is being applied to farmlands through the USDA - Conservation Reserve Program and associated programs that pay farmers to provide buffer strips around fields and riparian areas, to preserve wetlands, and to establish trees for windbreaks. On rangelands a similar approach has been proposed by Ward (1999). Under this approach, ranchers would receive government payments for application of light stocking rates that maintain high levels of ground cover, upgrading of riparian zones with trees and shrubs, development of ponds that enhance wildlife habitat, and brush/weed control practices that increase ecosystem services as well as livestock forage. This type of program would help the Environmental Protection Agency with its goal of reducing carbon dioxide levels in the atmosphere. Improving carbon sequestration capabilities of degraded lands depends on increasing both living and non-living vegetation (i.e. above and below ground biomass) (United Nations Development Programme 2000).

Table 4. Examples of rangeland ecosystem services and goods.

Services

Maintenance of Atmospheric Quality
 Control and Amelioration of Climate
 Regulation of Freshwater Supplies
 Origin and Maintenance of Soils (and their buffering capacity)
 Detoxification and Degradation of Wastes (Pollution dilution)
 Natural Control of Pathogenic and Parasitic Organisms (Pest control)
 Pollination of Cultivated and Wild Plants
 Purification of Air and Water
 Renewal of Soil and Water Fertility
 Retention and Delivery of Nutrients to Plants by Soils and Water
 Genetic Resources (Improve existing and developing new domestic plants and animals)
 Aesthetic, Cultural, Spiritual Renewal
 Recreational Services

Goods

Foods (mammals, birds, fish, shellfish and other invertebrates, plants, fruits, nuts, spices)
 Fibers (cotton, flax, hemp, wool, cashmere, silk)
 Fuels (botanochemicals)
 Pharmaceuticals and Medicines (psychoactive drugs, codeine, diuretics, pain killers, antibiotics)
 Building Materials (lumber and other woody materials, resins, glues, shellac)
 Industrial Products (waxes, rubber, dyes, vegetable fats and oils)
 Cooking Oils (plant and animal fats and oils)

Sources: Daily (1997) and West (1995).

MACRO-ECONOMIC POLICIES

In addition to above program for rangelands, I believe federal, state, and local governments will have to re-think several macro-economic policies that affect land use, water consumption, and energy consumption. Changing the tax system so greater emphasis is placed on resource consumption and less on income generation has been advocated by many natural resource economists (Wackennagel and Rees 1996). Under this approach taxes on gasoline, second homes, second cars, excessive water use, and other luxuries would be greatly increased while there would be little or no income tax. People that lived close to their work and used mass transportation systems would receive tax breaks over

those commuting long distances in privately owned vehicles. Property taxes would be more in accordance with infrastructure requirements for non-farm/ranch dwellings outside of incorporated towns and cities. Although draconian, these changes will likely be needed if projected increases in human population occur and no major breakthroughs occur that rapidly solve impending energy, water, food, and pollution problems.

The USA has just been through a 20 year era of relatively cheap land, water, food, and energy that has led to life style extravagances that will probably be moderated. Within the last two years energy, water, and land costs have started to increase in the USA. Food costs are likely to follow. Fertilizer costs alone have doubled in 2001 compared to 1999. This trend will undoubtedly affect how people use natural resources, and their choices on human population issues.

Stabilization of human population growth and conserving natural resources to the extent possible is a rational hedge against climatic adversity and the possibility that technology will not always stay ahead of human population growth. Rangelands because they occupy large areas and are relatively undeveloped, play a critical role in provision of ecosystem products and services in nearly all parts of the world. Vital services from rangelands such as aquifer recharge and breakdown, and dilution of various human wastes are severely undervalued in the USA and other countries (United Nations Development Programme 2000). New economic valuation systems and policies are needed that encourage conservation of rangelands based on their capability to provide essential ecosystem services. This will be one of the great challenges facing rangeland managers in the 21st century.

LITERATURE CITED

- Abramovitz, J.N. 1997. Valuing nature's services. State of World Report 1997. W.W. Norton & Company, New York, N.Y.
- Bright, C. 1997. Tracking the ecology of climate change. State of World Report 1997. W.W. Norton & Company, New York, N.Y.
- Brown, L. 1997. Facing the prospect of food scarcity. State of World Report 1997. W.W. Norton & Company, New York, N.Y.
- Daily, D.C. (Ed.). 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington, D.C.
- Erlich, P.R. 1968. The Population Bomb. Ballantine Books, New York, N.Y.
- Holechek, J.L., R. Cole, J. Fisher, and R. Valdez. 2000. Natural Resources: ecology, economics, and policy. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Holechek, J.L., R.W. Poeper, and C. W. Heobel. 2001. Range Management Principles and Practices. 4th Ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Kleiber, M. 1961. The fire of life. John Wiley and sons, New York, N.Y.

- Me Queen, R.E. 2000. World population growth, distribution and demographics and their implications on food production. *Canad. J. Anim. Sci.* 80:229-234.
- Miller, G.T. 1990. *Resource conservation and management*. Wadsworth Publishing Co. Belmont, CA.
- Peterson, R., and D. L. Coppock. 2001. Economics and demographics constrain investment in Utah private grazing lands. *J. Range Manage* 54:106-115.
- Schiller, B.R. 2000. *The economy today*. 8 th Edition. Mc Graw-Hill, New York, N.Y.
- Simon, J.L. 1981. *The ultimate resource*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- United Nations. 1994. World population growth from year 0 to stabilization. Population Division of the Department of Social Reformation. Document, 6/17/94. United Nations Secretariat, New York, N.Y.
- United Nations. 1998. World population projections to 2150. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs. United Nations Secretariat, New York, N.Y.
- United Nations Development Programme. 2000. *World resources 2000-2001*. Elsevier Science, New York, N.Y.
- United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service. 1992. *National resources inventory*. Government Printing Press, Washington, D.C.
- Wackernakei, M., and W. Rees. 1996. *Our ecological footprint*. New Society Publishers, Gabriola Island, British Columbia, Canada.
- Ward, N. 1999. Ranchers need support for sustainable ranching: What government can do. A ranchers perspective. *Rangelands* 21 (3): 13-17.
- West, N.B. (Ed.). 1995. *Biodiversity on rangelands*. College of Natural Resources, Utah State University, Logan, U.T.

CONTAMINACION AMBIENTAL POR PLOMO EN ZONAS URBANAS

Francisco Valdés Perezgasga

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de La Laguna.

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados son un tema actual, tanto en el campo ambiental, como en el de salud pública. Los daños que causan a la salud son tan severos y, en ocasiones, tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo ponen mucha atención en minimizar la exposición de la población, en particular, la infantil, a estos tóxicos.

Se sabe que el plomo afecta a la salud desde que el hombre empezó a utilizar este material. El envenenamiento por metales pesados entre los Torreonenses es provocado por el plomo, el cadmio y el arsénico, tres elementos altamente dañinos para la salud. Sin embargo, los estudios, las denuncias y las acciones que se han realizado en torno a este problema tienen como actor principal al plomo. Esto no significa que sea el más tóxico de los tres elementos -de hecho ocurre lo contrario- sino a que, de los tres, es el que ha sido utilizado por la humanidad más ampliamente y, por ende, es el que causa más problemas y más preocupación en todo el mundo.

El problema de Torreón se deriva del funcionamiento de la cuarta fundidora de plomo más importante del mundo, propiedad de la compañía Peñoles, situada en el centro de la ciudad. En otros lugares del país se presenta la contaminación por plomo, pero las fuentes son distintas, como en el caso que afecta a los vecinos de la empresa Pigmentos y Oxidos S.A. en Monterrey, y la reciente denuncia de la presencia de plomo en el agua de Salamanca.

EL PLOMO

El plomo es muy tóxico para los seres vivos. Afecta a los sistemas endócrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico, y gastrointestinal además de afectar la piel y los riñones. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, en el aire, en el agua, en los hogares y en los expuestos a él.

La exposición al plomo, aún a niveles bajos, afecta a niños y adultos. En cantidades muy pequeñas, el plomo interfiere con el desarrollo del sistema neurológico, causa crecimiento retardado y problemas digestivos. En casos extremos, causa convulsiones, colapso e incluso la muerte. La exposición a cantidades muy pequeñas puede causar a largo plazo daños medibles e irreversibles en niños aún cuando éstos no muestren síntomas particulares.

El límite máximo permisible de plomo en la sangre de un niño según la Norma Oficial Mexicana de Emergencia de junio de 1999, es de 10 µg/dL; sin embargo, este nivel no es seguro ni normal, ni deseable, pues aún no se ha identificado un umbral a partir del cual se presenten los efectos dañinos del plomo (1). La Academia Americana de Pediatría ubica el nivel deseable de plomo en la sangre de los niños en cero.

En los adultos, un nivel bajo de plomo causa incrementos pequeños, pero significativos, en la presión arterial y no existe evidencia de que haya un umbral para este efecto. La hipertensión causada por la exposición al plomo contribuye a que mueran miles de personas cada año. Hay evidencias que apuntan hacia la disminución de la fertilidad masculina en adultos jóvenes con plomo en la sangre. Se cree que el uso generalizado que le daban al plomo en la antigua Roma tuvo que ver con la decadencia de su civilización. Los

romanos usaban incluso el acetato de plomo, por su dulzura, como edulcorante del vino, agudizando la intoxicación de quien lo bebía.

LA SITUACION EN TORREON

En 1962, investigadores de la Secretaría de Salud documentaron un caso de arsenicismo agudo en Torreón, atribuido a Peñoles. Este episodio, que causó la muerte de un adulto, fue documentado en la Revista Salud Pública de México en 1964. El Dr. Víctor Calderón-Salinas ha realizado diversos estudios en la zona, incluyendo su tesis de licenciatura, a partir de 1986, seguido luego de publicaciones al respecto (2). Estos reportes provocaron denuncias de ciudadanos y de organizaciones ambientalistas sin que se les prestara atención oficial. En 1999 se publicó un estudio de Benin y sus colaboradores, de la Escuela de Medicina de Dartmouth, quienes concluyeron que en algunas zonas habitacionales de Torreón hay plomo y arsénico en niveles similares a los de otros sitios contaminados del mundo y superiores a lo que establece la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) para considerarlos seguros. Sin embargo, encontraron que el cadmio está presente en Torreón con los niveles más elevados jamás reportados en la literatura científica (3).

En 1998, un pediatra local, el Dr. José Manuel Velasco, empezó a ordenar análisis de plomo a sus pacientes. Los que encontró fue alarmante: De 51 niños estudiados, 24 tenían niveles de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL. Al poner en un mapa los resultados de los análisis y los domicilios de los pequeños, se vió que el nivel de plomo aumentaba conforme el niño vivía más cerca de la fundidora. Estos resultados se comunicaron a la Secretaría de Salud de Coahuila, verbalmente y por escrito, sin que esta dependencia hiciera nada.

El mismo año, el Dr. Gonzalo García Vargas, toxicólogo de la Universidad Juárez del Estado de Durango publicó un estudio que reportaba niveles de plomo en sangre de tres grupos de niños (4). Estos niveles subían a medida que la escuela donde acudían estaba más cercana a la planta de Peñoles. Los niveles de plomo en aire también aumentaron en el mismo sentido. El plomo en el agua resultó bajo en los tres casos (4).

LA ATENCION AL PROBLEMA

Estos datos hicieron que el Congreso de Coahuila interviniera en febrero de 1999 realizando una serie de audiencias públicas con la participación de las dependencias concernientes federales, estatales y locales. A partir de ahí se han tomado diversas medidas de control, incluyendo la reducción parcial y temporal del funcionamiento de la planta y otras para reducir las emisiones.

En estos veinticinco meses, la respuesta de las autoridades ha sido deficiente. La información se ha ocultado, se establecieron criterios arbitrarios para declarar solucionado al problema, se dejó de informar sobre los hallazgos y los avances en el tratamiento del problema. Peor aún, se continúa trabajando a ciegas pues no se han establecido metas cuantitativas que permitan valorar la eficacia de las acciones tomadas.

Quizá el caso más escandaloso de esta actuación deficiente fue el levantamiento de la clausura parcial de la planta con base en un "criterio" de plomo en suelo ridículamente alto, expresado, no en unidades de concentración, sino de carga (600 miligramos de plomo por metro cuadrado de superficie). Este valor es tan alto que, de la noche a la mañana, desapareció el problema de contaminación por plomo en Torreón y se decretó el regreso de la planta a su pleno funcionamiento.

La actuación del gobierno ha provocado desconfianza y suspicacias por parte de la comunidad. Por ello, a mediados del 2000, el Congreso de Coahuila solicitó a los vecinos que recomendaran un organismo que estudiara el problema de salud en Torreón causado por Peñoles. Se invitó a los Centros para el Control y la Prevención de las Enfermedades de los Estados Unidos.

El 24 de marzo pasado, el personal de los CDC concluyó la toma de muestras en sesenta colonias de toda la ciudad. Los resultados de este estudio permitirán conocer la magnitud del problema, tanto en intensidad como en extensión. También sabremos hasta que punto el cadmio y el arsénico son un problema en la niñez de Torreón.

Es urgente generar una dinámica de colaboración que sustituya al clima actual de desconfianza y crispación. El gobierno debe asumir su responsabilidad de garantizar la salud de los ciudadanos y del medio ambiente, los grupos ambientalistas y los vecinos deben asumir un papel de conciencia crítica de estos trabajos y la empresa debe entender que si sigue contaminando y no enfrenta sus responsabilidades, no tendrá futuro en una sociedad que es más consciente local y globalmente. Los académicos debemos darnos cuenta que nuestra experiencia y capacidad pueden generar datos duros que permitan resolver este problema, y otros similares, de manera más eficiente y oportuna.

Abriendo el panorama, el caso Peñoles ha sido una experiencia muy rica, con grandes enseñanzas para académicos, funcionarios, empresarios y ciudadanos. El caso de Torreón ha puesto en evidencia el gran vacío legal y normativo que impide la atención oportuna y eficaz en casos similares. La divulgación de los hallazgos científicos en la materia a la población afectada ha sido una herramienta valiosa para promover la conciencia ciudadana y la atención gubernamental.

Pero más allá de las lecciones, Torreón está urgido de una atención eficiente y responsable al problema en el que la ha sumido el funcionamiento incontrolado de la planta de Peñoles. Se deben independizar los mecanismos de vigilancia, atención y diagnóstico incorporando a estas tareas a ciudadanos, académicos y ambientalistas. Algunas medidas de sentido común podrían enviar una señal a la sociedad de que la atención a este problema está encausándose hacia su solución definitiva.

REFERENCIAS

- “Lead in Children: Old Story, New Data”, Rachel’s Environment & Health Weekly 633, January 14, 1999.
- J.V. Calderón-Salinas, B. Valdez-Anaya, Mazúñiga-Charles, A. Albores-Medina. “Lead exposure in a population of Mexican children”, Human & Experimental Toxicology 15 (1996) pp. 305-311.
- A.L. Benin, J.D. Sargent, M. Dalton, S. Roda. “High Concentrations of Heavy Metals in Neighborhoods Near Ore Smelters in Northern Mexico”, Environmental Health Perspectives, 107, (1999) pp. 279-284.
- G.G. García Vargas, M. Rubio Andrade, L.M. Del Razo Jimenez, V. Borja Aburto, E.Vera Aguilar, M. Cebrián García. “Lead exposure in children from urban areas in the Region Lagunera, Mexico” Toxicological Sciences 48 (1999) p. 329.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL NOGAL

¹Urbano Nava Camberos y ²Manuel Ramírez Delgado

¹Entomología, FAZ-UJED, Ej. Venecia, Dgo. ²Campo Experimental La Laguna, Apartado Postal 247, Torreón, Coah., C. P. 27000

INTRODUCCION

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias de este frutal son el gusano barrenador de la nuez, *Acrobasis nuxvorella* y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo *Monelliopsis pecanis*, el pulgón amarillo de márgenes negros, *Monellia caryella*, y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*. El gusano barrenador del ruezno, *Cydia caryana*, se ha incrementado en las huertas de nogal de la región, convirtiéndose en una plaga de importancia económica. Una plaga de importancia secundaria es el complejo de chinches, *Nezara viridula*, *Chlorochroa* spp. y *Brochymena* spp. Recientemente se han detectado árboles de nogal atacados por el barrenador de la madera o ambrosial, *Euplatypus segnis*. Para combatir a las plagas del nogal es necesario conocer: primero, la especie de que se trata, su biología y hábitos; segundo, la época oportuna de aplicación; tercero, seleccionar el insecticida y dosis eficientes para el control de la plaga en cuestión y; cuarto, lograr una buena cobertura de la aplicación. Para el manejo de una plaga determinada, el factor clave es la toma de decisiones oportunas.

GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ

El gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (Lepidoptera: Pyralidae), es la plaga del nogal más ampliamente distribuida en el Norte de México y Sur de los Estados Unidos. En los estados de Chihuahua, Nuevo León y Durango, el GBN es considerado como la plaga clave del nogal. En la Comarca Lagunera llega a causar pérdidas superiores al 40% de los racimos en huertas donde el control efectuado es deficiente o nulo.

Descripción morfológica. El adulto es una palomilla color gris que mide de 7 a 9 mm de longitud y de 20 a 22 mm de expansión alar. Las alas anteriores tienen un penacho de escamas largas y oscuras extendidas a través del primer tercio. Los huevecillos recién ovipositados son color blanco verdoso, posteriormente se tornan de color rojizo. Las larvas recién emergidas son de color blanco o rosado y después cambian de una coloración gris olivo a verde; en su máximo desarrollo miden de 1.2 a 1.5 cm. La pupa recién formada es de color verde y en pocas horas cambia a café oscuro; mide aproximadamente 8 mm de largo.

Biología y hábitos. El GBN hiberna como larva parcialmente desarrollada dentro de un cócon de seda llamado hibernáculo, que se localiza en la base de las yemas del árbol en dormancia. En la región Lagunera el inicio de la hibernación o diapausa ocurre del 24 de septiembre al 28 de octubre. Las larvas hibernantes se activan en la misma época en que el nogal inicia su brotación, lo cual ocurre a mediados de marzo, al acumularse 800 unidades calor (UC) a partir del 1 de enero (temperatura umbral de 3.3°C). Estas larvas se alimentan de las yemas durante 2 ó 3 días y después barrenan los brotes en desarrollo, los cuales se marchitan y se secan. Después de la diapausa, el desarrollo del GBN es influenciado principalmente por la temperatura. Este efecto ha sido estudiado con el fin de predecir su

fenología bajo condiciones de campo, generando así, el método de acumulación de UC. La temperatura umbral de desarrollo, o punto crítico de desarrollo del insecto, es necesaria para calcular las UC, la cual es de 3.3°C. Los requerimientos de UC para cada etapa biológica y del ciclo completo, equivalente a una generación del GBN se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Duración de las etapas biológicas del gusano barrenador de la nuez en unidades calor (García, 1986).

Etapa biológica	Unidades Calor > 3.3 °C
Preoviposición	55
Huevecillos	100
Larva	539
Pupa	213
Total	907

Relación fenológica cultivo-plaga. Las etapas fenológicas más importantes del GBN y cómo se relacionan con las principales etapas fenológicas del nogal se muestran en el Cuadro 2. Se presenta una generación de origen hibernante y tres generaciones “normales” durante el ciclo de cultivo, siendo completas las dos primeras y parcial la tercera. La primera generación es la de mayor densidad poblacional y la más destructiva, ya que una sola larva para completar su desarrollo, puede destruir varias nueces e incluso todo el racimo. Las otras dos generaciones son menos numerosas y provocan un menor daño, debido a que para esta época las nueces son más grandes y una larva, completa su desarrollo en una sola nuez o incluso las nueces pueden no ser susceptibles al ataque de la plaga.

Cuadro 2. Relación fenológica entre el gusano barrenador de la nuez y el cultivo del nogal en unidades calor > 3.3 °C (Nava, 1994).

G. barrenador de la nuez		Fenología del	UC después	Fecha
Generación	Etapa biológica	nogal	del 1 de enero	aproximada
Hibernante	Larvas	Inicio de brotación	802-816	Mar. 13
	Pupas		1257-1303	Abr. 15
	Adultos		1598	Abr. 22
Primera	Huevecillos	Inicio de crecimiento de la nuez (8 mm)	1638	Abr. 27
	Larvas		1738	May. 3
	Pupas		2148-2196	May. 25
	Adultos		2375-2379	Jun. 2
Segunda	Huevecillos	Nueces de 2 cm de longitud	2458	Jun. 7
	Larvas		2558	Jun. 11
	Pupas		3097	Jul. 2
	Adultos		3310	Jul. 10
Tercera	Huevecillos		3365	Jul. 24
	Larvas		3465	Jul. 28
	Pupas		4004	Ago. 20
	Adultos		4217	Ago. 28

Determinación del momento oportuno de control. Considerando la magnitud de los daños y densidad, el combate químico del GBN debe dirigirse fundamentalmente contra la primera generación de larvas. La segunda generación se debe controlar sobre todo, cuando la primera no fue efectivamente controlada. La etapa biológica más susceptible al efecto de

los insecticidas es la larva recién emergida del huevecillo. El tiempo que la larva tarda en penetrar a la nuez es de vital importancia para su control, ya que se encuentra expuesta a la acción de los insecticidas. La determinación precisa del momento oportuno de control del GBN se basa en la acumulación de UC a partir de la brotación.

El inicio de la acumulación de UC debe ser 10 días antes del 50% de brotación. Por ejemplo, si el 50% de brotación tiene lugar el 20 de marzo, la acumulación de UC se debe iniciar el 10 de marzo (Figura 1). Las UC diarias se calculan como sigue:

UC diarias = $[(\text{Temp. max.} + \text{Temp. mín.}) / 2] - \text{Temp. base}$; donde la temperatura base es de 3.3 °C. Se presenta un ejemplo de acumulación de UC en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Ejemplo de cálculo y acumulación de UC > 3.3 °C.

Fecha (1998)	Temp. mín.	Temp. máx.	UC diarias	UC acumuladas
Mar. 10	3.0	19.0	7.7	7.7
Mar. 11	7.5	20.5	10.7	18.4
Mar. 12	4.0	20.0	8.87	27.1
Mar. 13	5.5	25.5	12.2	39.3
Mar. 14	7.0	30.5	15.4	54.7
Mar. 15	12.0	34.0	19.7	74.4
Mar. 16	4.5	24.5	11.2	85.6
Mar. 17	5.5	27.5	13.2	98.8
Mar. 18	6.0	28.5	13.9	112.8
Mar. 19	5.5	26.5	12.7	125.5
Mar. 20	2.5	24.5	10.2	135.7

Las UC para el 10 de marzo se calculan de la siguiente manera:

$$UC = [(19.0 + 3.0) / 2] - 3.3 = 11.0 - 3.3 = 7.7$$

De acuerdo con Harris (1995) y Harris y Dean (1997) el momento oportuno de control es la fecha cuando se han acumulado 1,831 UC > 38 °F, equivalentes a 1019 UC > 3.3 °C, el cual es el tiempo fisiológico requerido para que ocurra la pupación, emergencia de adultos, oviposición, eclosión y primeras entradas de larvas a las nuecesillas.

Determinación de la necesidad de control. En la Figura 1 se muestra la ruta crítica a seguir para el muestreo y toma de decisiones de control del GBN. El umbral económico es del 5% o más de las nueces que se esperan cosechar. Esto se debe determinar mediante muestreo de huevecillos y entradas de larvas a las nuecesillas durante intervalos específicos.

Métodos de control. Los insecticidas efectivos para el control del GBN en la Comarca Lagunera se muestran en el Cuadro 4. Otros insecticidas que se recomiendan en otras regiones y que cuentan con registro de uso por la CICOPLAFEST, son: endosulfán, *Bacillus thuringiensis*, carbarilo y malatión. El insecticida tebufenozide (Confirm) es un regulador del crecimiento de insectos que ha resultado efectivo para el control de esta plaga en E. U., por lo que es necesario evaluar estos productos en la región.

Algunos productores de nuez de la Laguna efectúan liberaciones de la avispa *Trichogramma* para el control del GBN, sin embargo falta evaluar su efectividad regionalmente.

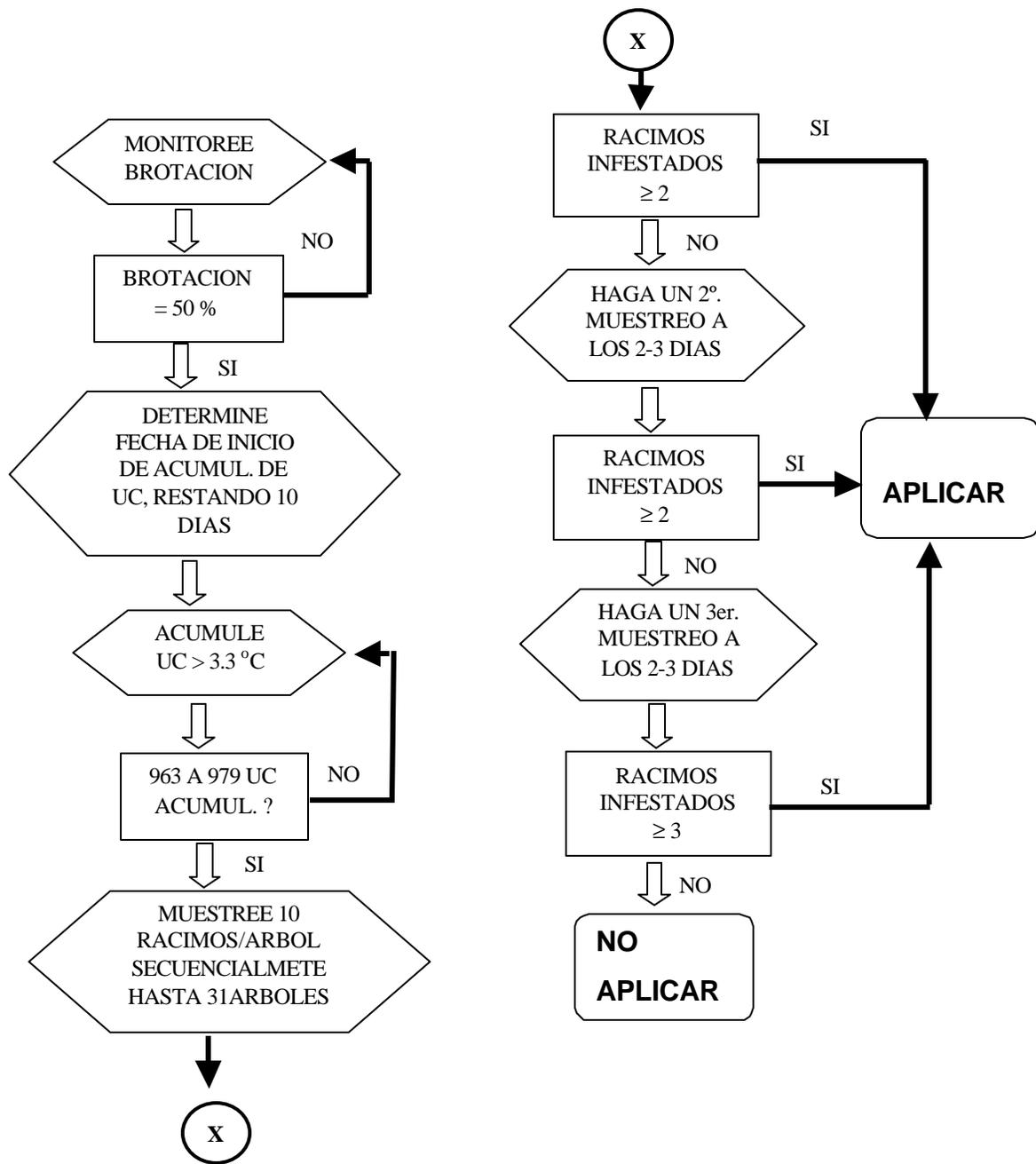


Figura 1. Ruta crítica para muestreo y toma de decisiones de control del GBN. (adaptado de Harris, 1995).

Cuadro 4. Insecticidas recomendados para el control del GBN en la Comarca Lagunera.

Insecticida	Dosis / 100 Lts de agua (g.i.a.)	Intervalo de Seguridad (Días)
azinfós metílico	35	**
diazinón	50-70	7
fenvalerato	10 .	21
metidation	65	60

** No asperjar este producto después de la apertura del ruezno. g. i. a.= gramos de ingrediente activo.

GUSANO BARRENADOR DEL RUEZNO

El gusano barrenador del ruezno (GBR), *Cydia caryana* (Fitch) (Lepidoptera: Tortricidae) es una de las plagas primarias del nogal en México. Se encuentra ampliamente distribuida en las regiones nogaleras de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Durango.

Descripción morfológica. El adulto es una palomilla con forma de florero de color café oscuro a negro grisáceo de 10 mm de largo y 13 mm de expansión alar. Los huevecillos son ovalados y aplanados, de color cremoso, de 0.5 a 0.8 mm de diámetro, y depositados individualmente sobre el ruezno. Las larvas son color blanco cremoso con la cabeza café claro y llegan a medir hasta 10 mm de longitud al completar su desarrollo. Las pupas son de color café claro y de alrededor de 10 mm de longitud.

Biología y hábitos. El GBR pasa el invierno como larva casi completamente desarrollada dentro de los rueznos caídos. Rompen su estado de diapausa, pupan en marzo y posteriormente ocurre la emergencia de adultos. La emergencia de adultos hibernantes es bimodal, ya que se ha detectado un primer pico de emergencia durante abril y mayo y otro de agosto a septiembre en las distintas áreas nogaleras de Chihuahua, Texas y Alabama. El número de generaciones del GBR varía con las condiciones ambientales del año y de la región. En Saucillo, Chihuahua se han detectado tres periodos de máxima captura de adultos en tramas con feromonas, el primero de mediados de abril a mediados de mayo, el segundo de mediados de junio a principios de agosto y un tercero de fines de agosto a fines de octubre. En este último periodo las capturas de adultos fueron más elevadas. El número de generaciones (incluyendo la de origen hibernante) reportadas es de tres en Chihuahua y Kansas, cuatro en Texas y Coahuila, de cuatro a cinco en Florida y de seis en Nuevo León.

Daños. Los daños que ocurren antes de la época fenológica del inicio de endurecimiento de la cáscara (15 a 30 de julio, según la variedad), a pesar de que ocasionan la caída del fruto, no parecen ser de importancia económica. Las siguientes generaciones del GBR son más abundantes y el daño a la nuez puede ser más significativo (Figura 2). Después del endurecimiento de la cáscara, durante agosto y septiembre, las larvas se alimentan del ruezno y no ocasionan su caída. El daño al ruezno reduce la calidad y rendimiento de almendra e incrementa los costos de cosecha y del proceso de selección. En Texas se pueden tolerar niveles de infestación del 10% o menos. En Chihuahua se han reportado daños por caída de nueces y por reducción de la calidad de la almendra del 31%. Se considera que las variedades Burkett, Choctaw, Mahan y Wichita son susceptibles; Cheyenne, Shaunee y Western son tolerantes; y Barton, Cherokee, Chickasaw y Shoshoni son resistentes.

Determinación del momento oportuno de control. El periodo crítico de daño al nogal por el GBR, es del inicio del endurecimiento de la cáscara (25 a 30 de julio) a la apertura del ruezno (6 a 20 de septiembre), es decir, durante el periodo de llenado de la almendra. Con

relación al insecto, las larvas y pupas no pueden ser controladas químicamente debido a que siempre se encuentran protegidas. Los huevecillos se encuentran expuestos y pueden ser controlados por parasitoides y depredadores. Los adultos son susceptibles de ser controlados mediante insecticidas, para lo cual, se pueden emplear trampas de feromonas, trampas de luz negra y un método de pronóstico mediante acumulación de unidades calor.

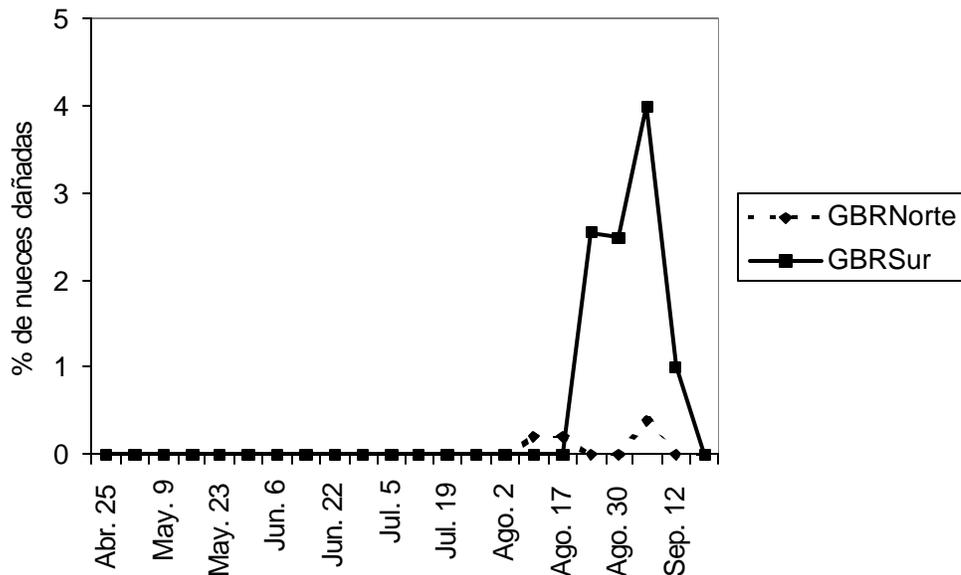


Figura 2. Fluctuación del porcentaje de nueces dañadas por el gusano barrenador del ruezno. Comarca Lagunera, 1995.

Predicción mediante acumulación de UC. El primer paso es recolectar nueces o rueznos infestados con larvas hibernantes, durante la cosecha y colocarlos en una jaula de emergencia, revisándolas dos veces por semana. La fecha de inicio de acumulación de UC corresponde a la fecha de emergencia de las primeras palomillas. Las UC se calculan con base en las temperaturas máximas y mínimas diarias y una tabla precalculada de valores de UC por medios días con una temperatura base de 12°C. De acuerdo con este método se debe efectuar una primera aplicación de insecticidas cuando la curva de emergencia de adultos en la jaula esté en una fase de rápido incremento. La segunda aplicación se deberá hacer a las 612 UC de la primera, que es cuando ocurre la siguiente generación de adultos.

Determinación de la necesidad de control. El control solo se justifica si la densidad o daño de la plaga rebasa un determinado umbral de acción por arriba del cual ocurre una pérdida económica. En Texas se considera que si en el año anterior hubo un 20% o más de nueces infestadas, se justifica una aplicación a mitad del periodo de endurecimiento de la cáscara y otra a los 10 a 14 días después. En Kansas el umbral de acción es de 5 ó más palomillas/trampa/día capturadas en un período de tres días consecutivos, mediante monitoreo con trampas de feromonas. En Alabama el umbral de acción es de 8 adultos/trampa de luz/noche del 15 de junio a la apertura del ruezno o cuando se capturen 3 a 7 palomillas/trampa/noche durante tres períodos de trampeo consecutivos. En Georgia se recomienda aplicar si se capturan 7 o más adultos/trampa de luz/noche y si se observa un incremento en las capturas durante tres períodos de trampeo consecutivos.

Métodos de control. Los insecticidas efectivos para el control del GBR en la Comarca Lagunera se presentan en el Cuadro 5. Otros insecticidas recomendados en otras regiones y que cuentan con registro de uso por la CICOPLAFEST son endosulfán, metidatió, azinfós metílico y fenvalerato.

Cuadro 5. Insecticidas recomendados para el control del GBR en la Comarca Lagunera.

Insecticidas	Dosis / 100 Lts de agua (g.i.a.)	Intervalo de Seguridad (Días)
azinfos metílico	35	**
carbarilo	200-300	4

** No asperjar este producto después de la apertura del ruezno.

g. i. a.= gramos de ingrediente activo.

Los huevecillos del GBR pueden ser parasitados por la avispa *Trichogramma*, por lo que algunos productores realizan liberaciones de este parasitoide; sin embargo, no se han efectuado evaluaciones de su impacto en las poblaciones y daños de la plaga en esta región. En relación a medidas de control cultural, se recomienda quemar las ramas de poda que estén infestadas. La recolección y quema de rueznos y de nueces con ruezno pegado, es una medida útil para reducir poblaciones invernantes del GBR. También se recomienda la incorporación al suelo de nueces infestadas por esta plaga, mediante rastreo y riego.

PULGONES

Los pulgones son los insectos más comunes en las huertas de nogal de la Comarca Lagunera. Existe un complejo de especies de pulgones en la región formado por el pulgón amarillo de alas con márgenes negros, *Monellia caryella* (Fitch), el pulgón amarillo del nogal *Monelliopsis pecanis* Bissel y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae* (Davis) (Homoptera: Aphididae). Este último es el de mayor importancia económica.

Descripción morfológica. Los adultos de *M. caryella* son de color amarillo, las alas poseen márgenes de color negro y en reposo tienen una posición horizontal; las ninfas son de color amarillo y presentan dos setas por segmento en la parte dorsal, las cuales forman dos hileras continuas a lo largo del cuerpo. Los adultos de *M. pecanis* son de color amarillo, las alas no poseen márgenes pigmentados y en reposo tienen una posición casi vertical en forma de tejado; las ninfas son de color amarillo y tienen cuatro setas por segmento en el dorso. Los adultos de *M. caryaefoliae* son de color negro, con alas sin pigmentación y en reposo su posición es vertical en forma de tejado; las ninfas son de color verde olivo a oscuro, con dos setas por segmento en el área dorsal y dispuestas irregularmente a lo largo del cuerpo, sin formar hileras continuas.

Biología y hábitos. Hibernan como huevecillos bajo la corteza de las ramas o del tronco. En la primavera, después de la brotación del nogal, los huevecillos eclosionan y las ninfas recién emergidas empiezan a alimentarse de las hojas más tiernas y suculentas. Las ninfas duran entre 7 y 10 días y se convierten en adultos, los cuales empiezan a reproducirse al día siguiente y durante un periodo promedio de 18 días. Los adultos de 5 a 14 días de edad producen de 8 a 10 pulgones por día, dependiendo de la temperatura y otros factores; observándose la máxima reproducción a los 8 días de edad. La fecundidad promedio es de 125 ninfas por hembra; aunque son capaces de producir hasta 200 ninfas. Durante la mayor parte del año solamente hay hembras partenogenéticas con alas, es decir, se reproducen sin la participación de los machos. Al inicio del otoño se producen machos con alas y hembras sin alas, las cuales son fertilizadas para posteriormente depositar los huevecillos hibernantes en la corteza de los árboles. Debido a su ciclo biológico tan corto, puede haber hasta 15

generaciones sucesivas al año. Las épocas de mayor incidencia de pulgones amarillos son durante junio y agosto (Figura 3); mientras que el pulgón negro es más abundante a partir de septiembre, alcanzando una máxima densidad en noviembre.

Daños. Los pulgones amarillos causan daño directo por extracción de la savia de las hojas y daño indirecto por excreción de mielecilla. El pulgón negro sólo causa daño directo por succión de savia, pero su efecto es más severo debido a que produce áreas cloróticas alrededor del sitio de alimentación, las cuales posteriormente se necrosan, causando defoliaciones severas y prematuras. Cuando las poblaciones de pulgones amarillos son altas producen cantidades considerables de mielecilla, la que constituye un medio ideal para el desarrollo de fumagina, la cual reduce la captación de luz y la actividad fotosintética del follaje. El efecto general de los pulgones es una reducción en el área foliar fotosintética, a través de la defoliación, reducción del tamaño de las hojas, del contenido de clorofila, y de la captación de luz. El daño de los pulgones puede causar reducciones en la producción y calidad de la nuez en el presente año o en el siguiente ciclo agrícola. Las defoliaciones prematuras y severas en un año determinado, causan una disminución en la acumulación de reservas por el árbol, afectando la floración y rendimiento del siguiente año.

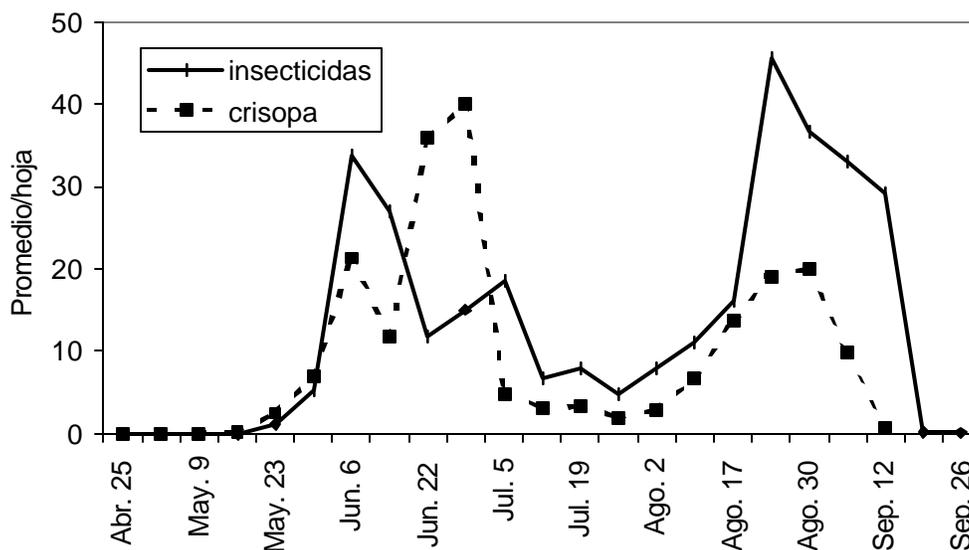


Figura 3. Fluctuación poblacional de pulgón amarillo en nogal con control químico y liberaciones de crisopa. Comarca Lagunera, 1995.

Muestreo y umbral económico. El tamaño de muestra es de 10 hojas por árbol en un total de 10 árboles seleccionados al azar por hectárea. Las hojas se deben tomar a una altura de 2.0 m, tanto de la parte central, como de la periferia del árbol. La frecuencia del muestreo debe ser semanal, con poblaciones bajas, y dos veces por semana cuando se encuentren cerca del umbral de acción. Si las poblaciones son muy elevadas la unidad de muestreo puede ser determinados folíolos, en vez de toda la hoja compuesta. Por ejemplo, se pueden revisar solo los cuatro folíolos medios y estimar la densidad en toda la hoja mediante un factor de corrección. El umbral de acción para Texas, Coahuila y Chihuahua es de 20 a 30 pulgones amarillos por hoja compuesta y de 2 a 4 pulgones negros por hoja compuesta.

Métodos de control. Los insecticidas recomendados para el control de pulgones en la Comarca Lagunera se indican en el Cuadro 6. Otros insecticidas recomendados en otras

regiones y que cuentan con registro de uso por la CICOPLAFEST son naled, disulfotón, etión metidatión y aldicarb.

Cuadro 6. Insecticidas recomendados para el control de pulgones en la Comarca Lagunera.

Insecticidas	Dosis / 100 Lts de agua (g.i.a.)	Intervalo de seguridad (Días)
dimetoato	50	21
endosulfán	70-122	10
malatión	125	Sin limite
Paratión metílico	75	15

g. i. a.= gramos de ingrediente activo.

La mayoría de los productores de nuez de la región realizan liberaciones de huevecillos de crisopa para el control biológico del complejo de pulgones del nogal. La catarinita japonesa, *Harmonia axyridis*, es un depredador de pulgones que requiere evaluación bajo las condiciones de la región. Los pulgones del nogal son atacados por numeroso parasitoides, depredadores y hongos. Los insectos depredadores más comunes en la Comarca Lagunera son: la catarinita gris, *Olla v-nigrum*, la catarinita convergente, *Hippodamia convergens*, la crisopa verde, *Chrysoperla carnea*, la crisopa café, *Micromus* sp. Un parasitoide efectivo de los pulgones es la avispa *Aphelinus perpallidus*. El pulgón amarillo es atacado también por un hongo del género *Entomophthora*.

CHINCHES

Las especies de chinches encontradas más comúnmente en las huertas de nogal son la chinche apestosa áspera, *Brochymena* sp., chinche verde, *Nezara viridula*, y en menor grado, conchuela, *Chlorochroa ligata*, y chinche de patas laminadas, *Leptoglossus* sp. Además de las chinches anteriores, se ha encontrado esporádicamente a la especie *Acanthocephala femorata*, la cual se reporta como problema en Texas, U.S.A.

Descripción morfológica. El adulto de la chinche apestosa áspera mide de 14 a 18 mm de longitud, es de color grisáceo a café pardo-rojizo; el cuerpo presenta áreas oscuras o claras, similares a las observadas en la corteza del árbol. Posee espinas puntiagudas en la región anterior del pronoto. La cabeza es elongada, con antenas que se originan más allá de la parte frontal de los ojos compuestos. El pico es largo, el cual llega hasta la base de las patas posteriores. Tienen tarsos de tres segmentos, escutelo de forma triangular; las alas anteriores están muy expuestas lateralmente. Los huevecillos son color crema y ovipositados en masas. Las ninfas son parecidas a los adultos, excepto que carecen de alas.

Los adultos de las chinches verde y café tienen el cuerpo en forma de escudo y sus antenas son de cinco segmentos. La conchuela verde mide 15 mm de longitud, de color verde oscuro, algo brillante. Puede presentar 3, 5 ó 7 manchas blancas en la parte anterior del escutelo junto al pronoto. La conchuela café es similar en tamaño y apariencia a la conchuela verde, pero de color café a café oscuro. Los huevecillos en ambas especies tienen forma de barrilito y se presentan en masas. Las ninfas se parecen a los adultos, pero sin alas.

Los adultos de la chinche de patas laminadas o chinche patona, son de color castaño brillante, con marcas amarillentas en el protorax; una banda irregular a la mitad de los hemélitros, líneas amarillas en el margen del abdomen y marcas blancas sobre las expansiones de la tibia; miden de 18 a 20 mm de longitud. Los huevecillos color café dorado son colocados en filas o cadenas en los tallos y hojas, a menudo cerca de la nervadura central, en grupos de 20 o más. Las ninfas son similares a los adultos, pero sin la forma

aplanada en las tibias traseras, lo cual se presenta hasta que están totalmente desarrolladas; son de color rojo anaranjado y se tornan a colores más oscuros a medida que se desarrollan.

Biología, hábitos y dinámica poblacional. La chinche apestosa áspera hiberna como adulto en grietas y basura en el suelo. Las hembras ovipositan masas de huevecillos ya sea sobre ruznos secos y viejos, tallos u hojas. Se menciona que se presenta una sola generación al año, sin embargo, en la Región Lagunera durante el 2,000, se observaron un mínimo de tres generaciones; la primera en la última semana de mayo, la segunda en la tercera semana de junio y la última a fines de julio (Figura 4).

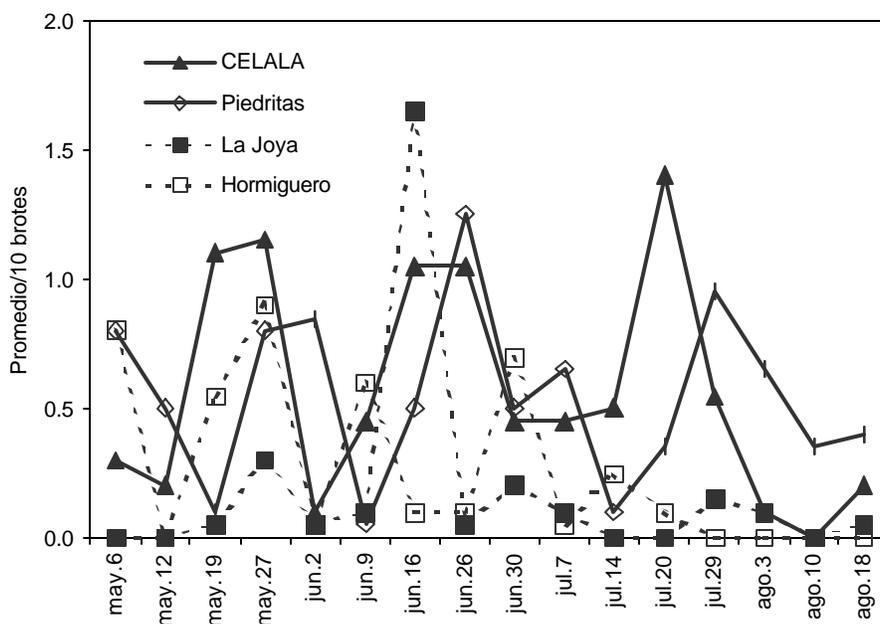


Figura 4. Fluctuación poblacional de la chinche apestosa áspera del nogal en cuatro huertas de la Comarca Lagunera, durante el 2000.

Las chinches verde y café hibernan como adultos. En la primavera se alimentan y reproducen en maleza y en cultivos como soya, sorgo y maíz, de donde emigran al nogal, el cual es considerado solo un hospedante alterno. Se considera que estas plagas pueden tener alrededor de cuatro generaciones al año.

La chinche de patas laminadas hiberna como adulto prácticamente en cualquier sitio que esté protegido. Al iniciar la primavera, los adultos se alimentan de una gran variedad de plantas hospedantes, a nivel regional, se observa frecuentemente en árboles de granado. Se han detectado dos generaciones al año.

Daños. Estas especies de chinches son polífagas y sólo ocasionalmente utilizan al nogal como hospedante. Cuando las chinches se alimentan de las nueces en formación, ocasionan su caída. Después del endurecimiento de la cáscara, las nueces picadas no se caen, pero se afecta su calidad ya que las picaduras forman manchas oscuras en la almendra, lo que les da mal aspecto y sabor amargo y desagradable.

Muestreo y umbrales de acción. No existe un método de muestreo bien definido, no obstante, en Texas se sugiere evaluar el daño en varios racimos y si se encuentra una nuez dañada de cada 100 revisados o 2.5 % de racimos afectados de julio a octubre, esto

justificaría una acción de control. La metodología empleada durante 2000, consistió en revisar 10 brotes fructíferos del año por árbol.

Métodos de control. En Texas se indica que los insecticidas cipermetrina (sin registro de uso por la CICOPLAFEST en nogal en México), esfenvalerato y carbarilo, aplicados contra otras plagas, también pueden controlar estas chinches. Una medida de control cultural en primavera, es eliminar la maleza dentro y alrededor de la huerta, ya que éstas constituyen su principal fuente de alimento. No se deben intercalar cultivos susceptibles entre los nogales ni sembrar coberteras como *Crotalaria* spp. o *Sesbania* spp. Se puede sembrar en julio, chícharo como cultivo trampa, alrededor de la huerta y aplicar insecticidas a fines de agosto y en septiembre, para eliminar a las chinches antes de que se muevan al nogal.

BARRENADOR AMBROSIAL DE LA MADERA

El barrenador ambrosial de la madera (BAM), también conocido como barrenador del tronco y ramas del nogal pecanero, se encuentra distribuido en Parras de la Fuente, General Cepeda y Comarca Lagunera en el estado de Coahuila, en Nazas, Durango y en las entidades de San Luis Potosí, Jalisco y Chihuahua. Durante 1998 en la Comarca Lagunera los técnicos de la Junta Local de Sanidad Vegetal determinaron una infestación del 1%, lo cual significa que de los 400,000 árboles que hay en total, 4,000 están afectados por esta plaga.

Descripción morfológica. El adulto mide de 3 a 6 mm de largo por 2 a 3 mm de ancho, su cuerpo es duro, cilíndrico, de color café rojizo, con el primer par de alas endurecido sin venas y el segundo membranoso, utilizado para el vuelo. Las larvas son de color blanco, sin patas, subcilíndricas y miden de 3 a 5 mm de longitud. El adulto macho se caracteriza por tener las prolongaciones del declive elitral grandes y delgadas. Las hembras y la mayoría de los machos tienen un par de poros pequeños cerca del centro del pronotum, los cuales corresponden a la micetangia.

Biología, hábitos y dinámica poblacional. La literatura señala que el BAM de huevo a adulto requiere de 105 a 110 días, por lo que pueden presentarse hasta dos generaciones al año con poblaciones superpuestas. Los adultos salen de los túneles a buscar, ya sea un árbol vivo adecuado, tocón o rama recién cortada con suficiente humedad, para atacarlos, siendo el macho quien generalmente inicia la barrenación, seguido de la hembra que construye galerías y propaga los hongos que les servirán de alimento. Puede haber líquidos que salen del árbol que mojan y manchan la corteza por fuera; esto último es muy importante para reconocer nuevos ataques. Una vez que el barrenador ha penetrado la corteza y construido galerías en tres dimensiones en la madera, las hembras ovipositan a lo largo de las galerías. Las larvas recién emergidas se alimentan de los hongos que crecen en los túneles y cuando completan su desarrollo, construyen pequeños nichos laterales y en ángulo recto a las galerías, donde van a pupar, para que finalmente emerjan los adultos que salen de los árboles o ramas para buscar nuevos sitios de ataque, copular y así iniciar otro ciclo. Una vez que la infestación se establece, el barrenador está presente todo el año y pasa el invierno dentro de las galerías. En la Comarca Lagunera, utilizando trampas con alcohol durante 1998 y 1999, se detectaron dos poblaciones altas; una en la 3ª semana de abril y la otra de mediados de junio a fines de julio, sin embargo, se observaron otras dos máximas poblaciones con promedios menores, una a fines de febrero y principios de marzo y la otra a mediados de septiembre (Figura 5).

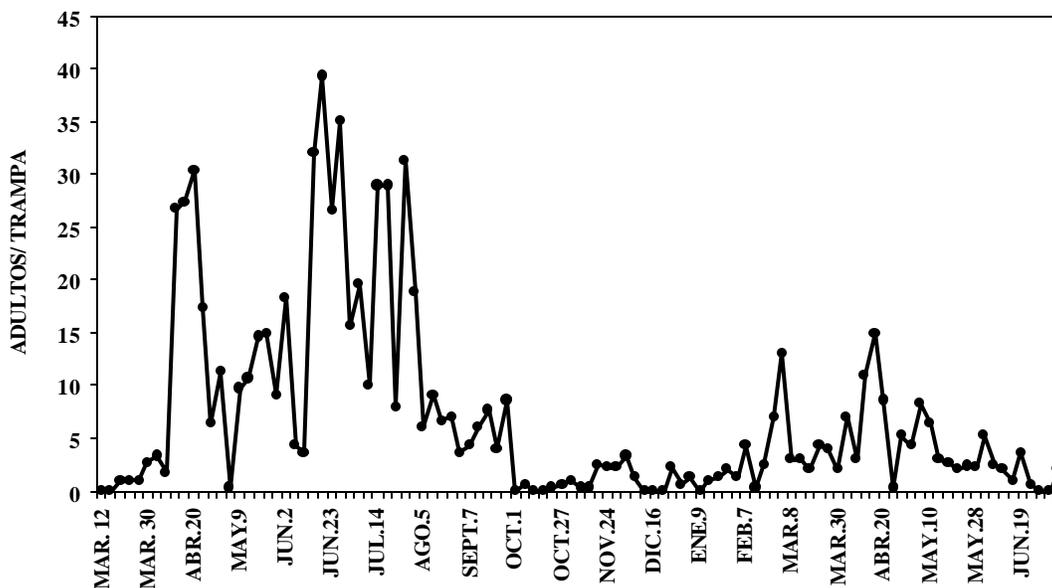


Figura 5. Fluctuación poblacional del barrenador ambrosial de la madera del nogal durante 1998-1999. P. P. Alamito, F. I. Madero, Coah.

Daños. Atacan principalmente a árboles debilitados y/o estresados (por ser árboles viejos, por falta de agua, por heridas, por incendios, fríos intensos, nevadas y sequías prolongadas). Los árboles bajo estas condiciones producen una sustancia química que atrae a insectos de las familias Scolytidae y Platypodidae. En el sur de Coahuila *E. segnis* se ha observado tanto en huertas mal atendidas, como en huertas bien manejadas, también, se ha encontrado atacando a árboles de aguacate, higuera, manzano, membrillo, durazno, granado, chabacano, damasco, álamo, mora y fresno. Además de la presencia de líquidos en la corteza de los árboles infestados, se pueden encontrar "churros" o "cigarros" de aserrín de tamaño regular en los orificios de salida en troncos, ramas y en el suelo en la base del tronco. El aserrín es diferente al de bupréstidos y otros insectos, los cuales producen un aserrín muy molido. Los orificios son redondos del tamaño de una cabeza de alfiler (tiro de munición). Otros síntomas son: ruido en troncos y ramas, presencia de adultos, sobre todo durante la mañana y la tarde, follaje triste y escaso, árboles debilitados, presencia de líneas oscuras verticales y en diferentes direcciones en cortes transversales, además de agujeros redondos. En huertas drásticamente infestadas, se pueden encontrar árboles muertos. En la Comarca Lagunera esta plaga se ha encontrado atacando árboles en desarrollo y en plena producción, y en huertas con buen o mal manejo. No se han estimado los daños por pérdida de cosecha, muerte de árboles, pérdida del valor de las huertas, pérdida del valor de la madera por la presencia de túneles y costos derivados del control y manejo de la huerta para reducir las poblaciones de la plaga. En trabajo realizado en Parras de la Fuente, Coahuila, se estimó que aproximadamente el 41% de los árboles de nogal estuvieron sanos (riesgo de muerte 1); el 36% presentó un riesgo de muerte 2; 15% con categoría 3; 4% con un riesgo 4 y; 3% con árboles muertos, es decir con categoría 5.

Muestreo y umbral económico. Es necesario que a nivel de huerta, se haga un registro de todos los árboles para precisar la situación de cada árbol en base a criterios de riesgo de muerte (desde el criterio 1: árboles totalmente sanos, hasta el 5 con árboles muertos). En términos de control, se recomienda sacrificar a los árboles en riesgo 4 y 5, ya que son importantes fuentes de infestación, sobre todo los árboles cuatro. Respecto al umbral

económico, este se desconoce, sin embargo, la recomendación es proteger y manejar adecuadamente a aquellos árboles ubicados en las categorías 2 y 3.

Métodos de control. Como se mencionó previamente, el control debe ser única y exclusivamente a árboles con riesgo de muerte 2 y 3 a base de buen manejo y utilización de insecticidas como malatión y cipermetrina, aplicándolos preferentemente en la tarde y de manera dirigida hacia los sitios infestados. En la práctica, algunos productores de nuez han utilizado mezclas de algunos insecticidas (malatión, carbarilo y piretroides), pero con resultados inconsistentes. Otros han cubierto los troncos con plástico negro o transparente impregnados con pegamento, de tal forma que los adultos se pegan y se reduce la infestación a otros árboles. También se ha recurrido a descortezar troncos, realizar podas severas, tumbar y quemar árboles muertos o muy infestados. Se puede intentar controlar esta plaga aplicando una lechada a base de cal y una capa gruesa de lodo en los tallos y ramas atacadas de febrero a junio, quitarla y volverla a poner de mediados de agosto a diciembre. Sin embargo, los resultados de estas prácticas no han tenido el impacto esperado, ya que la presencia de la plaga continúa en niveles importantes.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Cortés O., D. 1997. Gusano barrenador de la nuez. *In: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 203-218.*
- Cortés O., D. y A. Salas F. 1997. Plagas secundarias del nogal. *In: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 219-227.*
- Duarte L., E. 1997. Daño por áfidos en el nogal. *In: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 69-80.*
- Galván de L., O. A. 2000. *Euplatypus segnis* (Chapuis): Fluctuación poblacional y magnitud de daño a nogales en Parras, Coahuila. *In: Vázquez N. J. M. (ed.). Memoria del II Curso de actualización fitosanitaria en nogal. 10 y 11 de marzo. ITESM Campus Laguna, Torreón, Coahuila. pp. 45-47.*
- Harris, M. K. 1983. Ingrated pest management of pecans. *Ann. Rev. Entomol. 28:291-318.*
- Harris, M. K. 1995. Manejo Integral de Plagas. *In: Memorias del 3er. Simposium Internacional Nogalero, Nogatec 95. Patronato para la Investigación y Producción de Nuez, A. C. Torreón, Coah. pp: 30-38*
- Harris, M. K. y D. A. Dean. 1997. Pecan pest management. CD-ROM. Texas A&M University.
- Hernández R., S. 1997. Identificación y evaluación del daño por chinches del nogal en áreas productoras de Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 117 p.
- García M., O. 1999. "El barrenador ambrosial *Euplatypus segnis* (Chapuis) del tronco y ramas del nogal (*Carya illinoensis*)". Memorias del Séptimo Simposium Internacional Nogalero NOGATEC. 23, 24 y 25 de septiembre. ITESM Campus Laguna, Torreón, Coahuila.
- Nava C., U. 1994. Manejo Integrado de Plagas. En: Torres E., C. y Reyes J., I. (eds.). El Nogal Pecanero. CELALA, INIFAP. Matamoros, Coah. pp. 115-130.
- Nava C., U. y M. Ramírez D. 1999. Manejo integrado de plagas del nogal. *In: Memoria del Primer Curso de Actualización Fitosanitaria en el Cultivo del Nogal. 12 y 13 de marzo. ITESM Campus Laguna, Torreón, Coahuila.*
- Pacheco M., F. 1994. Plagas de los cultivos oleaginosos en México. Libro Técnico No. 3 (Primera edición). INIFAP-CIANO. Cd. Obregón, Son. 600 p.

- Quiñones P., F. J. 1997. Morfología, biología y hábitos de los pulgones del nogal. *In*: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 51-68.
- Quiñones P., F. J. 1997. Muestreo y control de pulgones del nogal. *In*: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 81-112.
- Ramírez D., M., U. Nava C. y E. Hernández V. 2000. Identificación, fluctuación poblacional y evaluación de daños de chinches en nogal. *In*: Silos C., M.C., S. Valenzuela R., A. Córdova U., A. Martínez R. y E. Salazar S. (eds.). Memoria de la XII Semana Internacional de Agronomía, Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. Gómez Palacio, Durango. pp. 14-17.
- Rojo T., F. y D. Cortés O. 1997. Gusano barrenador del ruezno. *In*: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 183-202.
- Tarango R., S. H. 1997. Depredadores de áfidos del nogal. *In*: Rodríguez del B., L. A. y Tarango R., S. H. (eds.). Manejo Integrado de Plagas del Nogal. INIFAP, C. E. Delicias. Chihuahua, Chih. pp. 113-150.

INOCUIDAD APLICADA PARA ALGUNOS PRODUCTOS AGRICOLAS DE LA REGIÓN LAGUNERA

Florencio Jiménez Díaz

CELALA-INIFAP

INTRODUCCION

Las características que determinaban la calidad de las hortalizas en México tradicionalmente se basaron en color, presentación de la fruta y en la mayoría de los casos grados Brix. Actualmente la inocuidad se ha agregado a la lista de factores que determinan la posibilidad de sostenerse en el mercado (sobre todo de exportación) de productos hortícolas tales como tomate, chile, melón, sandía, pepino, etc.

La característica de inocuidad ha sido exigida por los consumidores de Estados Unidos, país que ha sido tradicionalmente el principal cliente de los productos mexicanos. La necesidad de recibir un producto hortícola libre de riesgos para la salud humana se debe al aumento en incidencia de brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos. Las causas principales de la mayor incidencia son entre varios factores al aumento en el consumo de hortalizas y fruta fresca, el requerimiento de contar con estos productos durante todo el año, la necesidad de producirlos en diferentes ambientes ecológicos y bajo diferentes prácticas culturales, aparición de nuevos patógenos y el mayor riesgo de contaminación causada por la mayor lejanía de las áreas productoras a los centros de consumo.

Los principales cultivos hortícolas en la Comarca Lagunera han sido tradicionalmente el melón, el cual ocupa una superficie promedio anual de 5,400 has. El cultivo de tomate ha ocupado una superficie promedio de 1,200 has anualmente. El cultivo de chile se ha sembrado generalmente en una superficie de 1,000 has anualmente. La sandía se siembra en alrededor de 1,000 has anualmente. La cebolla ha sido sembrada en un promedio de 300 has anualmente. La mayor parte de la producción hortícola de la Comarca Lagunera se destina para mercado nacional, siendo los principales centros de consumo México, D.F., Guadalajara, Jal. y la ciudad de Monterrey, N.L., sin embargo en los últimos años parte de la producción de la región central y de regiones como Paila, Coahuila y Ceballos, Dgo. se ha destinado para mercados de exportación, canalizándose la mayoría de éstos en centros de abasto localizados en la frontera con el estado de Texas.

CALSIFICACIÓN DE RIESGOS

Un riesgo se define como la posibilidad de que un alimento ocasione enfermedades en humanos. Los riesgos identificados en la cadena productiva de productos hortofrutícolas se clasifican como biológicos, químicos y físicos. La posibilidad de que un alimento cause una enfermedad depende de la cantidad ingerida con dicho agente, de la capacidad de dicho agente para causar daño, del estado de salud del consumidor y de la susceptibilidad del individuo a dicho agente.

a. Riesgo Biológico

Un riesgo biológico es una condición provocada por ciertos microorganismos que ocasionan que un alimento no sea seguro ni apto para el consumo humano. Los agentes biológicos considerados como causantes de riesgos directos y severos son: *Clostridium botulinum*,

Listeria monocytogenes, *Vibrio cholerae*, *Brucella melitensis*, *triquinela spirallis*, *Taenia solium*, *Salmonella typhi* y *S. paratyphi*, virus de la hepatitis A, *Escherichia coli* y *Shigella dysenteriae*. Microorganismos considerados como riesgos moderados con potencial de expansión son *Staphilococcus aureos*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* spp. y *Trichinella* spp. Existen varios microorganismos que en años recientes han ocasionado brotes de enfermedades que han requerido atención especial, tal es el de *Cyclospora cayetanensis*, *E. Coli cepa 0157:H7*, *Shigella sonnei*, *Salmonella agona*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Campilobacter* sp., *Criptosporidium* sp., *Toxoplasma* sp.

Para que se pueda provocar una enfermedad originada por alimentos, los patógenos o sus toxinas deben de estar presentes en el alimento, sin embargo éstos deben de multiplicarse en los alimentos a niveles adecuados para estar en condiciones de causar una enfermedad alimentaria. De esta forma, el alimento debe de contener los nutrientes, agua, pH y potencial de reducción-oxidación adecuado. El alimento no debe de contener sustancias que inhiban el crecimiento del patógeno y el ambiente de temperatura debe de ser favorable para su crecimiento. Un número de patógenos que causan enfermedades por lo alimentos son capaces de crecer a temperaturas de refrigeración o pueden crecer lentamente, requiriendo un tiempo extendido para alcanzar grandes números.

Los factores que contribuyen a los brotes de enfermedades originados por los alimentos son almacenamiento inadecuado, falta de higiene personal de quien maneja el alimento, cocinado inadecuado, contaminación cruzada, recalentamiento inapropiado.

b. Riesgo Químico

Los riesgos químicos se definen como la presencia de sustancias químicas contaminantes de alimentos que pueden provocar daños a la salud humana. Entre los agentes que ocasionan este tipo de riesgo se encuentran los productos químicos para uso agrícola, aditivos para alimentos, productos químicos para la limpieza (jabón, ácidos), residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes químicos (contaminantes industriales o del medio ambiente como metales pesados, compuestos órgano-fosforados persistentes y toxinas presentes de manera natural como micotoxinas).

En el caso de los productos químicos de uso agrícola se realizan evaluaciones toxicológicas resultando en un estimado de la Ingesta Diaria Aceptable (IDA), proponiéndose un límite máximo permitido de residuos para plaguicidas en alimentos específicos.

En el caso de los aditivos para alimentos, los estudios toxicológicos resultan en un estimado de la cantidad de aditivo que puede ser ingerido diariamente durante toda la vida sin ningún riesgo apreciable.

Para contaminantes químicos la evaluación toxicológica resulta en el estimado de una Ingesta Semanal Tolerable Provisional o una Ingesta Diaria Máxima Tolerable Provisional, éstos son valores estimados asociados a ingesta asociada a un riesgo despreciable.

Para los residuos de medicamentos veterinarios las evaluaciones toxicológicas de los mismos determina una IDA de la misma manera que en los aditivos de alimentos.

Los productos químicos de uso agrícola (insecticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas, reguladores de crecimiento, defoliantes, etc.) son regulados para que cada formulación incluya límites específicos con respecto a los medios por los cuales el químico será aplicado, las condiciones de aplicación, los organismos contra los cuales se aplican las sustancias químicas, restricciones y requerimientos para el desecho de los plaguicidas y sus recipientes.

c. Riesgos Físicos

Un riesgo físico se considera como cualquier materia extraña, potencialmente peligrosa para la salud humana y que no se encuentra en los alimentos bajo

condiciones normales, mientras que los factores de riesgo biológico y químico presentan peligro para la salud pública que afecta a un número elevado de personas, los factores de riesgo físico crean problemas a un consumidor aislado y resultan en lesiones personales. Entre las posibles fuentes de riesgos físicos se encuentran la materia prima contaminada con objetos extraños, las condiciones inapropiadas de las instalaciones, equipo o maquinaria, procedimientos de procesamiento inadecuados y faltas en el comportamiento de los trabajadores.

Entre los principales riesgos físicos se encuentran vidrios (ventanas, botellas, vasos, focos, termómetros de vidrio, cubiertas protectoras de instrumentos), madera (embalaje, tarimas, paletas, del campo), piedras (del campo, del edificio), metal (maquinaria, cerrojos, tuercas, tornillos, fibras metálicas, alambre, grapas, clips), plástico (materiales de empaque, del campo), efectos personales (joyería, papel, cartón, colillas, popotes, corcholatas, pintura escarapelada, cabello, pasadores, goma de mascar, botones, taponos de pluma), suciedad (animales, insectos enteros, muertos o sus fragmentos, plumas, pelos de animales domésticos, excremento de animales domésticos, gusanos, moho).

PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE HORTALIZAS Y FRUTAS EN LA COMARCA LAGUNERA

Las principales hortalizas producidas en la Comarca Lagunera son melón, tomate, chile, calabacita y sandía, mientras que los frutales son nogal, vid. Todos estos productos son susceptibles de contaminación tanto durante las fases de producción en campo como en el manejo de empaque, almacenamiento y transporte a los sitios de consumo.

Las principales fuentes de contaminación en las diferentes etapas lo constituyen principalmente el agua, insecticidas utilizados para el control de plagas, estiércol de bovino aplicado como mejorador del suelo en la Comarca Lagunera, contacto de la fruta con trabajadores agrícolas, superficies contaminadas durante el proceso de empaque, condiciones de almacenamiento inadecuados y contaminación cruzada durante el transporte al lugar de consumo.

a. Agua

El agua es utilizada en una unidad de producción principalmente para riego, luego para el lavado de fruta durante el proceso de empaque y para consumo e higiene del personal. El agua es el principal vehículo de contaminación tanto por microorganismos y por residuos de plaguicidas en general. Los orígenes de los microorganismos en el campo son heces fecales tanto de humanos como animales de trabajo y domésticos localizados en los terrenos de cultivo

b. Residuos de plaguicidas

Los residuos de plaguicidas no degradables constituyen la principal fuente de riesgos químicos en los cultivos de La Laguna. Los suelos de la región fueron ocupados tradicionalmente por el cultivo del algodón, cultivo sobre el cual se aplicaron indiscriminadamente toneladas de plaguicidas cuya característica principal ha sido la permanencia en el suelo a largo plazo. Otra fuente de contaminación por plaguicidas son los insecticidas que normalmente se utilizan para el control de plagas (principalmente mosquita blanca, pulgones y minador) presentes normalmente durante la etapa de maduración de la fruta.

c. Estiércol

En la Comarca Lagunera se producen anualmente un promedio de 530,000 toneladas de estiércol de bovino proveniente de los establos lecheros localizados en la región. Este producto se aplica directamente a los suelos agrícolas de la región con el fin de

aportar nutrientes y materia orgánica, mejorar la aereación del suelo e incorporar agentes de control biológico a patógenos nativos del suelo en la región.

En la región no se cuenta con ninguna legislación sobre el tratamiento y utilización del estiércol, por lo cual su aplicación en suelos se realiza de manera indiscriminada.

d. Higiene y salud de los trabajadores

La higiene y salud de los trabajadores agrícolas que tienen contacto con la fruta durante las diferentes fases de su desarrollo y durante las operaciones de empaque y procesado se considera como un factor importante de posible contaminación biológica. La posible presencia de microorganismos en sus manos obtenidos por el contacto de contaminantes en suelo o agua o bien por la presencia de heridas o contaminantes bucales por la ocurrencia de algún microorganismo en el cuerpo humano.

e. Labores de selección y empaque

Durante las labores de selección y empaque, el agua utilizada para el lavado de la fruta se considera como fuente de contaminación. Las superficies en contacto con la fruta (rodillos, cepillo, tolvas, superficies de deslizamiento y transporte de la fruta, etc.) son áreas que representan un riesgo continuo de contaminación microbiológica y química.

f. Almacenamiento

Durante el almacenamiento suele utilizarse para el proceso de pre-enfriado en ciertas frutas una capa de hielo, el cual puede tener el riesgo de haber sido elaborado con agua contaminada. Durante el almacenamiento en cuarto frío se presentan riesgos de contaminación por roedores e insectos. Las condiciones de almacenamiento de empaques, tarimas y materias primas son importantes dentro de la inocuidad de frutas y hortalizas.

g. Contaminación cruzada

La principal fuente de contaminación cruzada sucede durante labores de movimiento de contenedores, cajas o empaques tanto dentro de las instalaciones de empaques como durante su movimiento hacia el vehículo de transporte del producto y dentro del mismo.

MECANISMOS PARA MINIMIZAR O PREVENIR LOS RIESGOS DE CONTAMINACION

Una manera de prevenir o reducir al mínimo los riesgos de contaminación consiste en la utilización de Buenas Prácticas Agrícolas, las cuales se definen como la serie de prácticas que cubren los requisitos mínimos para lograr la inocuidad durante las diferentes fases de la producción agrícola y son todas las operaciones que conducen a prevenir, eliminar o minimizar los riesgos físicos, químicos y biológicos.

A continuación se mencionan algunas de las Buenas Prácticas Agrícolas recomendadas para cada una de las circunstancias.

1. Agua

Analizada desde el punto de vista de agua utilizada para riego se recomiendan las siguientes prácticas: 1) Realizar un análisis microbiológico del agua con cierta frecuencia, 2) Utilizar de ser posible sistemas cerrados para la distribución del agua en el campo, tales como riego por goteo, sistemas de compuertas, canales revestidos y cubiertos, etc.), 3) Colocar los depósitos de agua lejos de las fuentes de contaminación, 4) Cercar los depósitos de agua con el fin de evitar la entrada de animales, 5) Si la conducción del agua es en canal abierto, evitar la presencia de heces fecales en el sistema de conducción, 6) si el agua proviene de ríos y lagos, colocar dispositivos para eliminar partículas de suelo, algas y

contaminantes mayores, y aplicar un tratamiento para reducir la carga microbiológica.

En el caso de uso de agua para la tina de lavado en empaque se debe de contar siempre con la concentración adecuada de un agente desinfectante (Cloro 200 ppm)

2. Residuos de Plaguicidas.

Para evitar la presencia de residuos de plaguicidas en la fruta se recomienda lo siguiente: 1) Utilizar siempre los productos químicos recomendados para ese cultivo con la dosis marcada en la etiqueta, 2) Calibrar correctamente el equipo de aplicación, 3) Respetar el intervalo entre última aplicación y cosecha, 4) Realizar un análisis de presencia de residuos antes de cosecha, 5) Contar con una bitácora para el registro de fecha y dosis de aplicación con la firma del responsable, 6) Trabajar en la variedad de producción con un paquete tecnológico dirigido al manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo.

3. Uso de estiércol como abono agrícola.

La utilización del estiércol como abono agrícola será permitida siempre y cuando se sujete a un proceso de composteo que permita mediante las condiciones del mismo (alta temperatura y contenido de oxígeno) la eliminación de los posibles microorganismos contaminantes presentes en el mismo.

4. Higiene y salud de los trabajadores.

Para minimizar los riesgos de contaminación microbiológica en estos aspectos se consideran las siguientes acciones: 1) Colocar letrinas en el campo (una letrina por cada 20 trabajadores, a no menos de 200 m del área de trabajo), 2) Evitar que personas con heridas o enfermos entren a las áreas de trabajo, 3) Colocar área de lavado de manos con jabón y toallas desechables, 4) Colocar letreros con instrucciones para el lavado de manos, 5) Contar con una trabajadora social y un doctor en el área de vivienda de los trabajadores agrícolas, 6) Evitar la presencia de menores de edad en el área de trabajo, 7) En el área de empaque los trabajadores deben de contar con cofia, guantes desechables, tapabocas, delantal, camisa de manga larga y zapatos cómodos. El área de empaque debe de contar con los sanitarios adecuados y las facilidades requeridas.

5. Área de selección y empaque

El área de selección y empaque se recomienda que este cerrada con el fin de evitar contaminación por la entrada de aves, roedores, insectos, etc. Es necesario contar con depósitos de basura etiquetados y cerrados. Se debe de construir suficientes sanitarios y lockers para los trabajadores. Se debe de contar con áreas de almacenamiento de materias primas y empaques. La maquinaria debe de ser fácil de sanitizar y no dejar residuos de moho o grasas en el producto. Se debe de colocar letreros en áreas específicas, las lámparas del área deben de tener protección para evitar la caída de vidrios al área de selección, etc.

6. Almacenamiento

Las áreas de almacén o cuartos fríos deben de sanitizarse con cierta frecuencia y llevar un registro de las labores desarrolladas. Las esquinas y la unión de piso con paredes deben de ser redondas para facilitar limpieza. Los pisos deben de ser de un material fácil de limpiar. Se debe de contar con un registro constante de la temperatura del cuarto frío. El material almacenado en la bodega para su uso en el empaque debe de ser cubierto para su protección contra contaminación.

7. Contaminación cruzada.

El diseño de un empaque debe de evitar la ocurrencia de posible contaminación cruzada,

debe de evitarse la entrada de material de campo en etapa intermedios del proceso, al salir el producto empacado debe de pasar directo al cuarto frío sin estar en contacto con material proveniente del campo, se debe de controlar el movimiento del personal para evitar el contacto del producto con personal sin protección, etc.

Durante el transporte el vehículo debe de sanitizarse antes de cargarse, no se deben de utilizar vehículos de transporte que fueron utilizados previamente como transporte de productos contaminantes (pollo, fertilizantes, insecticidas, vacas, perros, personas, etc.)

SOIL DEPTH EFFECTS ON CHIHUAHUAN DESERT HONEY MESQUITE COVER AND FORAGE PRODUCTION

Francisco Molinar, Jerry L. Holechek and Milton Thomas

Authors are professor of range ecology, Department of Veterinary Medicine and Animal Science, Autonomous University of Ciudad Juarez, Chihuahua, Mexico; Professor of range animal ecology and professor of animal genetics and nutrition, Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University, Las Cruces. This research was supported by the new Mexico Agr. Exp. Sta., Las Cruces, 88003 and was part of project 1-5-27427.

ABSTRACT

Information is limited on the effects of soil depth on honey mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) cover and forage production in the Chihuahuan Desert. We evaluated relationships among these variables over a 3 year period (1995, 1996, 1997) on the Chihuahuan Desert Rangeland Research Center in southcentral New Mexico on 3 adjoining pastures with similar size, terrain (flat), soils, vegetation composition, and grazing history. Soils on our study pastures were primarily light sandy loams underlain by a calcium carbonate layer at depths varying from a few centimeters to 1 m or more. Study pastures were ungrazed in 1995 and 1996 and lightly to conservatively grazed in 1997. Forage standing crop had moderate negative ($P < 0.05$) correlations with mesquite canopy cover ($r = -0.427$) and density ($r = 0.454$). Deep soils had low forage production and high mesquite cover while the opposite occurred for shallow soils. Linear regression equations using mesquite cover (%) and perennial grass standing crop (kg ha^{-1}) as the dependent variables and soil depth (cm) as the independent variable were significant ($P < 0.05$) and similar for all 3 pastures. A randomized complete block repeated measures analysis of variance was used to further evaluate the effects of soil depth (2) and years (3) on forage production. Shallow soils (< 40 cm in depth) had substantially higher ($P < 0.05$) forage standing crop than deep soils (226 vs 35 kg ha^{-1}) during all 3 years of study. Forage production differed ($P < 0.05$) greatly among years when data were pooled across pastures. It ranged from 58 kg ha^{-1} in 1995 to 239 kg ha^{-1} in 1997. Herbicidal control of thick stands of honey mesquite on shallow soils should provide the greatest forage increases with the slowest rate of mesquite reinvasion. Mesquite control on deep soils may be justified by multiple use benefits, such as erosion control and/or improved wildlife habitat. However, it is unlikely to be cost effective if the primary goal is increased forage for livestock.

INTRODUCTION

Honey mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) invasion of grassland is a major rangeland problem in the southwestern United States and northcentral Mexico. In Arizona, New Mexico, and Texas more than 20 million hectares are now covered by honey mesquite (Mack 1985). Honey mesquite has little forage value to livestock because of thorns and high tannin and phenolic compound levels in the leaves (Holechek *et al.* 1990). On degraded rangelands mesquite control is often required to reduce erosion (Gould 1982) and increase forage for livestock (Herbel *et al.* 1983).

Several factors are involved in the proliferation of mesquite. Among the most important are reduction in wildfires, extended drought periods, overgrazing by livestock, spread of seeds by wildlife and livestock, and increase in atmospheric CO_2 concentration (Johnson and Mayeux 1992, Archer 1994). Honey mesquite has a deep, extensive root

system that efficiently uses moisture from infrequent rainfall and extensive canopy cover that efficiently uses CO₂ and sunlight. During drought, mesquite plants shed leaves to reduce evapotranspiration. These characteristics make it well adapted to the Chihuahuan Desert environment.

Herbicidal control of mesquite has long been advocated as a quick means to increase forage production and reduce erosion (Norris *et al.* 1963, Herbel *et al.* 1983, Gibbens *et al.* 1992). Research has shown mesquite control can increase forage production from 25% to over 100% for 5 to 10 years post treatment (Herbel *et al.* 1983, Gibbens *et al.* 1986). However, longer term 10-30 year benefits are more uncertain (McNeely 1983, Warren *et al.* 1996). Site characteristics such as soil depth and texture may influence the effectiveness of mesquite control on both a short and long term basis.

The objectives of our study were to evaluate the effects of soil depth on mesquite canopy cover, mesquite density, and forage production during 3 consecutive years in the Chihuahuan Desert of south-central New Mexico. The primary null hypothesis tested was soil depth has no effect on mesquite cover.

STUDY AREA

The study was conducted during autumn 1995, 1996, and 1997 on the New Mexico State University Chihuahuan Desert Rangeland Research Center (CDRRC) located 40 km north of Las Cruces, Doña Ana County, New Mexico. The CDRRC lies in the southern portion of the Jornada del Muerto Plain between the San Andres Mountains and the Rio Grande River. The elevation of the study area is 1,340 m. Topography is generally level with all slopes less than 5%. The area is arid, with no permanent water except for the river and stock watering points supplied by wells and temporary earthen tanks. Annual precipitation during the study period varied from 180 to 298 mm. The 63 year average is 230 mm (Table 1). About half of the annual precipitation occurs between July and September with highest precipitation occurring in August. Wood (1969) describes the climate of the area as semi-desert with temperatures varying from -23° to 42° C and extreme daily fluctuations of 30° C. June is the warmest month and January the coldest.

Soils of the CDRRC study area are mainly light sandy loams underlain by calcium carbonate hardpan (caliche) at depths varying from a few centimeters to 1 m or more (SCS 1980). They are classified as fine loamy, mixed, thermic, typic haplargids and are in the Simona-Cruces associations (SCS 1980). In areas where the ground cover is sparse, sandy dunes are formed around the invading mesquite plants (Wood 1969). Over most of the study area, the soil profile is relatively well preserved and stable.

Vegetation on the study area is characterized as Chihuahuan Desert grassland, with shrubs scattered throughout the area. Large areas have been invaded by honey mesquite (*Prosopis glandulosa* Torr.). Understory vegetation consists largely of black broma (*Bouteloua eriopoda* Torr.), mesa dropseed (*Sporobolus flexuosus* [Thurb.] Rybd.), and spike dropseed (*S. contractus* A. Hitch). Broom snakeweed (*Gutierrezia sarothrae* Greene) dominates a few small poor condition areas.

METHODS

Our study was conducted on 3 adjoining pastures on the CDRRC with similar soils (flat), topography, size, forage productivity and vegetation composition. The size of these pastures are 922, 1267, and 1219 hectares, respectively. Overall ecological condition of pastures 15 and 14 is late seral while pasture 1 is in high mid seral condition. Honey mesquite cover and density within each of the 3 pastures show considerable variation. Nearly all portions of each pasture received herbicides control of brush in the early 1960s (McNeely 1983). Mesquite root kill levels were generally around 65%. Additional herbicides control was applied in the mid-1980s but mesquite kill levels were under 5%. Depending on year, these pastures were conservatively to moderately stocked in the 1968 to 1994 period. Trend in desirable perennial grass cover has been upward in all 3 pastures over the past 30 years. All pastures were destocked in late July 1994 due to severe drought conditions. All pastures were restocked in late November of 1996 following procedures of Holechek (1988). Forage use by cattle during 1997 was light to conservative (25-35% use of perennial grasses) in all pastures.

In the fall of 1995 range inventories in the 3 pastures established a baseline databank for intensive evaluation of longterm vegetation trends. Measurements of total herbage standing crop, forage production, and plant basal cover were initiated on all pastures in October of 1995, 1996 and 1997. Ten permanent key areas were established for monitoring each of the 3 pastures. In the fall of 1996 and 1997 three more key areas were added using sites densely populated with mesquite. One key area was added in pasture 15 and 2 key areas were added in pasture 1. All key areas were located in the center of discreet areas with uniform soils and vegetation. A point-intercept method was used to determine ground cover, plant composition, and trend on all key areas. A transect consists of a 61 m line located by a rebar stake at each end of the line and one in the center. Plant basal cover was measured at 0.61 m intervals using a pin along a tape stretched between the two permanent rebar. One hundred observations were taken per transect and data were recorded by plant species (annual and perennial), litter, rock and gravel, and bare soil. The nearest plant species was recorded in the case of hits on bare ground for species composition information.

Herbage production was evaluated by offsetting the 61 m line by 3.05 m and placing ten 0.5 meter square quadrats parallel to the first line at 6.10 m intervals. All plant species were clipped on each plot to around level and oven dried 24 hours at 55° C. Grazed plants were adjusted to equivalent weight of ungrazed plants by clipping ungrazed plants of similar height and basal diameter. Current year's growth and old growth were separated. Standing crop estimates in this study involve only current year growth. The transects for herbage production were moved 3.0 m each year to avoid clipping in the same spot.

Mesquite canopy cover on key areas was evaluated by using the line-intercept method (Canfield 1941). Transects consists of a 61 m line located by driving a rebar stake at each end of the line and one in the center. The data were recorded as centimeters of mesquite intercepting the line and converted into percent mesquite canopy cover.

Honey mesquite densities on key areas were determined by establishing belt transects. Three 40 x 2 m belt transects were laid out perpendicular to the 61 m line to estimate number of plants per hectare. The belt transects covered a measured area of 240 m² on each of the 43 sites.

Soil depth was determined by digging pits at each of the 33 key areas. Two range sites were encountered (shallow sandy and deep sandy). The shallow sandy range sites were 40 cm or less in depth, and deep sandy range sites were greater than 40 cm in depth. All 3 pastures have both shallow (10-40 cm) and deep soils (41-120 cm). Pasture 15 had 5 shallow and 6 deep key areas. Pasture 1 had 5 shallow and 7 deep key areas. Pasture 14 had 8 shallow and 3 deep key areas. Soil depth on each key area was found to be relatively uniform based on repeatedly driving a steel measuring rod into the ground at various points on the key area and recording the depth to the caliche layer.

STATISTICAL ANALYSES

Simple linear regression and correlation analyses were used to determine relationships among mesquite cover, mesquite density, soil texture, soil depth, and herbage production for pastures and across all pastures (Neter and Wassennan 1974). Soil depth and year effects on herbage production were also evaluated using a randomized complete block repeated measures analysis of variance. Soil depth was categorized as shallow (<40 cm) and deep soil (> 40 cm). The 3 pastures were used as blocks and key areas within pastures were considered to be subsamples.

RESULTS AND DISCUSSION

Mesquite cover and density both showed strong positive correlations with soil depth (Table 2). Significant correlations occurred between mesquite cover and soil depth for all study pastures. Regression equations were remarkably similar for the 3 pastures. Buffington and Herbel (1965) found mesquite invasion in the Chihuahuan was greatest on deep sandy soils. Deep, coarse textured soils facilitate downward water infiltration and retain little moisture near the soil surface (Holechek *et al.* 1998). This benefits shrub species with extensive coarse root systems such as mesquite. In contrast, most of the moisture is retained near the soil surface by clay soils and sandy soils with a shallow restrictive (caliche) layer. This favors grasses with dense, short, fibrous root systems, such as black grama.

Mesquite canopy cover and density on the 33 transects had negative ($P < 0.05$) correlations with black grama and total grass standing crops (Table 2). Significant ($P < 0.05$) negative correlations occurred between perennial grass standing crops and mesquite cover on all 3 pastures. Linear regression equations were similar for pastures 15 and 14 but different for pasture 1 (Table 3). On all our sites ($n = 6$) where mesquite cover exceeded 15%, perennial grass standing crops were low (under 50 kg ha^{-1}) in all 3 years of study. Scifres and Polk (1974) found little to no increase in forage production on mesquite control areas where mesquite canopy cover had been less than 15-20%. However, there is evidence from Arizona (Glending 1952), Texas (McDaniel *et al.* 1982), and New Mexico (Warren *et al.* 1996) that when mesquite canopy cover exceeds 15-20% it adversely impacts forage production.

Honey mesquite may have some positive effects on forage plants. It may provide grasses and forbs with enhanced soil nutrients and grazing protection (Wooten 1916, Buffington and Herbel 1965, Martin and Cable 1974). These benefits are most likely to occur where mesquite canopy cover levels are low (under 5%).

Black grama and total grass standing crops were negatively correlated with soil depth (Table 1, Figure 1). Significant negative correlations occurred between grass standing crop and soil depth in all 3 study pastures. Regression equations were similar for the 3 pastures.

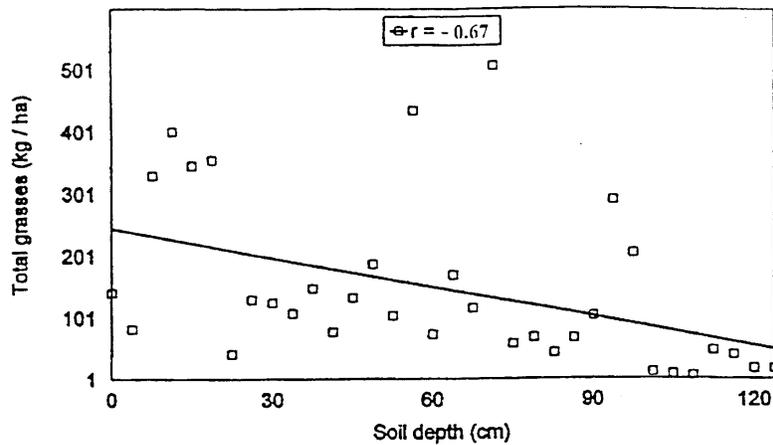


Figure 1. Relationship between soil depth and total grass production in 3 pastures on the Chihuahuan Desert Rangeland Research Center in south-central New Mexico using data pooled across year (1995, 1996, 1997).

Table 1. Annual and growing season¹ precipitation (mm) for pastures 14, 15, 1, and 4 from 1994 through 1997 on the Chihuahuan Desert Rangeland Research Center².

Pastures	1994		1995		1996		1997	
	Year Total	Growing Season Total	Year Total	Growing Season Total	Year Total	Growing Season Total	Year Total	Growing Season Total
	----- mm -----							
14	155	32	175	112	187	120	327	159
15	165	40	167	102	197	127	295	139
1	180	65	168	97	230	150	294	138
4	180	47	175	105	220	142	298	143

¹Growing season is from July through September.

² Long time average precipitation (1930-1993) is 230 mm total and 127 mm during the growing season.

Table 2. Significant ($P < 0.05$) simple correlation coefficients for associations between mesquite cover (%), mesquite density (kg/ha), soil depth (cm), black grama standing crop (kg/ha), and total grass standing crop (kg/ha) based on transects in i pastures for data pooled across years (1 995, 1996, 1997).

	Mesquite cover	Mesquite density	Soil depth
Black grama	-0.3360	-0.3140	-0.4920
Total grasses	-0.4710	-0.4850	-0.6700
Mesquite cover	1.0000	0.7960	0.8730
Mesquite density	0.7960	1.0000	0.7430
Soil depth	0.8730	0.7430	1.0000

Table 3. Linear regression equations for prediction grass standing crop (kg ha⁻¹) from honey mesquite cover (%).

Pasture	Dependent variable	Equation	n	r
14	Grass standing crop	$y = 239 - 1.03 x$	10	-0.45
15	Grass standing crop	$y = 237 - 10.8 x$	11	-0.59
1	Grass standing crop	$y = 126 - 5.7 x$	12	-0.52
All pastures	Grass standing crop	$y = 196 - 8.8 x$	33	-0.47

Table 4. Effects of soil depth (shallow, deep) and years (1995, 1996, 1997) on vegetation standing crop means (kg ha⁻¹) and associated standard errors (SE) on the Chihuahuan Desert Rangeland Research Center in south-central New Mexico.

Plant category	1995				1996				1997			
	Shallow Soil	Deep Soil	SE	(SE)	Shallow Soil	Deep Soil	SE	(SE)	Shallow Soil	Deep Soil	SE	(SE)
	----- kg ha ⁻¹ -----											
Black gramma	88	40	trace	0	121	54	trace	0	226	105	12	6
Mesa dropseed	11	6	6	2	41	19	18	6	100	51	44	23
Threeawn spp	12	6	2	1	20	17	4	2	62	25	15	3
Other grasses	4	2	4	1	18	8	23	12	27	13	9	6
Total grasses	115b	35	12 b	2	200a	31	45b	18	415a	79	80b	21
Forbs	101	29	102	15	43	13	47	10	64	17	98	22
Snakeweed	27	10	33	10	38	15	40	11	137	31	127	37
Total standing crop	243b	86	147b	55	281a	39	132b	22	616a	73	305b	43

ab Superscripts within rows and years differ significantly ($P < 0.05$) using least significant difference test.

Our second analysis evaluated autumn herbage standing crop using the 3 pastures as blocks and soil depths (shallow, deep) and years (1995, 1996, 1997) as treatments. Main effect of both years and soil depths were significant ($P < 0.05$) for total herbage standing crop (Table 4). Interactions among years and soil depths were non-significant ($P > 0.05$) for various herbage standing crop components. Deep soils supported low perennial grass standing crops and shallow soils supported high perennial grass standing crops (Table 4). Total grass standing crops differed ($P < 0.05$) greatly among years. Rainfall on the study area during the growing season (July through September) was 16% below average for 1995 but 1 % and 16% above average for 1996 and 1997, respectively (Table 1). Perennial grass production in 1997 showed substantial recovery from drought in 1994 and 1995.

Herbel and Gibbens (1996) found low black grama and perennial grass standing crops on deep sandy soils on the Jornada Experimental Range in south-central New Mexico. The best black grama stands occurred in shallow loamy or shallow sandy soils.

MANAGEMENT IMPLICATIONS

Our research indicates that soil depth strongly determines vegetation improvement potential on upland sandy soils in the Chihuahuan Desert. Deep soils on our study area had low forage production in both dry (1995) and wet years (1997) regardless of mesquite cover. Shallow soils consistently had several fold higher forage production than deep soils and were

quite responsive to above average rainfall in 1997. Because of their high potential for forage production, we recommend ranchers and range managers concentrate their mesquite control efforts on the shallow soils. Although honey mesquite does not appear to greatly impact forage production until canopy cover levels reach 15%, we advocate mesquite control during the early stages of invasion, particularly on shallow grassland sites. Both burning and herbicidal methods are most effective in controlling mesquite during the early stages of establishment when root systems are not well developed. Herbicidal control appears to be the only practical improvement option on deep sandy soils heavily invaded with mesquite. Unfortunately, on these sites increases in forage production will probably not cover treatment costs at today's cattle prices. However, multiple use benefits such as less wind erosion (Gould 1982) and improved wildlife habitat may make this option viable on public lands near large human population centers such as the Las Cruces/ El Paso metropolitan area in southcentral New Mexico.

LITERATURE CITED

- Archer, S. 1994. Woody plant encroachment into southwestern grasslands and savannas; rates, patterns, and proximate causes. In: Ecological Implications of Livestock Herbivory in the West. Society for Range Management, Denver, CO.
- Buffington, L. C. and C. H. Herbel. 1965. Vegetational changes on a semidesert grassland from 1858 to 1963. *Ecol. Monog.*35:139-164.
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line intercept method in sampling range vegetation. *J. Forest.* 39:388-394.
- Gibbens, R. P., R. F. Beck, R. P. McNeely, and C. H. Herbel. 1992. Recent rates of mesquite establishment in the northern Chihuahuan desert. *J. Range Manage.* 45:585-588.
- Gibbens, R. P., C. H. Herbel, H. L. Morton, W. C. Lindermann, J. A. Ryder-White, D. B. Richman, E. W. Huddleston, W. H. Conley, C. A. Davis, J. A. Reitzel, D. M. Anderson, and A. Guiao. 1986. Some impacts of 2,4,5-T on a mesquite duneland ecosystem in southern New Mexico: A synthesis. *J. Range Manage.* 39:320-326.
- Glendening, G. E. 1952. Some quantitative data on the increase of mesquite and cactus on a desert grassland range in southern Arizona. *Ecology* 33:319-328.
- Gould, W. L. 1982. Wind erosion curtailed by controlling mesquite. *J. Range Manage.* 35:563-566.
- Herbel, C. H. and R. P. Gibbens. 1996. Post-drought vegetation dynamics on arid rangelands in southern New Mexico. *New Mexico. Agric. Exp. Sta. Bull.* 766.
- Herbel, C. H., W. L. Gould, W. F. Leifeste, and R. F. Gibbens. 1983. Herbicide treatment and vegetation response to treatment of mesquite in southern New Mexico. *J. Range Manage.* 36:149-151.
- Holechek, J. L. 1988. An approach for setting the stocking rate. *Rangelands* 10: 10-14.

- Holechek, J. L., A. Munshikpu, L. Saiwana, G. Nunez-Hemandéz, R. Valdez, J. Wallace, and M. Cardenas. 1990. Influences of six shrub diets varying in phenol content on intake and nitro en retention by goats. *Tropical Grasslands* 24:93-98.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper, and C. H. Herbel. 1998. *Range Management: Principles and Practices*. 3rd Edition. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Johnson, H. B. and H. S. Mayeux. 1992. Viewpoint: A view on species additions and deletions and the balance of nature. *J. Range Manage.* 45:332-334.
- Mack, R. N. 1985. Invading plants: their potential contribution to population biology. p. 127-142. In: J. White (Ed.). *Studies in plant demography*: Academic Press, New York.
- Martin, S. C. and D. R. Cable. 1974. *Managing semi-desert grassshrub ranges*. USDA Forest Serv. Tech Bull. No. 1480.
- McDaniel, K. C., J. H. Brock, and R. H. Haas. 1982. Changes in vegetation and grazing capacity following honey mesquite control. *J. Range Manage.* 35:551-557.
- McNeely, R. P. 1983. Influence of mesquite on vegetational changes under two grazing strategies in southern New Mexico. M.S. Thesis. New Mexico State Univ., Las Cruces, NM.
- Neter, J. and W. Wasserman. 1974. *Applied Linear Statistical Models*. Richard D. Irwin, Inc. Homewood, Illinois.
- Norris, J. J., K. A. Vallentine, and J. B. Gerard. 1963. Mesquite control with Monuron, Fenuron, and Diuro. *New Mexico State Agr. Exp. Sta. Bull.* 484.
- SCS. 1980. Soil survey of Dona Ana county, New Mexico. United States Department of Agr. - Soil Conservation Service (now Natural Resources Conservation Service).
- Scifres, C. J. and D. B. Polk. 1974. Vegetation response following spraying a light infestation of honey mesquite. *J. Range Manage.* 27:462-465.
- Warren, A., J. L. Holechek, and M. Cardenas. 1996. Honey Mesquite influences on Chihuahuan Desert vegetation. *J. Range Manage.* 49:46-52.
- Wood, J. E. 1969. Rodent populations and their impact on desert rangelands. *New Mexico State Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.* 555.
- Wooton, E. O. 1916. Carrying capacity of grazing ranges in southern Arizona. *USDA Bul.* 367.

SECCION

DE

CARTELES

PREACONDICIONAMIENTO A SEMILLAS DE NOA (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) PARA LA PRODUCCION DE PLANTA.

Oscar A. Martínez R¹., Oscar A. Hernández C².Eduardo Blanco C³. y Ramón Hernández S⁴.

1, 2, 4 URUZA UACH Apartado postal no. 8. Bermejillo, Dgo., C.P.35230.

Fax 01(177) 60043 omartín@chapingo.uruza.edu.mx

3 UAA"AN" Unidad Laguna.

INTRODUCCION

El género *Agave* pertenece a la familia *Agavaceae*. Está constituido aproximadamente por 150 especies y la mayoría de ellas se encuentran en México revistiendo importancia alimenticia, medicinal, industrial (vigueras y Portillo, 1994) y ornamental (Chimal *et al.*, 1994; Nobel, 1998). Su distribución se reporta desde el Suroeste de Estados Unidos de Norteamérica hasta el norte de Sudamérica (Vigueras y Portillo, 1994); y constituye un recurso natural en las zonas áridas y semiáridas. En el desierto chihuahuense se localizan algunas especies, sobresaliendo entre ellas el *Agave victoriae-reginae* conocida como "noa".

Esta especie endémica del Norte de México está en peligro de extinción y crece en forma silvestre en la Comarca Lagunera (Agüero *et al.*, 1994; López *et al.*, 1994). En el Estado de Coahuila su distribución se restringe a pequeñas poblaciones de bajo vigor y se le localiza en tres sitios: El municipio de Ramos Arizpe con 147 individuos en 4 hectáreas; la sierra de las Noas en el municipio de Viesca, cuya población no se ha podido determinar por lo accidentado de la zona; y por último el municipio de Viesca (López *et al.*, 1994). En estas regiones no se le ha dado importancia al papel que desempeña en la estructura y función del ecosistema árido ya que el saqueo como planta de ornato, la extracción de planta para el consumo de la "piña" cocida, la mortalidad de la semilla por desecación y el consumo de ésta por roedores y otro tipo de animales, están conllevando a su extinción. Sus variables formas como planta de ornato representan, además, un potencial económico y social toda vez que son parte de los jardines botánicos tanto públicos como privados alrededor del mundo; de las colecciones privadas y de la comercialización hortícola (Gentry 1982; Nobel, 1998).

Por lo anterior, y debido a la falta de un programa de propagación, es urgente y necesario reproducir la especie. La propagación por semilla representa una alternativa y para ello es esencial conocer un método que juzgue la viabilidad de la semilla para la obtención de planta. En semillas recién cosechadas es necesario reducir la humedad a un nivel tal que el requerido para la germinación; almacenar la semilla en seco durante un período de tiempo para desaparecer el letargo; o proporcionarle condiciones ambientales específicas como temperaturas elevadas alrededor de 30°C para que germinen (Hartmann *et al.*, 1990). Freeman (1973) y Nobel (1988) germinando semillas de *A. virginica*, *A. lechuguilla* y *A. deserti* a temperaturas de 25° a 30°C lograron en 7 y 8 días 94% y 95% de germinación; mientras que en semillas de *A. victoriae-reginae* cosechadas en otoño e invierno de 1992 y primavera y verano de 1993 hidratadas durante 5 días en 5 ml de agua destilada y sembradas a temperaturas de 20°C obtuvieron porcentajes de germinación de 92% a 94% (Agüero *et al.*, 1994). Reportándose que la práctica hortícola estratificación,

escarificación en agua, remojo en solución de giberelina, tiourea o nitrato de potasio estimulan germinación en algunas otras especies vegetales (Hartmann *et al.*, 1990).

El presente trabajo tuvo como objetivo buscar técnicas que promuevan la germinación de semilla de noa para la producción de planta e introducirla a su habitat natural para la rehabilitación del ecosistema.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en condiciones de laboratorio e invernadero en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, de la Universidad Autónoma Chapingo, durante 1997 y 1998. Se utilizó semilla de "noa" de polinización libre cosechada en el Cañón del Indio de la Sierra de las Noas en las cuatro estaciones del año: Otoño e invierno de un año y primavera y verano del siguiente. La semilla se almacenó en seco por un período de 4 años hasta que se utilizó en el experimento. Previo a los tratamientos, la simiente se sumergió en alcohol 70% durante 5 minutos e inmediatamente después en hipoclorito de sodio 2% durante 30 segundos para desinfectar la semilla. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones, en arreglo factorial, donde los factores en estudio fueron: 1) época de colecta en cuatro niveles 2) tratamientos (T) pregerminativos con seis niveles. T1) Remojo de semilla en agua destilada durante 20 horas; T2) Estratificación 5°C por 2 días; T3) Remojo en solución de tiourea 0.5% por 3 horas; T4) Inmersión en giberelina 100 mg L⁻¹ durante 6 horas, T5) Remojo en nitrato de potasio 2% por 30 minutos y T6) Testigo. La unidad experimental la constituyó un lote de 20 semillas y la siembra se hizo en cajas de petri desinfectadas con captan 0.25% las cuales se introdujeron a la incubadora a temperatura entre 27° y 30°C para promover germinación. Las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación a los 10, 20 y 35 días y velocidad de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó que la interacción estación del año* tratamiento fue altamente significativa sólo a los 35 días. La semilla colectada en el invierno mostró 35 días después de la siembra el mayor porcentaje de germinación (92%) seguida de la de otoño (78%); mientras que a los 20 días se logró 84% y 69% en esa secuencia estacionaria. Estos resultados demuestran que la época de recolección de la semilla tiene efecto en el por ciento y tasa de germinación; y que el almacenamiento en seco de la semilla no afecta la viabilidad como previamente se reporta (Hartmann *et al.*, 1990). Se apoyan también en Agüero *et al.* (1994) quienes obtuvieron 93% de germinación promedio en semilla de *A. victoriae-reginae* colectada en otoño e invierno y sembrada a temperaturas de 20°C.

De los tratamientos pregerminativos utilizados, el remojo de la semilla en agua y estratificación estadísticamente fueron iguales al testigo y tuvieron porcentajes de germinación de 87.5%, 86.5% y 90.3% respectivamente a los 35 días; en tanto, a los 20 días este valor fue de 78.7%, 75.5% y 81% en esa tendencia. Esto confirma lo encontrado en otros estudios (Agüero *et al.* 1994) donde la hidratación de la semilla promueve germinación en *A. victoriae-reginae*; y demuestran que en esta especie no es necesario realizar ningún otro tratamiento de preacondicionamiento a la semilla para promover germinación, siempre y cuando se le baje humedad y se almacene en seco por un período de tiempo como se reporta para algunas especies (Hartmann *et al.*, 1990).

Finalmente se observó que a la temperatura de siembra y con los tratamientos aplicados, la velocidad de germinación se incrementó de manera pronunciada del 10th al 20th día cuando la semilla se expuso al frío y humedad (T2). Esto sugiere menores posibilidades de que la semilla germine en su medio ambiente toda vez que necesitaría períodos más largos con condiciones favorables de humedad y temperatura para germinar y establecerse.

CONCLUSIONES

1. La mejor estación del año para recolectar semilla de *A. victoriae reginae* para la reproducción de planta es durante el invierno.
2. El almacenamiento seco de la semilla durante 4 años no afectó su viabilidad.
3. El remojo de la semilla en agua durante 20 horas o sin él es suficiente para lograr un alto porcentaje de germinación.
4. La estratificación incrementa la velocidad de germinación.

LITERATURA CITADA

- Agüero E; M.A., E. Blanco C y V. Castañeda. 1994. Potencial de la reproducción por semilla de la noa. In: Memorias Simposium Internacional sobre Agavaceas. UNAM. P. 33.
- Chimal H; A., V. Corona N. E. Guzmán Q. 1994. Las especies de agavaceas con uso ornamental en México. In: Memorias Simposium Internacional sobre Agavaceas. UNAM. P. 35.
- Freeman, C.E. 1973. Some germination responses of lechuguilla (*Agave lechuguilla Torr*). The Southwestern Naturalist. 18:125-134.
- Gentry; H.S. 1982. Agave of Continental. North America. Univ. of Arizona Press p. 185.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davies Jr. 1990. Plant propagation. Principles and practices. Ed. CECSA. P. 188-195.
- López G; J.J., A. Rodríguez y L. Pérez R. 1994. Análisis del estado actual de las poblaciones naturales de *Agave victoriae-reginae* e implicaciones para su conservación en el estado de Coahuila. In: Memorias Simposium Internacional sobre Agavaceas. UNAM. P. 32.
- Nobel, P.S. 1988. Environmental biology of agaves and cacti. Univ. of California. P. 128-129.
- Nobel, P.S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. P. 54.
- Vigueras G; A.L. y L. Portillo M. 1994. Inventario preliminar de los Agaves de Jalisco y algunos datos sobre su distribución y aprovechamiento. In: Memorias Simposium Internacional sobre Agavaceas. UNAM. P. 36.

MODELO DE PREDICCIÓN PARA PRODUCCIÓN DE MEZQUITE (*Prosopis glandulosa*) EN LA COMARCA LAGUNERA

Raúl Serrato Sánchez¹ y Nancy Quiroz Sánchez²

1 Profesor Investigador. División de Estudios de Posgrado. FAZ-UJED.

2 Estudiante de Posgrado. División de Estudios de Posgrado. FAZ-UJED.

INTRODUCCION

El mezquite (*Prosopis* spp.) es una planta que crece completamente silvestre en las zonas áridas y semiáridas de México, donde las condiciones para la agricultura son adversas, pertenece al grupo de las leguminosas y es un componente del matorral xerófilo.

En México los mezquites se distribuyen en una superficie aproximada de 3'555,500 has (SFF 1980) sin tomar en cuenta las montañas y las partes bajas del sureste del país. Rzedowski (1988) indica que son 10 las especies de mezquite que más se han estudiado en los Estados Unidos de Norteamérica y en México las cuales son: *P. Laevigata*, *P. Glandulosa*, *P. Glandulosa* var. *Glandulosa*, *P. Glandulosa* var. *Torreyana*, *P. Juliflora*, *P. Velutina*, *P. Tamaulipana*, *P. Reptans* var. *Cineracens*, *P. Pubecens*, y *P. Articulata*.

La raíz, tronco y ramas son utilizadas como combustibles en forma de carbón, leña, brazuelo; también se obtienen postes, tablas, tablones, cortezas curtientes y trozas para aserrar, proporcionan los postes para las cercas y soportes de los techos de las casas habitación, por poseer un bajo contenido de humedad (del 4 al 7 %) le confiere una alta estabilidad dimensional, aun bajo condiciones climáticas extremas. Estas características hacen que su madera, siendo la de la raíz la más dura, sea muy apreciada en la fabricación de muebles rústicos; hormas para zapatos, duelas, mangos de herramientas, puertas, marcos de ventanas, parquet y curvos para barcos pequeños; también se ha empleado en la producción de artesanías como dominós, joyeros, platos, charolas, ajedreces, sillas, mesas y armazones para los relojes de pared (Villanueva 1993).

En los años de 1500 a 1950, la madera de mezquite fue una de las materias primas más importantes en la construcción de las ruedas de carreta y en la curtiduría de pieles; se empleo en la minería tanto como combustible en la fundición de metales como en el cimbrado de los túneles para evitar los derrumbes; también era el alimento de las locomotoras de vapor, los ingenios y las calderas de las haciendas de beneficio (Gómez 1970).

La vaina o fruto es útil como forraje para todo tipo de ganado con lo cual disminuye el costo de las raciones alimenticias. Es una golosina para la gente de la localidad, pero también lo han venido utilizando sobre todo en Chihuahua y Sonora en muy baja escala como alimento humano al moler la vaina para obtener la harina que es rica en proteínas (de 13.26 % en la vaina más el 39.34 % en la semilla) con la cual hacen atole, tamales, pan, agua fresca; con la fermentación de las vainas se obtienen bebidas alcohólicas semejantes a la cerveza y al whisky (Cantú 1990).

La harina de mezquite es también aprovechada en la preparación de los concentrados que se les suministran al ganado de engorda y lechero, estabulado o

semiestabilado. La goma de mezquite, que secreta el árbol durante el invierno o cuando es herido en su tronco o ramas, disuelta en agua tiene usos farmacéuticos: se utiliza en las afecciones faríngeas, contra la tos, bronquitis, en el afianzamiento de los dientes y contra las quemaduras. También se utiliza como pegamento en los trabajos de carpintería y en la manufactura de cerillos. Los exudados de goma en unos casos son de color blanco o ámbar y en otros la goma es negra, la cual se emplea como colorante y se reporta que contiene 20 % de taninos (Durso y col. 1973).

La flor es rica en néctar para las abejas y en aceites esenciales de valor en la perfumería. El tiempo que tarda desde la formación de las flores hasta la abscisión de los frutos varía de 100 a 110 días, con lo cual bien podrían obtenerse hasta tres cosechas al año (Cantú 1990).

Las hojas constituidas por folíolos son forraje para el ganado. En invierno aparecen los retoños, que aparte de ser alimento para el ganado, tienen un uso medicinal; el té de estas hojas se emplea para curar afecciones de los ojos y para malestares estomacales (Castro 2000).

El mezquite (*Prosopis glandulosa*) es uno de los árboles más clásicos del Desierto Chihuahuense. Se observa a lo largo y ancho de las zonas áridas y semiáridas de México y su presencia se considera indicadora de suelos profundos y mantos freáticos. Generalmente se desarrolla en las márgenes o cercanías de arroyos y ríos y comparte el hábitat con el huizache (*Acacia farnesiana*), principalmente (Palacios y col. 2000).

Históricamente, el mezquite es de los arbustos o árboles que habían sido erradicados por el hombre de las áreas que se abrían al cultivo, dejándolo sólo en las orillas de las acequias para usar su sombra como protección del sol. En la superficie que sigue cubierta con vegetación natural el beneficio es la sombra para el ganado doméstico y la obtención de leña y carbón lo cual, debido al incremento en la población, aumentó la presión de uso y la consiguiente deforestación (Maldonado y de la Garza 2000).

En los últimos 20 años debido a factores diversos, principalmente falta de agua y créditos oportunos, en los ejidos que comprenden el distrito de riego 017 de la Comarca Lagunera, se ha disminuido considerablemente la superficie de siembra dejándola abandonada y expuesta a la naturaleza registrándose un proceso de recolonización por hierbas, arbustos y árboles, en ese orden sucesional, manifestándose el mezquite y el huizache como la vegetación clímax.

Debido a que la explotación del mezquite para la producción de carbón se sigue dando cada vez a un ritmo mayor y, en muchos casos, aplicando métodos que destruyen la planta al grado de dejar el suelo desnudo y dañado, expuesto muy seriamente a procesos erosivos, se considera importante cuantificar el recurso disponible para establecer niveles de aprovechamiento que permitan la sustentabilidad.

Un método para lograr conocer la cantidad, en toneladas por hectárea, del recurso forestal disponible es el directo mediante el cual se corta la planta, se seca y se pesa. Una forma menos destructiva es recurriendo al muestreo de la población, en el cual se toman sólo unos cuantos individuos representativos y se cortan, sirviendo sus promedios para estimar al total de la población. Pero una herramienta que se ha considerado muy útil y que disminuye aún más el daño a los organismos integrantes de una población es el uso combinado del muestreo y los modelos de predicción con los cuales se puede inferir el

comportamiento de una característica en particular de la población a partir de una o más características que no necesariamente tienen que ser tan destructivas.

A pesar de la gran cantidad de estudios, principalmente en el continente americano, que se han realizado sobre el mezquite (INTERNET, 2001), el autor de este estudio no encontró ninguna realizada para cuantificar la producción del mezquite en un ecosistema determinando sin tener que cortarlo completamente.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue generar un modelo de predicción de producción en poblaciones de mezquite bajo condiciones naturales en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio se ubicó en el Ejido Venecia, Dgo. Se localiza en el km. 32 por la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo. Se encuentra ubicado geográficamente en los 25° 46' de latitud norte y los 103° 21' de longitud oeste a una altura sobre el nivel del mar de 1,110 m (INEGI-SPP 1978).

El clima del lugar es del tipo seco desértico según la clasificación de Köppen, modificada por García (1964) con una precipitación media anual de 242.8 mm y con temperatura media anual de 20.9 °C (CETENAL-UNAM 1970).

La unidad de suelo predominante es el xerosol háplico, pobre en materia orgánica, alcalino, con textura migajón arcilloso predominante (INEGI-SPP 1978).

Actualmente la vegetación presente en el estrato arbustivo y arbóreo es una mezcla de mezquite y huizache con dominancia del primero en un 70 %. También se observan algunas plantas de corona de cristo (*Koeberlinia spinosa*) y saladillo (*Atriplex sp.*).

Alrededor de un 90 % del mezquite presente en le área es del tipo arbustivo, esto es, una sola planta está formada por varios tallos que emergen del suelo dando la apariencia de individuos distintos.

Al azar, se tomaron 26 ramas de mezquite con un promedio de 2.5 metros de altura y se cortaron aproximadamente a 10 cm del suelo.

Las variables medidas fueron: circunferencia de la base del tallo principal, longitud de la rama y peso de toda la rama.

Se utilizó la regresión lineal múltiple (Drapper y Smith 1966) para obtener un modelo de predicción de la producción del mezquite tomando como variable dependiente el peso de la rama y como independientes la circunferencia de la base y la longitud de la rama.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de las variables medidas para generar el modelo de predicción de la producción se muestran en el Cuadro 1. De él se desprenden los estadísticos que se presentan en el Cuadro 2 en el que se observa que el peso promedio de las ramas fue de 11.49 kg., 4.4 m de longitud y 19.38 cm de circunferencia de su base, notando que hubo ramas con un peso mínimo de 0.1 kg. Con longitud y circunferencia mínima de 0.92 m y 5 cm

respectivamente. En tanto que el peso, longitud y circunferencia máximo fue de 34.9 kg., 4.6 m y 43 cm respectivamente.

El modelo de predicción obtenido fue el siguiente: $Y = -3.69 + 1.14 (x1) - 2.04 (x2)$
 Donde: Y = peso del tallo, X1 = circunferencia del tallo y X2 = longitud del tallo. El coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.82 con un Error Estándar de 4.1 por lo que se puede considerar aceptable lo cual se corrobora con la significancia obtenida en el análisis de varianza del modelo que fue igual a .0000 (Cuadro 3).

De las dos variables independientes, la circunferencia fue la que mostró mayor peso dentro del modelo ya que aportó un 97 % del total de la varianza (Cuadro 4).

De acuerdo con los valores mínimos y máximos de las variables en estudio (Cuadro 2) el modelo obtenido indica que existe un 82 % de seguridad en predecir el peso de las ramas de mezquite que se encuentren entre .92 y 4.6 m de longitud y entre 5 y 43 cm de circunferencia en su base.

CUADRO 1. Variables medidas para obtener el modelo para la producción de mezquite en el ejido Venecia, Dgo. 2001.

No. de rama	Circunferencia de la base (cm)	Longitud (m)	Peso (kg)
1	20	3.5	10.9
2	14	3.25	4.7
3	15	3.65	6.2
4	21.5	4.1	6.8
5	25	3.6	8.1
6	21.5	3.2	7.35
7	25.5	4.25	18.24
8	18.5	4.2	9.25
9	5.0	0.92	0.1
10	7	2.22	0.5
11	19.5	3.57	10.25
12	43	4.0	34.9
13	28	3.77	31.25
14	30	3.68	29.37
15	16	3.1	8.22
16	20	2.9	13.9
17	23	3.0	19.85
18	25	3.5	21.95
19	24.5	3.8	14.69
20	20	3.5	11.92
21	14.0	4.6	5.5
22	7.0	2.66	1.0
23	11.0	3.78	3.0
24	20	4.2	10.7
25	20	3.9	8.7
26	10	2.59	1.5

CUADRO 2. Estadísticos de las variables del mezquite del ejido Venecia, Dgo. 2001.

Variable	media	desv. Standart	mínimo	Máximo	rango
Peso	11.49	9.42	0.1	34.9	34.8
Longitud	3.44	0.76	0.92	4.6	3.68
Circunferencia	19.38	8.1	5	43	38

CUADRO 3. Análisis de varianza para el modelo de regresión de mezquite. Venecia, Dgo. 2001.

Fuente	Suma de Cuadrados	g. l.	Cuadrado Medio	Fc	Pv
Modelo	1828.5	2	914.2	53.9	.000
Error	389.5	23	16.9		
Total	217.0				

CUADRO 4. Suma de cuadrados condicionados para el modelo de regresión de mezquite. Venecia, Dgo. 2001.

Fuente	Suma de Cuadrados	g. l.	Cuadrado Medio	Fc	Pv
Circunferencia	1787.16	1	1787,16	105.4	.0000
Longitud	41.34	1	41.34	2.4	.1320
Peso	1828.5				

CONCLUSIONES

A pesar de la gran cantidad de investigación realizada sobre el mezquite no se encontraron estudios sobre la estimación de la producción por métodos indirectos.

En el modelo de predicción de la producción obtenido en este estudio participaron la longitud del tallo y la circunferencia de la base del tallo, siendo ésta la que mostró mayor importancia.

El modelo obtenido puede ser aplicado con un 82 % de confianza para predecir peso de un árbol de mezquite con tan sólo medir la circunferencia de la base y longitud de sus ramas.

LITERATURA CITADA

Cantú, Ayala César M. 1990 Fenología de la Floración y Fructificación del mezquite *Prosopis laevigata* (H.& B. Johnst.) en Nuevo León y el efecto de las cabras sobre la dispersión de sus semillas. Facultad de Ciencias Forestales Linares, N.L. México Reporte científico N° 18 pp, 42.

Castro, R, R. Arteaga, M. A. Peña y P. M. Coras. 2000. El mezquite (*Prosopis* spp.) en México como una alternativa de las zonas áridas. VII Reunión sobre sistemas de captación de agua de lluvia. Chapingo, Edo. De México. 10 p.

- CETENAL-UNAM. 1970. Carta del clima "Durango". Clave 13VIII. Aguascalientes, México.
- Drapper, N. A. and H. Smith. 1966. Applied Regression Analysis. John Wiley & Son Inc. 407 p.
- Durso, D. F., T. J. Allen and B. J. Ragstale. 1973. Posibilities for comercial utilización of mezquite. In: mesquite Monogr. L. P. 20 - 23. Texas A & M unir., ColleGe Station Tex.
- Gómez L. (1970). Importancia económica de los mezquites (*Prosopis* spp.) en algunos Estados de la República Mexicana. En : Mezquites y Huizaches. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D.F., pp. 1 - 69.
- INEGI-SPP. 1978. Carta de uso del suelo "Bermejillo". Clave G13D15. Aguascalientes, México
- INEGI-SPP. 1978. Carta edafológica "Bermejillo". Clave G13D15. Aguascalientes, México
- INEGI-SPP. 1978. Carta topográfica "Bermejillo". Clave G13D15. Aguascalientes, México.
- INTERNET. 2001. References, Species: *Prosopis glandulosa* var. Torreyana. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/proglat/references.html>.
- Maldonado, L. y F. E. De la Garza. 2000. El mezquite en México: rasgos de importancia productiva y necesidades de desarrollo. Im: Frías, J., V. Olalde y J. Vernon (Eds.). El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Univ. De Guanajuato, México. 37-50 p.
- Palacios, R., P. S. Hoc, A. D. Burghardt y A. E. Vilela. 2000. *Prosopis* L. Biodiversidad y clasificación, estrategias adaptativas, reproductivas e importancia económica. Im: Frías, J., V. Olalde y J. Vernon (Eds.). El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Univ. De Guanajuato, México. 13-36 p.
- Rzedowski, J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (*Leguminosae, Mimosoideae*) en Norteamérica. Acta Mexicana 3: 7 - 19.
- Serrato, R. 2000. Potencialidad de explotación del mezquite en el distrito de riego 017 de la Comarca Lagunera. XII Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. p. 92-96.
- S. F. F. 1980. Vademecum Forestal Mexicano. SARH. México.
- Villanueva, J. 1993. Distribución actual y características ecológicas del mezquite (*Prosopis laevigata* H. & B. Johnst.) en el estado de San Luis Potosí. Bol. No. 74. INIFAP. 37 P.

COMPOSICIÓN BOTANICA Y DOMINANCIA DE LA VEGETACION EN EL PREDIO “LECHUGILLAS”, MPIO. DE CD. LERDO, DGO.

Raúl Serrato Sánchez¹ y María Rafaela Silos Cordova²

1 Maestro Investigador DEP. FAZ-UJED, 2 Estudiante. Departamento de Zootecnia. FAZ-UJED

INTRODUCCIÓN

La vegetación natural de los agostaderos del Desierto Chihuahuense está compuesta básicamente por cuatro formas de vida: herbáceas, gramíneas, arbustos y árboles. De todas ellas el hombre obtiene un beneficio, de algunas de manera directa puesto que son consumidas como alimento en la curación de alguna enfermedad y otras de manera indirecta al ser alimento de animales que posteriormente consume el hombre, pero todas ellas tienen un uso ecológico ya que sirven de refugio y alimento a la fauna, tanto mayor como menor, además de ser protectoras de la capa de suelo al aprisionarlo con sus raíces y protegerlo del viento y la lluvia (Internet 2001). A pesar de la presencia de distintas especies arbustivas y arbóreas en algunos ecosistemas la dominancia es variable debido a condiciones topográficas, de suelo, exposición y climáticas.

En todas esas áreas la explotación principal es con la ganadería extensiva empleando ganado bovino y caprino dejando de lado el aprovechamiento de muchas especies presentes que pueden proporcionar mejoramiento económico a sus propietarios mediante la obtención de fibra, hojas y tallos por lo cual es muy importante conocer los atributos de la vegetación para poder diseñar cualquier plan tecnificado de manejo.

Los atributos de la vegetación son muy diversos y la medición de cualquiera de ellos corresponde al interés particular del manejador del pastizal (Avery 1975). Pueden ser cuantitativos como: densidad, cobertura o producción o cualitativos como: contenido de proteína o digestibilidad. El tipo de vegetación, o el uso de la especie dominante, que se va a medir también es importante para decidir cuál o cuáles atributos es conveniente o necesario medir.

En este estudio se pretendió conocer: densidad, cobertura aérea y frecuencia de las especies arbustivas y producción de materia seca de gramíneas de un predio localizado en las faldas de la Sierra del Sarnoso para detectar algún otro uso alternativo a la ganadería.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la primavera del 2001 en el predio “Lechugillas”, Mpio. De Cd. Lerdo, Dgo. El cual se ubica geográficamente en los 25° 35' de latitud norte y 103° 36' de longitud oeste (INEGI 1995). Se localiza al lado derecho de la autopista Gómez Palacio-Durango en el km 15. Las unidades de suelo son Yermosol háplico con clase textural media y fase física pedregosa (SPP 1978). El clima del lugar es del tipo seco desértico según la clasificación de Köppen, modificada por García (1964) con una precipitación media anual de 242.8 mm y con temperatura media anual de 20.9 °C (CETENAL-UNAM, 1970).

Ocupa una extensión de 1,280 ha con una tipo de vegetación crasirrosulifolio espinoso con aparente dominancia de lechugilla, maguey y vara prieta.

Previo a cuantificar los atributos de la vegetación se realizó un recorrido para levantar un listado de la composición botánica presente en el área.

Los atributos de la vegetación que se midieron fueron, en el estrato arbustivo: Densidad (Número de individuos por superficie), Cobertura aérea (superficie del suelo cubierta por la copa de la planta), frecuencia (Número de veces que los individuos aparecieron en las muestras) y en el estrato herbáceo: producción (kilogramos de materia seca por superficie).

De acuerdo a las características topográficas y de homogeneidad de la vegetación se decidió tomar 30 unidades de muestreo.

Se usó el método de muestreo aleatorio para distribuir las 30 unidades (Scheaffer y col. 1987). Se aplicó el método del cuadrante anidado (Avery 1975) para decidir el tamaño óptimo de la parcela obteniendo un cuadrante de 3 x 3 metros dentro del cual se contaron los individuos para obtener densidad por conteo directo.

El centro de ese cuadrante fue tomado para ubicar una línea de 10 metros de longitud con orientación aleatoria para medir la cobertura aérea de las especies arbustivas mediante el método de la línea de intercepción de Canfield (Pieper 78).

Para obtener la producción de gramíneas se distribuyeron en forma selectiva 20 unidades de muestreo de 1 metro cuadrado, se cortó el zacate y se secó por 24 horas a una temperatura de 70 °C para obtener el peso seco (Río 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en el Cuadro 1 se detectó un total de 33 especies, de las cuales 5 fueron gramíneas, 5 arbóreas y el resto arbustivas. Es muy seguro que existan también otras especies anuales, principalmente hierbas, sin embargo, quizás por la época en que se hicieron los trabajos de campo no fueron vistas.

CUADRO 1. Composición botánica detectada en el predio "Lechuguillas", opio. de CD. Lerdo, Ago. Primavera de 2001.

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>
Sangregrado	<i>Jatropha dioica</i>
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>
Bisnaga	<i>Ferrocactus sp</i>
Magüey	<i>Agave asperrima</i>
Vara prieta	<i>Cordia greguii</i>
Cardenche	<i>Opuntia imbricata</i>
Candelilla	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>
Orégano	<i>Lippia graveolans</i>
Mimbres	<i>Chilopsis linearis</i>
Zacate buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>
Nopal cegador	<i>Opuntia microdasys</i>
Tasajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>
Garambullo	<i>Condalia lycioides</i>
Guajillo	<i>Acacia berlandieri</i>
Zacate navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>
Zacate banderilla	<i>Bouteloua curtipendula</i>
Zacate tres barbas	<i>Aristida sp.</i>
Zacate lobero	<i>Lycurus phleoides</i>
Bisnagueta	<i>Coriphantha sp.</i>
Junco	<i>Koeberlinia spinosa</i>
Gatuño	<i>Mimosa biuncifera</i>
Largoncillo	<i>Acacia constricta</i>
Chicura	<i>Franseria ambrosoides</i>
Mezquite extranjero	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Mariola	<i>Parthenium incanum</i>
Tronadora	<i>Tecoma stans</i>
Calabacilla loca	<i>Cucurbita foetidissima</i>
Palma china	<i>Yucca filifera</i>
Palmilla	<i>Yucca rigida</i>

CUADRO 2. Densidad relativa (número de plantas / ha) de las especies detectadas en el predio "Lechuguillas", mpio. de Lerdo, Dgo. Abril del 2001.

ESPECIE	DENSIDAD
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	3,333
Nopal (<i>Opuntia rastrera</i>)	660
Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i>)	17,222
Sangre de dragón (<i>Jatropha dioica</i>)	20,967
Ocotillo (<i>Fouquieria splendens</i>)	347
Bisnaga (<i>Ferrocactus sp</i>)	1632
Magüey (<i>Agave asperrima</i>)	1805
Vara prieta (<i>Cordia greguii</i>)	451
Cardenche (<i>Opuntia imbricata</i>)	139
Candelilla (<i>Euphorbia antisiphilitica</i>)	174
Orégano (<i>Lippia graveolans</i>)	174
Mimbres (<i>Chilopsis linearis</i>)	35

En los 30 cuadrantes de 9 m² sólo aparecieron 12 especies (Cuadro 2) siendo las de mayor densidad la sangre de dragón seguido por lechuguilla y la gobernadora. Entre esas tres especies ocupan el 88.4 % del total de la densidad vegetal.

Sin embargo, la especie más llamativa es, quizás por su morfología, la lechuguilla seguida por la gobernadora.

Esto se corrobora con los resultados de cobertura aérea obtenidos. En el Cuadro 3 se puede observar que la lechuguilla fue la que ocupó mayor superficie del suelo con 20.14 % en tanto que la sangre de dragón ocupó sólo un 8.9 %.

El maguey, que ocupó el cuarto lugar en densidad, tuvo un 6.23 % de cobertura, destacando su presencia en el ecosistema.

CUADRO 3. Cobertura relativa (%) de las especies detectadas en el predio "Lechuguillas", mpio. de Lerdo, Dgo. Abril del 2001.

ESPECIE	%
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	1.15
Nopal (<i>Opuntia rastrera</i>)	0.78
Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i>)	20.14
Sangre de dragón (<i>Jatropha dioica</i>)	8.96
Ocotillo (<i>Fouquieria splendens</i>)	1.25
Bisnaga (<i>Ferrocactus</i> sp)	0.96
Maguey (<i>Agave asperrima</i>)	6.23
Vara prieta (<i>Cordia greguii</i>)	0.12
Cardenche (<i>Opuntia imbricata</i>)	0.07
Candelilla (<i>Euphorbia antisiphilitica</i>)	0.75
Orégano (<i>Lippia graveolans</i>)	1.2
Mimbre (<i>Chilopsis linearis</i>)	0.25
Hojasén (<i>Flourensia cernua</i>)	0.21

Las especies que aparecieron con mayor frecuencia (Cuadro 4) en la muestra fueron: lechuguilla, sangre de dragón y maguey, en ese orden, existiendo algunas especies, como el cardenche y el mimbre que sólo aparecieron en un cuadrante. El primero porque su presencia en verdad es escasa y el segundo porque se presencia es principalmente en las orillas de los arroyos.

Con los atributos de la vegetación medidos se infiere que la composición botánica es la de un matorral crasirrosulifolio espinoso que según la clasificación de COTECOCA (1979) se caracteriza por la dominancia de especies arbustivas de talla baja (0.5 m en promedio), hojas carnosas dispuestas en forma de roseta con espinas en la parte terminal.

CUADRO 4. Frecuencia relativa (número de veces que aparecieron las especies en las 33 muestras) de las especies detectadas en el predio "Lechuguillas", mpio. de Lerdo, Dgo. Abril del 2001.

ESPECIE	FRECUENCIA
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	5
Nopal (<i>Opuntia rastrera</i>)	9
Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i>)	23
Sangregrado (<i>Jatropha dioica</i>)	18
Ocotillo (<i>Fouquieria splendens</i>)	3
Bisnaga (<i>Ferrocactus</i> sp)	12
Maguey (<i>Agave asperrima</i>)	12
Vara prieta (<i>Cordia greguii</i>)	3
Cardenche (<i>Opuntia imbricata</i>)	1
Candelilla (<i>Euphorbia antisiphilitica</i>)	1
Orégano (<i>Lippia graveolans</i>)	6
Mimbre (<i>Chilopsis linearis</i>)	1
Hojasén (<i>Flourensia cernua</i>)	1

CONCLUSIONES

La composición botánica del predio "Lechuguillas" Mpio. De Lerdo, Dgo. Está formada principalmente por especies arbustivas de hoja gruesa con terminación en punta.

Las especies dominantes, según su densidad y cobertura aérea, fueron: lechuguilla, sangre de dragón y gobernadora.

LITERATURA CITADA

Avery, T. E. 1975. Natural resources measurement. McGraw Hill Book Co. 339 p.

CETENAL-UNAM. 1970. Carta del clima "Durango". Clave 13VIII. Aguascalientes, México.

COTECOCA. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Durango. SARH-COTECOCA. México. 301 p.

INEGI. 1995. Carta topográfica Torreón. G13D25. Aguascalientes, México.

INTERNET. 2001.

Pieper, R. D. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. Department of animal and range science. NMSU. Las Cruces, NM. 148 p.

Río, F. Del. 1983. Fundamentos y técnicas para medir vegetación. ESAZ-UJED. Manual 1. 65 p.

Scheaffer, R., W. Mendenhall y L. Ott. 1975. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 321 p.

SPP. 1978. Carta edafológica Torreón. G13D25. México, D. F.

LA CAPA DE OZONO EN EL ESTADO DE DURANGO EN LOS AÑOS 1980 Y 2000

**Edmundo Castellanos Pérez¹, Juan J. Martínez Ríos¹, J. Dimas López Martínez¹ y
Gloria Castellanos Pérez²**

1 Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango.

2 Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

INTRODUCCIÓN

El ozono se produce y destruye en la atmósfera terrestre por diferentes reacciones, el problema se presenta cuando hay un desbalance en el proceso, el cual en las últimas décadas indica que hay una mayor destrucción de ozono que el que se genera en la atmósfera, particularmente en la estratosfera. El ozono es producido en la estratosfera por la disociación de átomos de oxígeno que son expuestos a una radiación de onda corta de 180-240 nm. En la troposfera la producción natural de ozono es mucho más baja debido a la menor disponibilidad de luz ultravioleta, asimismo, existe un movimiento de ozono de la estratosfera hacia la troposfera (Schlesinger 1997). El ozono es destruido por una variedad de reacciones en la estratosfera donde la absorción de la luz ultravioleta a una longitud de onda entre 200 y 320 nm destruye el ozono. Esta absorción calienta la estratosfera y protege la superficie terrestre de la porción ultravioleta del espectro solar que es más dañino al tejido vivo (Schlesinger 1997). La radiación ultravioleta B (UV-B, 280-320 nm) es absorbida de manera selectiva por la capa de ozono evitando así daños biológicos de los rayos solares que penetran la atmósfera (Malloy et al. 1997). La consecuencia más importante del adelgazamiento de la capa de ozono en la estratosfera es el incremento de la transmisión de radiación UV-B a la superficie terrestre (Rousseaux et al. 1999).

El adelgazamiento de la capa de ozono causado por la liberación de químicos hechos por el hombre a la atmósfera trae consigo un incremento en la radiación ultravioleta teniendo serios impactos en la salud humana, la biosfera y materiales diversos (McKenzie et al. 1999). De los productos antropogénicos que destruyen la capa de ozono se encuentran los clorofluorocarbonos (Malloy et al. 1997. Olsson et al. 2000) mencionan que con el adelgazamiento de la capa de ozono y consecuentemente con la mayor penetración de rayos UV-B, esta radiación resulta un factor estresante cuando la fotoinhibición ocurre a alta radiación fotosintéticamente activa. (Rousseaux et al. 1999) reportan para la Tierra del Fuego (55° S) un incremento en la radiación UV debido al adelgazamiento de la capa de ozono dañando el DNA en la planta nativa *Gunnera magellanica*. Aún y que la radiación ultravioleta A (UV-A, 315-400 nm) no es absorbida por la capa de ozono (Rousseaux et al. 1999); Krause et al. (1999) en su estudio en Panamá (9° N) sobre dos plantas tropicales reportan que UV-B y UV-A *in situ* puede contribuir a la fotoinhibición durante la exposición al sol, particularmente en hojas que están en la sombra y son expuestas a la luz solar. Nogués et al. (1998) y (1999) encontraron que la conductancia estomatal es afectada negativamente por radiación UV-B, y Sampson y Cane (1999) reportan que la radiación UV-B afecta la floración de las plantas. Por otro lado Allen et al. (1998) dicen que la destrucción de ozono y la consecuente elevación de radiación UV-B no afecta directamente a la actividad fotosintética de cultivos y vegetación natural, y que el efecto del nivel alto de UV-B debe enfocarse más al desarrollo de plantas y procesos asociados. Nogués et al. (1998) mencionan que la radiación UV-B retarda y reduce la severidad de la sequía ya que reduce la conductancia estomatal y el área foliar. Por su parte Xiong y Day (2001) en su estudio en

plantas vasculares de la Antártica reportan que aunque la radiación UV-B no afectó la tasa de fluorescencia variable entre fluorescencia máxima (F_v/F_m) sí dañó la fotosíntesis en el mesófilo superior que estuvo asociado con limitaciones enzimáticas independientes de la luz más que un daño en el fotosistema II. Por lo anterior, es necesario iniciar líneas de investigación sobre el efecto que tiene el incremento de la radiación ultravioleta sobre la vegetación natural y los cultivos en general en nuestro estado de Durango. El primer paso es detectar como se ha comportado la capa de ozono en el estado de Durango, el cual es el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Los datos fueron tomados de la información mensual reportada por la National Aeronautics and Space Administration (NASA) obtenidos con los satélites Nimbus m7 para 1980, y el EP/TOMS para el año 2000. La columna total de ozono, para el EP/TOMS, es estimada midiendo la radiancia reflejada de la Tierra en seis bandas (308.6, 313.5, 317.5, 322.3, 331.2, y 360.4 nm; McPeters et al. 1998). Para el Nimbus-7 la estimación fue obtenida mediante la radiación reflejada por la tierra y registrada por el espectrómetro denominado TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) en seis bandas que son 379.95, 359.88, 339.66, 331.06, 317.35 y 312.34 nm (NASA, 1996).

En la Figura 1 se muestra el estado de Durango y las coordenadas en donde la NASA reporta la columna total de ozono para este Estado de la República Mexicana.

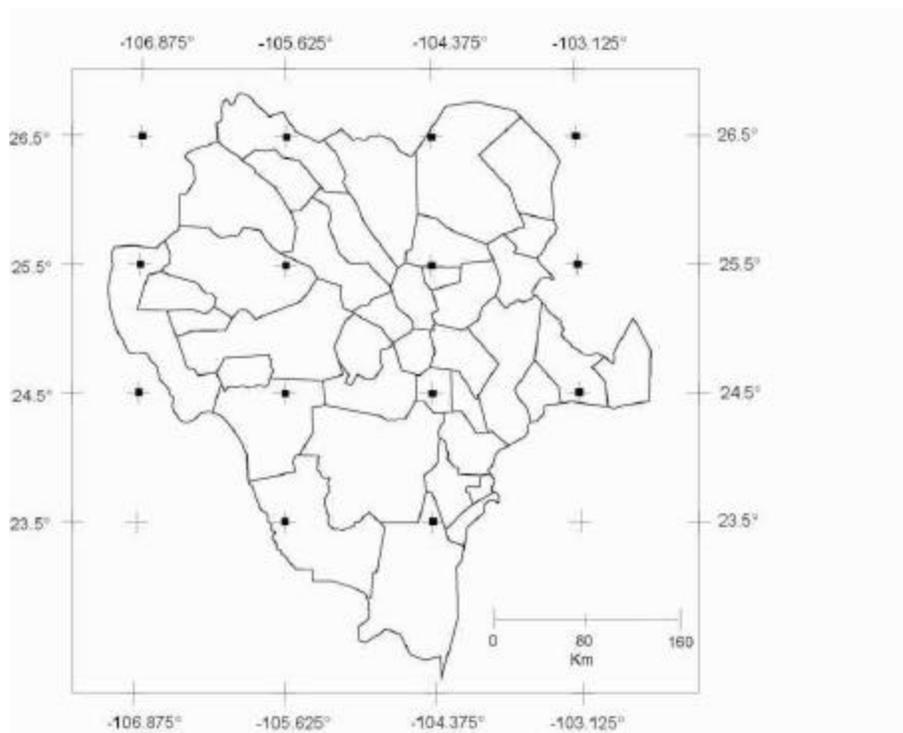


Fig. 1. El estado de Durango mostrando las coordenadas donde fueron obtenidos los niveles de ozono reportados por la NASA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las coordenadas estudiadas hubo una tendencia a la baja en 1980 en la capa de ozono de Enero a Marzo exceptuando los puntos 26.5° N y 106.875° W y 26.5° N y 105.675° W, mientras que en el 2000 hubo un incremento de Enero a Marzo en el grosor de esa capa. De Abril a Agosto, en ambos años, se incrementó la capa de ozono, mostrando su valor más alto en Julio y el más bajo generalmente en Junio. Asimismo, el adelgazamiento de la capa de ozono inicia en Agosto donde es notable que en los meses de Septiembre a Diciembre es mucho más delgada en el año 2000 que en 1980 (Fig. 2 y 3). Este adelgazamiento en la capa de ozono en los meses de Octubre a Marzo se debe a la destrucción del ozono por cloro activo donde los clorofluorocarbonos son descompuestos a clorine activo por reacciones fotoquímicas que resultan favorecidas por la existencia de partículas de hielo (Schlesinger 1997).

El mayor adelgazamiento de la capa de ozono en 2000 en los meses de Septiembre a Diciembre comparado con el año 1980 indica que efecto de los clorofluorocarbonos, produciendo cloro activo, otros compuestos industriales que producen bromo activo (Schlesinger 1997), además de otros agentes antropogénicos responsables del adelgazamiento de la capa de ozono están presente en mayor cantidad que en 1980.

Especial atención se deberá dar a los cultivos del ciclo otoño-invierno porque es donde se espera más radiación ultravioleta, así como a las plantas que están verdes todo el año. Estos resultados preliminares indican que el adelgazamiento de la capa de ozono no ocurre solo en los polos, sino que se está extendiendo a otras latitudes (Malloy et al. 1997).

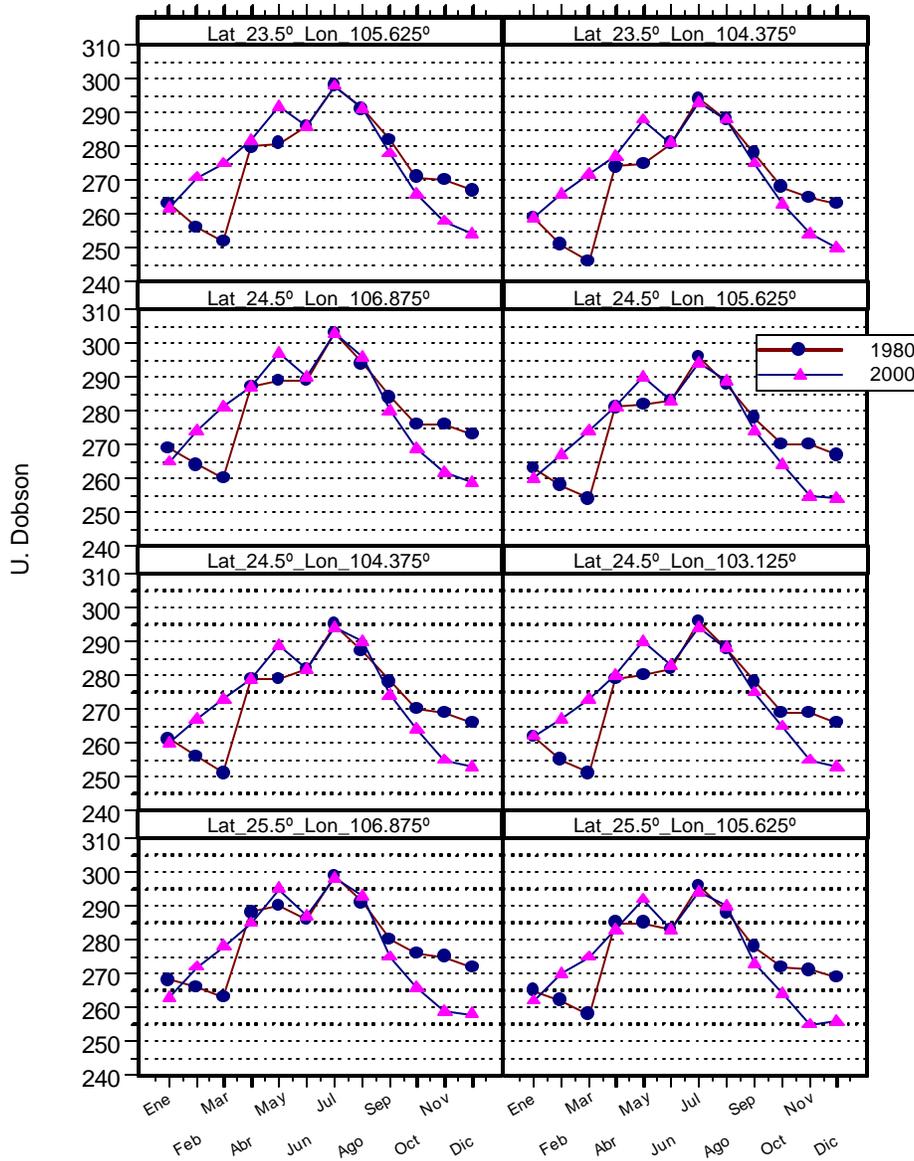


Fig. 2. Promedio mensual del nivel de ozono en coordenadas (Lat. N y Long. W) dentro o cerca del Estado de Durango en el año 1980 obtenido con el satélite Nimbus 7 y en el año 2000 medido con el EP/TOMS. Continúa en la Fig. 3.

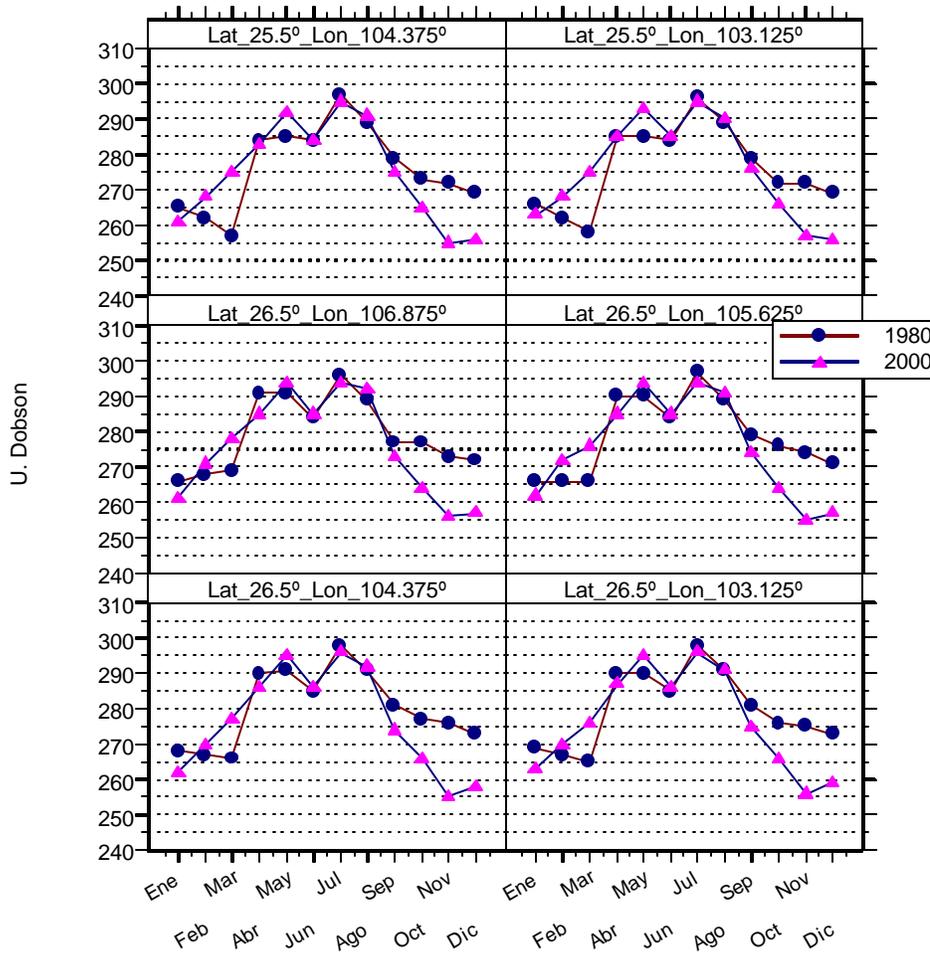


Fig. 3. Continuación de la Figura 2 mostrando el promedio mensual del nivel de ozono en coordenadas (Lat. N y Long.W) dentro o cerca del Estado de Durango en el año 1980 obtenido con el satélite Nimbus 7 y en el año 2000 medido con el EP/TOMS.

LITERATURA CITADA

Allen D.M., S. Nogués, and N.R. Baker. 1998. Ozone depletion and increased UV-B radiation: is there a real threat to photosynthesis? *J. Exp. Bot.* 49:1775-1788.

Krause G.H., C. Schmude, H. Garden, O.Y. Koroleva, and K. Winter. 1999. Effects of solar ultraviolet radiation on the potential efficiency of photosystem II in leaves of tropical plants. *Plant Physiol.* 121:1349-1358.

- Malloy K.D., M.A. Holman, D.Mitchell, and H.W. Detrich III. 1997. Solar UVB-induced DNA damage and photoenzymatic DNA repair in antarctic zooplankton. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 94:1258-1263.
- McKenzie R., B. Connor, and G. Bodeker. 1999. Increased summertime UV radiation in New Zealand in response to Ozone loss. Science 285:1709-1711.
- McPeters R.D., P.K. Bhartia, A.J. Krueger, and J.R. Herman. 1998. Earth Probe Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) Data Products User's Guide. NASA Technical Publication 1998-206895. Goddard Space Flight Center. Greenbelt, Maryland 20771.
- NASA. 1996. Nimbus-7, Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) Data Products User's Guide. NASA Reference Publication. Scientific and Technical Information Branch. NASA Goddard Space Flight Center. 80 p.
- Nogués S., D.J. Allen, J.I.L. Morison, and N.R. Baker. 1998. Ultraviolet-B radiation effects on water relations, leaf development, and photosynthesis in droughted pea plants. Plant Physiol. 117:173-181.
- Nogués S., D.J. Allen, J.I.L. Morison, and N.R. Baker. 1999. Characterization of stomatal closure caused by ultraviolet-B radiation. Plant Physiol. 121:489-496.
- Olsson L.C., L. Fraysse, and J.F. Bornman. 2000. Influence of high light and UV-B radiation on photosynthesis and D1 turnover in atrazine-tolerant and -sensitive cultivars of *Brassica napus*. J. Exp. Bot. 51:265:274.
- Rousseaux M.C., C.L. Ballaré, C.V. Giordano, A.L. Scopel, A.M. Zima, M.
- Szwarcberg-Bracchita, P.S. Searles, M.M. Caldwell, and S.B. Díaz. 1999. Ozone depletion and UVB radiation: impact on plant DNA damage in southern South America. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96:15310-15315.
- Sampson B.J., and J.H. Cane. 1999. Impact of enhanced ultraviolet-B radiation on flower, pollen, and nectar production. American Journal of Botany 86:108-114.
- Schlesinger W.H. 1997. Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. Second Edition. Academic Press. U.S.A. 588 p.
- Xiong F.S. and T.A. Day. 2001. Effect of solar ultraviolet-B radiation during springtime ozone depletion on photosynthesis and biomass production of antarctic vascular plants. Plant Physiol. 125:738-751.

COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LA RELACIÓN ESCURRIMIENTO- PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA ALTA DEL RIO NAZAS

**Rodolfo Jasso Ibarra¹, José Villanueva Díaz, José Luis González Barrios y
Ignacio Sánchez Cohen**

1 CENID RASPA-INIFAP-SAGARPA

INTRODUCCION

La cuenca alta del río Nazas es la fuente más importante de agua para el desarrollo de la Comarca Lagunera, aporta alrededor del 80 % del volumen de aguas superficiales para la agricultura. El agua superficial que se produce en esta región se concentra en la parte baja de la subcuenca Palmito, donde se localiza la Presa Lázaro Cárdenas, con capacidad de almacenamiento de 3,500 millones de metros cúbicos y puesta en operación desde 1946. Esta parte de la cuenca comprende una superficie de 19,076 kilómetros cuadrados e incluye las subcuencas Salomé Acosta, Sardinias y Palmito, con precipitación media anual de 504, 546 y 501 milímetros, respectivamente. El aprovechamiento de los recursos naturales renovables se concentra en la actividad forestal maderable y la ganadería extensiva (Loyer *et al.*, 1993).

En la década de 1990 se observó un decremento notable en el volumen de agua disponible para el riego, motivando que la superficie beneficiada variara de casi 100,000 hectáreas en 1990 a 32,400 en el presente ciclo agrícola. Estas reducciones han traído como consecuencia una contracción en la cadena productiva regional y presiones por parte del sector de usuarios del recurso, debido a la invasión de vegetación no deseable en los terrenos que han dejado de irrigarse.

En el presente documento se muestra un análisis del comportamiento de esta cuenca desde dos puntos de vista, primero el relacionado con la variabilidad temporal de la precipitación desde que existen registros de esta variable, haciendo énfasis en la influencia del fenómeno El Niño Oscilación del sur, y segundo, relacionado con la producción de escurrimiento superficial desde el inicio de la operación del distrito de riego al presente, considerando la relación entre el volumen escurrido y la precipitación total anual, tanto de manera continua como en tres segmentos de régimen pluviométrico alternos.

El patrón de precipitación

La precipitación total anual media, considerando los registros de las estaciones de Guanaceví (25° 28' N, 105 ° 58 W y 2230 msnm) y Tepehuanes (25 ° 18 N, 105 ° 45 W y 1967 msnm), es de 520.3 milímetros de los cuales, el 83.12 % se presenta en los meses de junio a octubre y un 8.11 % de diciembre a enero. El 8.77 % restante ocurre en los cinco meses restantes. Aunque la desviación estándar es mayor en los meses de verano, el cociente de ésta y el valor de la precipitación (coeficiente de variación) es considerablemente inferior, comparados con los de invierno, lo que indica que la estación de lluvias de verano es relativamente más estable que la de invierno.

La Figura 1 muestra la tendencia de los valores normalizados (diferencia con respecto a la media dividida por la desviación estándar, IAP) de la precipitación total anual desde 1940 hasta el año 2000. Se pueden apreciar tres períodos en el comportamiento de esta variable con respecto a la media: De 1948 a 1962 y de 1992 al 2000, los valores son consistentemente inferiores (valores menores de cero), quedando el período de 1963 a 1991 con un comportamiento que indica precipitación superior a la media en términos generales. Es decir, la sequía que se observa a partir de 1992 tiene un precedente cercano con una duración de 15 años y mínimos aún inferiores a los recientemente observados. También es importante hacer notar el período de 1948 a 1954 en el que la lluvia no alcanza la media histórica. Esta sequía se observó también en cuencas de la Sierra Madre Oriental, específicamente en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

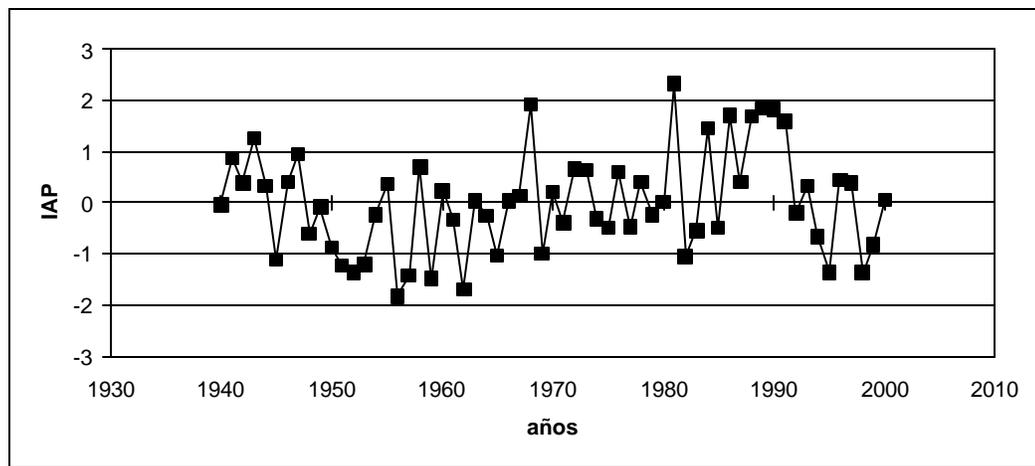


Figura 1. Índice de anomalía de la precipitación (IAP) de 1940 a 2000 considerando dos estaciones pluviométricas en la Cuenca Alta del río Nazas.

Escorrentamiento superficial y su relación con la precipitación

El volumen medio anual escurrido desde 1947 a 2000 es de 1200 millones de metros cúbicos, con un mínimo de 249 y un máximo de 3800. Considerando una media móvil a cinco años, se observa que de 1967 a 1996 este valor es muy cercano o excede a la media histórica. Por lo tanto, dicho período corresponde al de mayor estabilidad en la disponibilidad de agua para la operación del distrito de riego 017 (Figura 2). Al comparar los períodos con anomalía positiva tanto de lluvia como de escurrimiento, se observa un desfase de 4 años, lo que indica que la respuesta de la cuenca al estímulo de la precipitación tiene un retraso de esa duración. En consecuencia, cualquier mejoramiento en el patrón de precipitación actual, se reflejaría hasta dentro de cuatro años aproximadamente.

La relación entre el escurrimiento superficial y la precipitación se puede analizar desde dos puntos de vista, la fracción de precipitación que se convierte en escurrimiento o

coeficiente de escurrimiento, y el período del año que más contribuye a la variabilidad interanual de la disponibilidad del recurso hídrico.

La media histórica del coeficiente de escurrimiento es de 11.5 %, variando sensiblemente con el tiempo. Así, para 1947 a 1962 fue de 9.17, de 1963 a 1991, 13.09 y de 1992 a 2000, 10.26. El valor alto del período de 1963 a 1991 se relaciona con el patrón de precipitación que en términos generales fue superior a la media histórica de 1940-2000. Sin embargo, se observa una diferencia de más de una unidad porcentual en los períodos precedente y posterior con patrones de precipitación similares. Esta tendencia se puede relacionar no sólo a factores naturales como la mayor cantidad de la precipitación por eventos de El Niño, sino también a factores antropogénicos como la deforestación, cuyo efecto ha sido ampliamente demostrado en la literatura científica. Existen evidencias de cambio en la densidad de la vegetación por prácticas de manejo entre las localidades de Guanaceví y Tepehuanes, Dgo. en las que se demuestra una reducción del 66 % en la superficie de bosque denso, un 54 % en bosque intermedio, 39 % de bosque abierto y de 8 % en pastizales (Descroix y Nouvelot, 1997). Estos cambios normalmente inducen incrementos en el potencial de generación de escurrimiento superficial y en el riesgo de erosión hídrica (Brooks *et al.*, 1991).

Por otra parte, el período del año en el que la precipitación influye mayormente en la variabilidad interanual del escurrimiento superficial, son los meses de junio a septiembre. La relación entre ambas variables se expresa como:

$$Q = e^{(4.811 + 0.00539 P)}$$

Donde Q es el volumen captado en la presa Lázaro Cárdenas (miles de millones de metros cúbicos) y P es la precipitación total de los meses junio a septiembre (mm). El coeficiente de determinación es 0.655, significativo a un nivel de probabilidad de $\alpha=0.01$ (Gómez y Gómez, 1984). La Figura 3 muestra la dispersión de datos con respecto a la línea de mejor ajuste. Al separar la serie de datos en los períodos ya referidos de 1948-1962, 1963-1991 y 1992-2000, se pudo notar una variación importante en los parámetros de la ecuación de regresión. La constante de regresión tuvo valores de 4.59, 5.35 y 4.68 mientras que el coeficiente de regresión (pendiente), de 0.0057, 0.0043 y 0.0056 respectivamente. Estos últimos valores indican la sensibilidad de la cuenca en cuanto a la producción de escurrimiento superficial, a la precipitación y se puede observar que en los períodos de 1948 a 1962 y 1992 a 2000 la estación lluviosa de verano produce mayores aportaciones al escurrimiento superficial que en el período de 1963 a 1991. Los factores que más determinan este comportamiento son la intensidad de las lluvias y la permeabilidad del suelo. Es posible que durante el período de operación del distrito de riego se hayan presentado cambios en estas condiciones, tanto por la variabilidad natural de la precipitación, como por las prácticas de aprovechamiento de los recursos forestales. El análisis de estos factores queda fuera de los objetivos de este estudio.

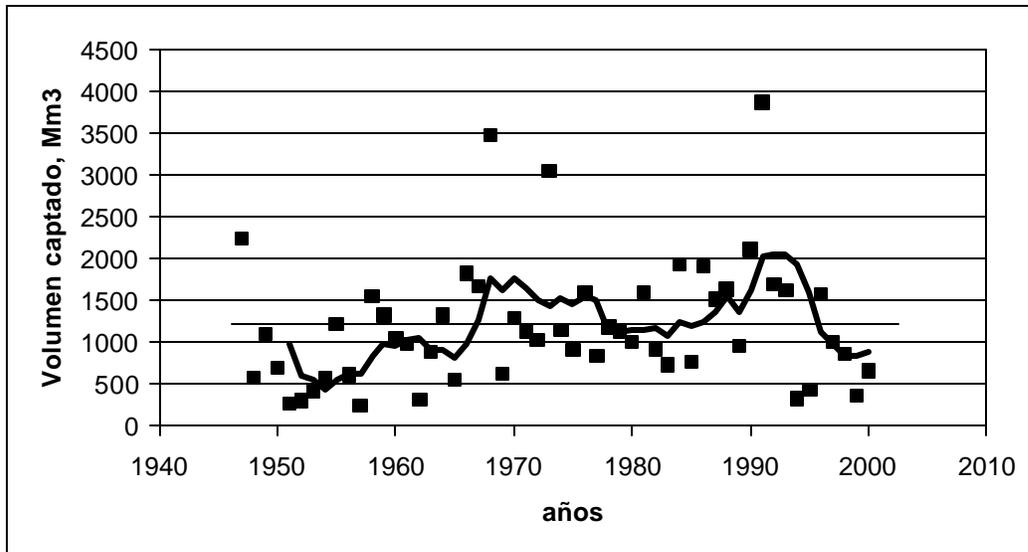


Figura 2. Volumen captado (millones de metros cúbicos) en la presa Lázaro Cárdenas de 1947 a 2000. La línea continua indica una media móvil de cinco años.

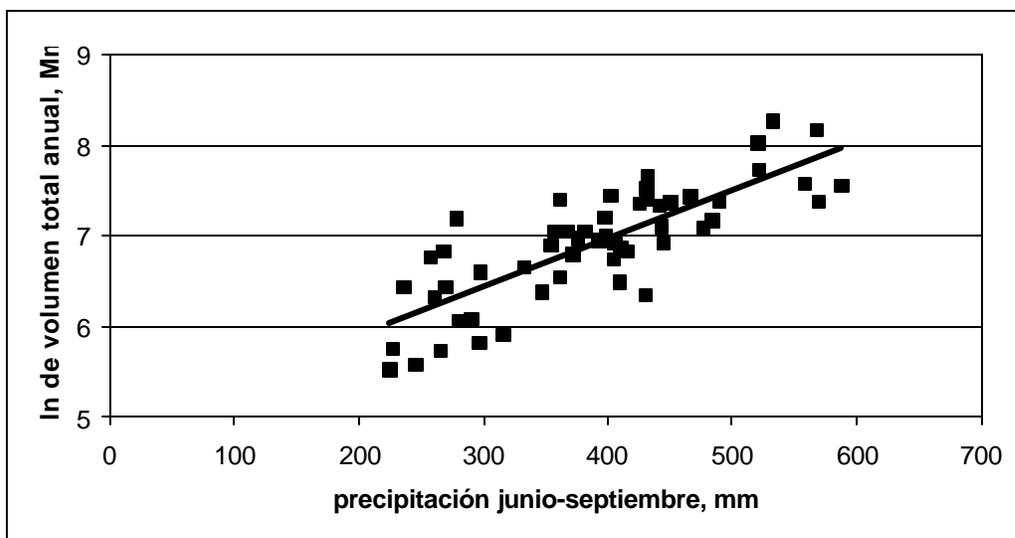


Figura 3. Relación entre el volumen captado en la Presa Lázaro Cárdenas y la precipitación acumulada entre los meses de junio a septiembre.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los eventos extremos de precipitación, que se reflejan en los volúmenes captados extraordinarios han sido afectados en gran medida por patrones de circulación atmosférica de influencia regional, como El Niño-Oscilación del Sur y el Monzón Mexicano. Por ejemplo, la tendencia de los valores inferiores a la media histórica, en general coinciden con la señal de veranos El Niño que tienden a producir menos lluvia en dicha estación y que han sido reportados para los años 1955, 1965, 1972, 1982, 1986 y 1997. Por otro lado, los años

con escurrimientos superiores, en general corresponden con la señal de El Niño en el invierno (que incrementan la precipitación) como fueron los años 1986-1987, 1991-1992.

Se observa gran concordancia entre los volúmenes captados y este fenómeno, sin embargo, la magnitud de escurrimientos máximos, aparentemente muestra una tendencia a ser mayor en los últimos 30 años, a la vez que los escurrimientos mínimos tienden a reducirse y a presentarse con mayor frecuencia. Es decir, la diferencia entre valores altos y bajos de este proceso tiende a ser mayor en el tiempo, lo que es un indicador de mayor inestabilidad hidrológica.

Una explicación a lo anterior es que los eventos de El Niño con señal de verano (La Niña) se han presentado con mayor intensidad, aunque no se debe descartar que el efecto de la deforestación y el cambio de uso del suelo en este mismo período, lo que seguramente ha contribuido a maximizar el flujo superficial, pues este proceso se relaciona con reducciones en las abstracciones superficiales y en consecuencia se incrementa el escurrimiento para una misma lámina de precipitación.

Aunque las tendencias de las variables del balance hidrológico demuestran que la disponibilidad de agua superficial cada vez es menor, el rango de datos estudiados es aún insuficiente para establecer el estado actual del comportamiento de la cuenca, ya que los ciclos de sequía y humedad extremos muestran amplia variabilidad en el tiempo y no se pueden conocer con precisión con los datos disponibles. Una mejor aproximación a este respecto, se puede lograr al reconstruir datos de precipitación mediante el estudio de anillos de crecimiento de árboles dentro del área de captación. Un estudio de este tipo permitiría conocer históricamente el comportamiento hidrológico de la cuenca, la magnitud e intensidad de períodos húmedos y secos y tener una idea clara del comportamiento futuro de la cuenca en términos de disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea.

LITERATURA CITADA

- Brooks, K. N., P. F. Ffolliott, H. M. Gregersen y J. L. Thames, 1991. Hydrology and the management of watersheds. Iowa State University Press.
- Descroix, L., y J. F. Nouvelot, 1997. Escurrimiento y erosión en la Sierra Madre Occidental. Folleto Científico No. 7. CENID RASPA-INIFAP y ORSTOM.
- Gómez, K. Y A. Gómez, 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley and Sons.
- Loyer, J., Y., J. Estrada A., R. Jasso I. Y L. Moreno D., 1993. Estudio de los factores que influyen los escurrimientos y el uso del agua en la región hidrológica 36. Reporte científico de colaboración binacional entre CENID RASPA-INIFAP y ORSTOM.

NIVEL CRÍTICO DEL AGUA EN EL SUELO PARA DECIDIR LA SIEMBRA EN AGRICULTURA DE ZONAS ARIDAS

José Dimas López Martínez¹, J. Santos Serrato Corona¹, Raúl Solorio Sánchez¹

1 Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. División de Estudios de Postgrado. Apartado Postal 142. CP 35000. Gómez Palacio, Durango, México. e-mail:joshua@teleinfo.net.mx.

INTRODUCCION

La relación entre el rendimiento de maíz y las variables de clima, temperatura y precipitación, han sido estudiadas desde principios del siglo XX. Los rendimientos en maíz son afectados muy marcadamente por la lluvia que precede a la antesis y por las temperaturas máximas durante dicha etapa fenológica (Runge y Odell, 1958). Esto último probablemente incluye efectos de humedad intercorrelacionados, pues las temperaturas altas generalmente se asocian con poca lluvia y *viceversa*. Entonces, la lluvia impredecible, errática y escasa es un factor de suma importancia en los sistemas agrícolas de secano. Los altos rendimientos se asocian a la lluvia normal que ocurre antes de la estación de crecimiento (Thompson, 1986), y con la lluvia que se presenta durante dicho período o con la que ocurre durante el mes en el que el cultivo inicia su etapa reproductiva (Lomas y Herrera, 1985). Quizás esos sean aspectos evidentemente importantes en la determinación de los rendimientos, pero la cantidad de agua almacenada en el suelo y disponible para las plantas es crítica para asegurar el éxito del sistema de producción. De manera que, considerando que la evapotranspiración potencial generalmente excede a la lluvia que se presenta durante la estación de crecimiento y que alguna anomalía negativa puede ocurrir, es concluyente que la cantidad de agua almacenada en el suelo al momento de la siembra es un factor crítico para el éxito de los sistemas marginales de producción de agricultura de secano que se practican en las zonas áridas y semiáridas. En este contexto, Goos *et al.* (1984) y Villalpando (1985) consignaron que el agua almacenada en el suelo y disponible para las plantas es mejor parámetro que la lluvia cuando se usan como predictores de éxito o fracaso del cultivo. Por consiguiente, este factor debe involucrarse en las técnicas de toma de decisión. Al respecto, Goos *et al.* (1984) reportaron resultados que sugieren que la información de cantidad de agua almacenada en el suelo, analizada mediante pruebas de χ^2 provee lineamientos fáciles de interpretar para tomar la decisión de sembrar, o no sembrar trigo en North Dakota.

El objetivo principal en esta investigación fue determinar si la prueba de χ^2 es una herramienta valiosa, al tomar en cuenta la cantidad de agua que se almacena en el suelo hasta una profundidad de 60 cm en un determinado momento, para tomar la decisión sembrar o no con base en un rendimiento mínimo de 1000 kg ha⁻¹ de maíz.

MATERIALES Y METODOS

Los datos analizados en esta investigación provienen de un sitio experimental del Ejido Francisco Villa, Lerdo, Durango, México (20°40'40" de latitud Norte y 103°21'00" de latitud Oeste, a 1110 m snm), el cual se localiza dentro de la Comarca Lagunera y de la

Región Hidrológica No. 36, donde los cultivos predominantes son maíz (47.7 %) y frijol (35 %), representando el 82.7 % de la superficie cultivada del área en la cual se practica la agricultura de secano (Voisin y Orona, 1993). El clima del área es seco, con lluvias escasas durante el año y con una lluvia promedio total anual de 240 mm. El período en el que se presenta el 70 % de las lluvias comprende de mayo a octubre. La temperatura media anual es de 20.7 °C, sin embargo, de mayo a agosto asciende hasta cerca de los 40 °C, lo cual induce alta evapotranspiración y por lo tanto, agobio hídrico en los cultivos. El tipo de suelo predominante es Xerosol háplico, como el del sitio experimental. Predominan los de texturas medias, con niveles de carbono orgánico menor al 1%.

Durante las estaciones de crecimiento de 1995 y 1996 se realizaron cuatro experimentos. Cada uno involucró un genotipo: 'Blanco Hualauises' o 'H-412'. Los dos genotipos se cultivaron en cada año. Cada experimento consistió de 24 parcelas de 56 m² (5.6 X 10 m) cada una, distribuidas al azar en 1.5 ha. La distribución se realizó de tal manera que se involucrara un rango amplio de condición de humedad inicial (i.e. al momento de la siembra) en el suelo superficial.

La densidad aparente en cada espesor edáfico de 30 cm (0-30 y 30-60 cm) se estimó mediante la extracción de muestras inalteradas de volumen conocido (50 mm de diámetro y 25 mm de profundidad). La humedad de suelo en cada estrato y en cada parcela se estimó gravimétricamente. Las fechas de siembra fueron 18 de septiembre y 23 de agosto en 1995 y 1996, respectivamente; la densidad de siembra fue de 12 kg ha⁻¹, en surcos separados por 80 cm y una distancia entre plantas de 20 cm. La fertilización consistió en aplicar 80 kg N ha⁻¹ y 17.48 kg P ha⁻¹ al momento de la siembra en todas las parcelas. La cosecha se realizó manualmente considerando los cinco surcos centrales (40 m²) de los siete que conformaban cada parcela.

Los datos de humedad y de rendimiento de los cuatro experimentos se usaron para realizar las pruebas de χ^2 (Steel y Torrie, 1988) tomando un rendimiento de 1000 kg ha⁻¹ como referencia entre éxito y fracaso. Ese rendimiento se considera porque es el promedio regional en las condiciones de agricultura de secano.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos de maíz y los contenidos de humedad del suelo al momento de la siembra (CHSS) variaron entre parcelas lo cual fue deseable. En ambos años, la lluvia fue menor que la normal de 240 mm: 182.6 y 118.5 mm en el año y en la estación de crecimiento, respectivamente en 1995; y 145.6 y 95 mm en el año y en la estación de crecimiento, respectivamente en 1996. En pocas parcelas no se obtuvo rendimiento debido a la falta de humedad para el cultivo, de manera que solamente se registraron ambas variables en 20 y 19 parcelas para los experimentos con los genotipos 'Blanco Hualauises' y 'H-412', respectivamente en 1995; y en 23 para los dos casos 'Blanco Hualauises' y 'H-412' en 1996 (Cuadro 1); de manera que en total se consideraron 85 observaciones en los análisis. De esas 85 observaciones, 87 % de los rendimientos son mayores a 1000 kg ha⁻¹ y 13 % son menores (Figura 1).

En general, la situación fue mejor en 1996 que en 1995, debido a que se presentaron mayores contenidos de humedad y rendimientos superiores a la referencia de 1000 kg ha⁻¹, lo cual se atribuye a que se precipitaron 80 mm en los primeros 45 días de la estación de crecimiento, mientras que en 1995 fue de 50.6 mm.

En la Figura 2 se aprecian los resultados de las pruebas de χ^2 tomando como referencia 1000 kg ha⁻¹ como un nivel arbitrario para separar éxitos y fracasos. Es interesante destacar que la referencia es definida por una $\chi^2 = 3.84$ (valor de χ^2 con 1 g. l. a $p=0.05$; línea horizontal con guiones en la Fig. 1). Así pues, la intersección izquierda, entre ambas líneas, identifica un nivel crítico de agua almacenada en el suelo de 6.4 cm, de manera que a contenidos menores a dicho nivel los fracasos predominan. Por el contrario, la intersección derecha, entre ambas líneas, identifica un nivel crítico de contenido de agua en el suelo de 8.34 cm, mismo que indica que sobre él predominan los éxitos. Teóricamente, la zona entre ambos niveles es la zona más probable de traslape asociada a igual número de éxitos y fracasos. Los resultados indican claramente que a niveles de agua almacenada en el suelo >8.34 cm, 91.5 % de las observaciones son éxitos, lo cual sugiere que cuando el suelo alcanza ese nivel de humedad, los agricultores deben estar concientes de que al sembrar en ese momento corren un riesgo mínimo de obtener un rendimiento menor a 1000 kg ha⁻¹.

Cuadro 1. Estadísticos de rendimiento de grano en maíz y agua almacenada en el suelo a la siembra. Sitio experimental, Ejido Francisco Villa, Lerdo, Durango, México. 1995-1996.

Variable	n	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Rango	Desv. Est.
Overall							
Rend (kg ha ⁻¹)	85	1602.2	1450.1	850.0	3130.0	2280.0	602.07
CHSS (cm)	85	9.0	9.2	5.0	11.6	6.6	1.05
cv. 'Blanco Hualauises', 1995							
Rend (kg ha ⁻¹)	20	1220.9	1180.1	928.0	1600.1	672.1	222.91
CHSS (cm)	20	8.5	8.4	6.1	11.6	5.6	1.53
cv. 'H-412', 1995							
Rend (kg ha ⁻¹)	19	1215.8	1229.6	916.3	1484.2	567.9	154.41
CHSS (cm)	19	9.8	10.6	5.0	11.5	6.5	1.81
cv. 'Blanco Hualauises', 1996							
Rend (kg ha ⁻¹)	23	1926.5	2010.0	850.0	3090.0	2240.0	774.91
CHSS (cm)	23	8.2	8.13	6.4	9.9	3.6	1.11
cv. 'H-412', 1996							
Rend (kg ha ⁻¹)	23	1928.7	2010.0	1200.0	3130.0	1930.0	488.51
CHSS (cm)	23	9.6	9.6	8.2	10.8	2.6	0.68

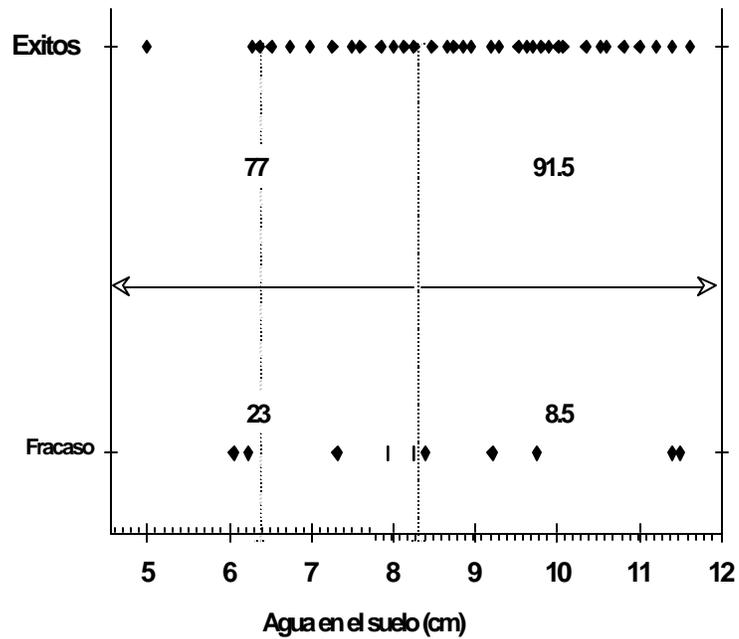


Figura 1. Distribución de 85 observaciones en éxitos o fracasos del cultivo usando rendimientos de grano en maíz de 1000 kg ha⁻¹. Línea vertical en 8.34 cm de CHSS identifica el nivel crítico arriba del cual la siembra es favorable. Línea vertical en 6.4 cm de CHSS identifica el nivel crítico abajo del cual la mayoría de las observaciones son fracasos.

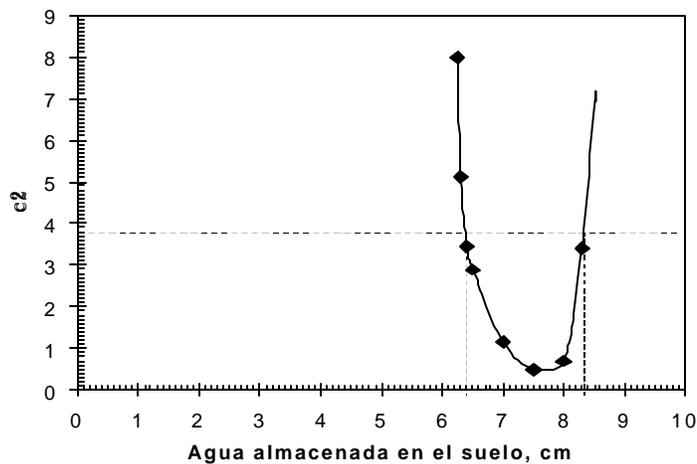


Figura 2. Interacción de χ^2 para definir lineamientos de toma de decisión de siembra de maíz en un sistema agrícola de seco, tomando como referencia un rendimiento de 1000 kg ha⁻¹ para definir el éxito o el fracaso. La línea horizontal con guiones a $\chi^2 = 3.84$ (valor de χ^2 con 1 g. l. a $p = 0.05$) define los niveles críticos de agua almacenada en el suelo: 8.34 y 6.4 cm.

El nivel inferior de la más probable zona de traslape (6.4 cm) coincide con el reportado por Goos *et al.* (1984), para tomar la decisión de no sembrar trigo en North

Dakota, tomando como referencia un rendimiento de 1350 kg ha⁻¹ como el mínimo aceptable.

Un análisis en el cual se separaron los genotipos indicó que los rendimientos >1000 kg ha⁻¹ para 'H-412' están asociados a >7.7 cm de agua almacenada en el suelo al momento de la siembra; mientras que para 'Blanco Hualauises' ese nivel está entre 8.1 y 8.34 cm. Sin embargo, el definir las diferencias entre genotipos no fue objetivo de este trabajo de investigación.

CONCLUSIONES

Se demostró que la prueba de interacción de χ^2 , como herramienta para definir niveles críticos es una herramienta de gran utilidad y permitió definir que 8.34 cm de agua almacenada en el suelo (0-60 cm) es un nivel crítico para tomar la decisión de sembrar maíz, considerando como referencia un rendimiento mínimo aceptable de 1000 kg ha⁻¹ en el sistema agrícola de secano que se practica en el Ejido Francisco Villa, Lerdo, Durango, México. Este nivel puede no dar el resultado esperado en la producción de maíz en otras regiones agrícolas. Por consiguiente, se recomienda desarrollar los lineamientos de toma de decisión particulares.

LITERATURA CITADA

- Goos, R.J., B.E. Johnson, F.J. Sobolik and R.P. Schneider. 1984. Stored available soil water and the fallow/recrop decision critical level approach. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 1134-1137.
- Lomas, J. and H. Herrera. 1985. Weather and rice yield relationships in tropical Costa Rica. *Agric. For. Meteorol.* 35: 133-151.
- Runge, E.C.A. and R.T. Odell. 1958. The relation between precipitation, temperature and the yield of corn on the Agronomy South Farm, Urbana, Illinois. *Agron. J.* 50: 448-454.
- Steel, D.R.G. y Torrie, J.H. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Segunda edición. McGraw-Hill. México, D.F. 567 pp.
- Thompson, L.M. 1986. Climatic change, wheater variability, and corn production. *Agron. J.* 78: 649-653.
- Villalpando, J.F. 1985. Metodología de investigación en agroclimatología. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Consejo Directivo de Investigación Agrícola, Pecuaria y Forestal. México, D.F. pp. 67-79.
- Voisin, O. Orona. 1993. Agricultura de Temporal *In: Estudio de los factores que influyen los escurrimientos y el uso del agua en la Región Hidrológica No. 36*. SARH-INIFAP-CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango México. pp. 273-285.

ANALISIS DE LOS PRECIOS DEL AGUA DE GRAVEDAD EN LA COMARCA LAGUNERA

Manuel Fortis Hernández¹, Juan Antonio Leos Rodríguez², Enrique Salazar Sosa³ y Cirilo Vázquez Vázquez³.

1 Maestro. Investigador Instituto Tecnológico Agropecuario 10 – Maestro Investigador DEP. FAZ-UJED.

2 Coordinador de Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

3 Maestro Investigador DEP. FAZ-UJED

INTRODUCCION

El nuevo orden económico internacional, caracterizado por una mayor apertura económica y mayor competitividad comercial, además de la privatización en todos los sectores de la economía, ha llevado a los países a la adopción de normas de eficiencia y calidad. En México, la transformación agraria y económica ha seguido este esquema de liberación mundial, dirigida a descentralizar y comercializar la agricultura, lo que ha implicado cambios de fondo en sus leyes, en las instituciones y en los esquemas para la administración y comercialización en este sector. Parte de este proceso ha sido la transferencia de los sistemas de riego del sector público a los usuarios iniciada en 1989, y como respuesta a las necesidades originadas por el entorno mundial se reformó el Artículo 27 Constitucional, referido a la privatización de derechos de propiedad de la tierra, y en 1992 a la Ley Nacional de Aguas que permite la transmisión de derechos de agua para incentivar a los productores a cultivar bajo los mecanismos del libre mercado. Si la escasez de agua es una realidad en las condiciones actuales de utilización, se supone que bajo un sistema de libre mercado reflejaría su valor real, lo que obligaría a utilizar sistemas más eficientes de conducción y de aplicación del riego parcelario, a utilizarla sólo asociada a tecnologías de producción adecuadas al cultivo, aspectos aún mejorables en forma importante mediante la reconversión productiva, orientada hacia productos de mayor densidad económica o bien destinar su uso a otras actividades más remunerativas.

Históricamente y en la mayoría de los países, el agua se ha considerado como un bien público, por lo que su manejo ha estado controlado con cargo a los contribuyentes y las tarifas que se cobran generalmente sólo reflejan los costos por manejo y administración y en muchas ocasiones este rubro es subsidiado. Esto ha provocado que el recurso al obtenerse debajo de su costo real, no se aproveche de manera eficiente y por lo tanto se desperdicie. En México se refleja este efecto en la baja eficiencia que registran los Distritos de Riego y las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (URDERAL) tanto en la conducción como en la aplicación del agua para riego agrícola.

Con el propósito de lograr una mayor eficiencia, se han iniciado múltiples programas gubernamentales buscando concientizar al agricultor sobre esta situación, pero hasta la fecha poco se ha logrado. Por otra parte, constantemente aumenta la superficie con problemas de ensalitramiento debido entre otros factores, al uso excesivo de láminas de riego. Entre más baja es la cuota por servicio de riego, los agricultores tienden al sobre riego, repercutiendo en su mayoría en problemas posteriores de drenaje, impactando en las condiciones agroecológicas de los recursos naturales. En este sentido, en el presente trabajo se analizan los efectos de los incrementos en los precios pagados por el aprovechamiento

del agua de gravedad en el Distrito de Riego (DR) 017 y su efecto en la rentabilidad económica de los cultivos establecidos en esta región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente trabajo se llevo a cabo en el Distrito de Riego 017, ubicado en la región denominada La Comarca Lagunera, ubicada al norte de México. El DR 017 agrupa a 20 Módulos de Riego, 17 corresponden al Río Nazas y 3 al Río Aguanaval, con una superficie dotada de 190,721 has que benefician a 33,158 usuarios. Actualmente se tienen constituidas 17 Asociaciones Civiles de Usuarios, las que fueron objeto de análisis ya que son las que a la fecha se les ha transferido la operación, conservación y administración de la infraestructura hidroagrícola (Figura 1).

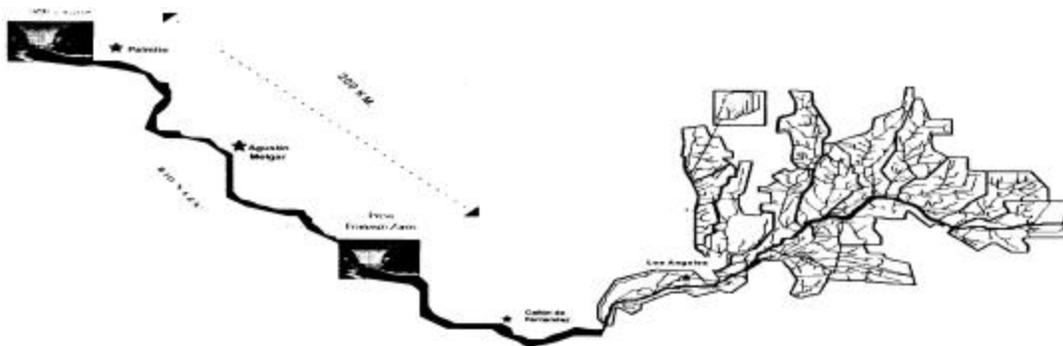


Figura 1. Ubicación de los módulos de riego en el DR 017

Cabe hacer mención que la totalidad de las aguas superficiales en la región son utilizadas con fines agrícolas exclusivamente y el volumen a utilizar para cada ciclo varía de acuerdo a los almacenamientos existentes en las presas. En la actualidad un ciclo normal de riegos representa una superficie de 87,240 has. que demandan un volumen de 1,345 millones de m³ de agua.

METODOLOGIA

La metodología consistió en: diseño y aplicación de encuestas, consulta de fuentes oficiales de información, evaluación económica y utilización de modelos matemáticos.

Durante los años de 1998-2000 se llevaron a cabo diversas encuestas para obtener información correspondiente al comportamiento de los precios pagados por un derecho de agua de gravedad bajo el esquema de un mercado imperfecto del agua existente en esta región. El marco de muestreo fueron 32,158 productores pertenecientes a 17 Módulos de Riego. Se utilizó un tamaño de muestra preliminar (n') de 869 productores seleccionados por muestreo estratificado, que corresponde al tamaño de muestra para varianza máxima, con una precisión de 10% del estimador y una confiabilidad en la predicción de 95% (Cochran, 1971).

Los 17 Módulos de Riego analizados abarcan 350 ejidos de los cuáles fueron seleccionados aleatoriamente 39, en estos ejidos se aplicaron cuestionarios a 800 productores del sector social y 69 de la pequeña propiedad. A través de la aplicación de las encuestas se determinó el tamaño de la oferta, demanda, precios y grado de competencia de los derechos de agua. Se utilizaron datos secundarios de registros estadísticos de varios años del patrón de cultivos, en relación a superficie, rendimientos, costos de producción, valor de la producción, para evaluar la rentabilidad, productividad, eficiencia, conservación y re-asignación del agua de gravedad para varios años, esta información se obtuvo en las distintas instituciones gubernamentales y privadas relacionadas con la comercialización de los derechos de agua, tales como; CNA, DR 017, Módulos de Riego, Secretaría de Agricultura Ganadería y Recursos Naturales (SAGAR), Asociaciones de usuarios y el FIRA (1999).

En el caso particular del cálculo y análisis de los precios de los derechos de riego se tomó en cuenta las obligaciones que tienen los usuarios del DR 017 (cuotas de riego y faenas) y los apoyos institucionales que reciben como el caso del PROCAMPO y apoyos que reciben los productores que siembran algodón. Se calculó la productividad marginal del agua a través de un modelo de programación matemática (Palacios *et al.*, 1998) como un estimador global del precio del recurso agua en el DR 017 para que reflejara su valor social o real en términos monetarios y de escasez de este recurso. Se calcularon los presupuestos privados (a precios de mercado) de todos los cultivos, se clasificaron los insumos y productos como factores primarios y bienes comerciables (Morris, 1993), todo esto con el fin de mediar la eficiencia económica de cada cultivo. Con la información recabada se pudo evaluar el efectos de los precios pagados en el mercado del agua en el Distrito de Riego 017 de la Comarca Lagunera y su efecto en la rentabilidad económica de los cultivos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En este distrito de riego en la actualidad el 80% de los derechos de agua son comercializados en un mercado imperfecto del agua, siendo concentrados los derechos por pequeños productores privados que destinan el agua a la producción de forrajes.

Bajo esta consideración, para evaluar el efecto directo de los precios del agua ($\$/m^3$) en la producción de un cultivo se requieren analizar algunos indicadores económicos básicos como son la ganancia neta y la tasa de rentabilidad por hectárea que el productor espera obtener. En este sentido se realizó el análisis para seis cultivos en particular; algodón, frijol, maíz forrajero, sorgo forrajero, alfalfa y nogal, por ser de los más representativos en este distrito.

En el Cuadro 1, se puede observar los indicadores económicos que se han calculado en base al presupuesto del ingreso privado de los cultivos establecidos bajo los mecanismos del mercado de agua, donde se incluye el costo de los derechos de agua y la renta de la tierra, ya que en muchos casos se han rentado la tierra y el agua de manera conjunta y en el entendido de que cualquier persona puede invertir en el campo y tendría que pagar estos costos.

CUADRO 1. Indicadores económicos de cultivos establecidos bajo los mecanismos del mercado de agua en el dr 017 (2000).

Indicadores (\$/ha)	Algodón	Maíz f.	Sorgo f.	Alfalfa	Fríjol	Nogal
(1) Ingreso Total	19,282	5,625	4,800	8,400	8,906	16,500
-(2) Insumos comerciables	3,947	1,692	1,578	3,044	1,661	2,352
- (3) Seguro agrícola	318	75	73	144	184	770
- (4) Insumos indirect. comercial.	2,045	1,155	1,155	2,635	1,520	1,550
=(5) Valor agregado neto	12,972	2,703	1,994	2,578	5,542	11,829
-(6) Labores manuales	3,866	367	414	673	559	1,272
-(7) Tierra y agua	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
-(8) Admón. Y servicios	2,666	143	320	245	120	201
=(9) Remuneración al capital prod.						
(10) Absoluta	2,640	394	(540)	(141)	3,063	8,556
(11) Relativa 1 (%)	32	8	(10)	(2)	52	108
-(12) Crédito de avío	908	410	315	144	417	770
=(13) Remuneración al capital						
(14) Absoluta	3,733	(16)	(855)	(285)	2,646	7,786
(15) Relativa (%)	24	(0)	(15)	(3)	42	89
Eficiencia del agua (\$/m ³)	2.92	1.36	1.09	1.08	1.53	1.72

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se observa que considerando los precios que paga el arrendador por los derechos de agua y tierra, el algodón, fríjol y nogal tienen remuneraciones altas por hectárea (ganancias netas), con valores que van desde \$1,733.0/ha hasta \$7,786.00 para el caso del nogal. Así mismo, la remuneración al capital relativa (rentabilidad) es positiva en estos tres cultivos, sin embargo, para el caso de los cultivos forrajeros estos indicadores son negativos sobre todo para el caso del sorgo forrajero (15%), lo que indica que la gran demanda de forrajes existente en esta región motiva este patrón de cultivos, no importando los principios fundamentales que el mercado de agua se supone debería dirigir; cultivos con baja demanda de agua y altamente rentables.

Por otra parte, al analizar las cuotas de riego como referencia para analizar los precios del recurso se tiene que en general las cuotas de riego no reflejan la escasez o abundancia que representa su disponibilidad, por ejemplo, en los ciclos agrícolas 97-98 las cuotas de riego no sufrieron incrementos, a pesar de existir diferentes almacenamientos en las presas. En la actualidad estos incrementos no han sido sustanciales ya que en 1998 se cobraron en promedio \$570.00/derecho. Al analizar estos precios que pagan los productores por el usufructo del agua de las presas hay que recordar que el productor paga una cantidad nominal anual por el servicio de riego; dicho monto se ha destinado a la conservación de la infraestructura de riego (60%) y a la operación y mantenimiento (40%). En 1997 y 1998 la cuota de riego con aguas del Nazas fue de 320 pesos por todo el ciclo, excepto dos Módulos (I,II) que por acuerdo de asamblea decidieron disminuir sus cuotas y pagar 190 pesos en estos dos años.

Estos precios en los costos de los cultivos representaron para el caso del maíz forrajero, en el ciclo agrícola 95-95, el 12% del costo total, para el riego por bombeo era de 27%, sin embargo, en 1998 representó para gravedad el 8% y para bombeo el 40%. Es decir, el metro cúbico de agua en bombeo costó \$0.310/m³, mientras en gravedad el precio por metro cúbico, considerando los seis cultivos principales, en promedio fue de \$0.0221/m³.

Al considerar los distintos precios calculados que se pagan por el aprovechamiento del agua de gravedad en este Distrito como son; por cuotas de riego, por el mercado del agua, estimado por el FIRA y el calculado por el modelo de programación lineal, se puede

observar en el Cuadro 2 que éstos tienen un impacto directo en la rentabilidad económica de los cultivos y por supuesto en el padrón de cultivos.

En este cuadro se puede apreciar que bajo los esquemas de precios considerados: el 77% de los cultivos presentan márgenes positivos de rentabilidad cuando se pagan precios que equivalen a las cuotas de riego; tomando el precio que se paga en el mercado del agua el 60% de los cultivos son rentables; el 38% de los cultivos (hortalizas) tendrían rentabilidades positivas si se pagaran los precios estimados por el FIRA, y si se toma en cuenta el precio estimado por el modelo matemático el cual refleja la escasez de agua en el Distrito de Riego para los últimos cuatro años, sólo el cultivo del chile sería rentable.

CUADRO 2. Rentabilidad estimada para cultivos del dr 017 debido a cuatro precios del agua de gravedad (2001).

Cultivos Rentabilidad ¹	Cuotas de riego \$0.0221/m ³	En mercado del agua \$0.1035/m ³	Estimado por el FIRA \$0.4350/m ³	Estimado por el modelo \$0.930/m ³
Algodón	35	24	3	-28
Maíz grano	1	-20	-47	-71
Frijol	80	42	-6	-49
Sorgo grano	-18	-35	-57	-77
Sorgo industrial	-6	-27	-53	-75
Maíz forrajero	30	0	-36	-67
Sorgo forrajero	10	-15	-46	-72
Alfalfa	14	-3	-29	-58
Nogal	123	89	38	-17
Tomate	59	45	19	-18
Chile	199	174	127	58
Melón	33	18	-8	-40
Sandía	43	27	0	-35

¹. Se refiere a la rentabilidad relativa (%) que considera ingresos sobre costos.

². El Fideicomiso Instituido en Relación a la Agricultura en 1998 estimó este precio.

CONCLUSIONES

Los precios que se pagan por metro cúbico en el Distrito de Riego son de: \$0.0221/m³ considerando sólo las cuotas de riego; de \$0.1035/m³ precio que el mercado del agua fija; de \$0.435/m³ como valor unitario de los derechos de agua estimado por el FIRA, y de \$0.930/m³ que es el precio sombra estimado por el modelo matemático. En este sentido, bajo los esquemas de éstos precios: el 77% de los cultivos presentan márgenes de rentabilidad positiva cuando se pagan precios que equivalen a las cuotas de riego; tomando el precio que se paga en el mercado del agua el 60% de los cultivos son rentables; el 38% de los cultivos (hortalizas) tendrían rentabilidades positivas si se pagaran los precios estimados por el FIRA, y si se toma en cuenta el precio sombra estimado por el modelo de programación matemática sólo el cultivo del chile sería rentable.

LITERATURA CITADA

Cochran, W. 1972. Técnicas de muestreo. Cía. Ed. Continental, S.A. México, D.F. 507p.

FIRA, 1999. Boletín Informativo. "Mercados de agua en México". México, D.F. Fideicomiso Instituido en Relación a la Agricultura. 110 pp.

Morris, M.L. 1988. Comparative advantage and policy incentives for wheat production in Zimbabwe. CIMMYT Economics program working paper, 89/01. México, D.F.

Palacios, V. y Exebio, G. 1989. "Introducción a la teoría de la operación de Distritos y sistemas de riego". Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. México, México, 482 p.

PLANTACION DE TRES ARBUSTOS FORRAJEROS, PROBANDO DENSIDADES Y EQUIDISTANCIAS EN SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUA HERRADURA, MARGARITAS DEL NORTE, COAH. MÉXICO.

Eduardo Olhagaray Rivera¹

1 CAMPO EXP La Laguna KM 17.5 Carretera Torreón Matamoros, Coah. México. E.mail. CELALA (α) halcón. Laguna. UAL. Mx. Esparza, Ch.G. Técnico de SEMARNAP, CD. Lerdo, Dgo. Vega S. F. UAAAN-UL Torreón, Coah.

INTRODUCCIÓN

Más Del 80 % de la República Mexicana está situada a los 20° 40 ' de Latitud Norte como consecuencia una gran parte de nuestro país sufre de la aridez, es en esta franja donde las condiciones físicas se hacen más extremas en todo el mundo.

Con el panorama antes expuesto es un hecho que en cualquier actividad ya sea agrícola, pecuaria, forestal que se quiera realizar en esas extensas zonas requieren de un conocimiento bien fundamentado debido a que son áreas en las cuales su incorporación en estas actividades es muy costosa.

Para esto es primordial tener conocimiento real de la problemática que afecta estas áreas, debido a que no es recomendable poner en práctica algún programa de desarrollo que garantice el éxito de su aplicación.

ANTECEDENTES

La Comarca Lagunera se encuentra integrada en las regiones SUROESTE del Estado de Coahuila y NOROESTE del Estado de Durango, con una altura sobre el nivel del mar de 1139 m, se encuentra dividida en 15 Municipios de los cuales 10 corresponden al Estado de Durango y 5 al Estado de Coahuila, cuenta con una extensión territorial de 41788.750 has, y esto se encuentra dividido en sector agrícola de riego de 192,750 has; regado por el Distrito de Riego N° 17 de la Secretaría de Agricultura y Recursos y Hidráulicos (SARH), y una superficie de Temporal de 29,255 has, la superficie de Uso Múltiple Pecuario y Forestal 41514,714 has. Y otros usos 59,957 has. (SARH, 1988)

DISTRIBUCCION

La costilla de vaca presenta una amplia distribución, localizándose desde algunas regiones del Sur de Canadá, noreste de los Estados Unidos, cubriendo vastas superficies en Oregón, Dakota del Sur, Oklahoma, Utha, Wyoming, Oeste, Sur y parte meridional de Texas, este y Suroeste de California, Suroeste de Colorado, creciendo en esta ultima región a elevaciones de 2,500 msnm. (U.S. Forest Service, 1937). En la república Mexicana la costilla de vaca se distribuye desde Baja California, Sonora, Chihuahua, Zacatecas, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí (COTECOCA-SAG, 1969) (Rivera, Q. 1983).

HABITAT

Se localiza generalmente en cuencas cerradas, de extensión variable, con altitudes de 600 a 1,500 m, y que se caracteriza por contener en el suelo elevadas cantidades de sales. El suelo que puede encontrarse es arcilloso, arenoso-arcilloso, el color varía de gris a oscuro y

contiene altas concentraciones de sales, las cuales llegan a aflorar. El clima de estos lugares puede ser árido (BS) o muy árido (BW) con precipitaciones que varían de 350 a 400 mm y de 200 a 250 mm, respectivamente.

El tipo vegetativo que se caracteriza por tener de 20 a 120 cm de altura, variando de acuerdo con las diferentes especies. La mayor parte presentan hojas ásperas. Las principales componentes de este pastizal son. zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), tobos (*Hilaria mutica*), zacate picoso (*Setaria spartinae*), zacate salado (*Dactyloctenium aegyptium*), y zacate burro (*Scleropogon brevifolius*). Se presentan además, en menor abundancia, *Suaeda* spp, *Atriplex* spp, Chaparro amargoso (*Castela texana*), Mezquite (*Prosopis juliflora*) (COTECOCA-SAG 1969).

SISTEMA DE COSECHA DE AGUA

Se indica que uno de los objetivos principales de un sistema de agricultura de secano es presentar que los cultivos aprovechen al máximo el agua disponible, lo cual se puede conseguir en tres formas (Russell, 1968).

1. - Utilizar especies adecuadas, a la época de desarrollo y que coincidan con la temporada de lluvias de la localidad.
2. - Reducir la pérdida de agua de escurrimiento.
3. - Almacenando lluvias por medio de barbecho profundo.

La planeación del uso de agricultura de escurrimiento requiere de la consideración de dos factores (Fogel, 1975).

1. -El escurrimiento de agua puede ser disponible en cantidad en un momento dado para la producción de cosecha. Esto significa que la topografía, geología, suelos, vegetación clima deben combinarse cada año y dar un repentino flujo lo bastante largo que pueda ser útil.
2. - La tierra en la cual el escurrimiento del agua sea usado para producción de cosecha esté convenientemente localizado en el área de escurrimiento.

La Investigación llevada a cabo (Satterlud, 1972.) menciona que el escurrimiento superficial esta en función:

1. - Intensidad de la precipitación
2. - Tipo de vegetación
3. - Area de drenaje de la cuenca
4. - Distribución de la precipitación
5. - Profundidad del manto freático
6. - Pendiente del terreno

OBJETIVO

Evaluar la respuesta de tres arbustos forrajeros a diferentes Densidades y Equidistancias Empleando el sistema de captación de agua herradura, en Margaritas del Norte Coahuila.

META

Seleccionar la (s) densidad (es) y equidistancia (s) empleando el sistema de captación de agua herradura en arbustos forrajeros. Bajo condiciones de temporal, en Margaritas del Norte, Coah.

METODOLOGIA

Se agradece la colaboración. Al Dpto. Agropecuario, de San Pedro de las Colonias, Coah. A los Técnicos del (CADER- SAGAR) por las facilidades prestadas, SEMARNAP Dpto. Recursos naturales por la donación de las plantas a la gente de la Comunidad de Margaritas del Norte Coah. El área se encuentra ubicada geográficamente a los 24° 26" de Latitud Norte y a los 106° de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y una altitud de 2200 msnm (SARH.1985). Los datos climáticos corresponden a un clima desértico, la precipitación anual fluctúa entre 200 a 250 mm, se distribuye en los meses de Junio a Octubre, la temperatura media anual es de 18 °C, con una extrema de 45 °C y una mínima de -2°C esta ocurre en Diciembre- Enero. (Gracia, 1982) Una vez determinada el área de estudio adecuada para el establecimiento se procedió a la preparación del mismo, que consistió en marcar los sitios por tratamiento, posteriormente a un desmonte selectivo, deshierbar, limpiar, inmediatamente después se trazaron sobre el terreno las densidades de plantación y su equidistancia correspondiente a evaluar empleando el sistema de cosecha de agua herradura esto ocurrió en los meses de febrero, marzo. La plantación se efectuó el mes de Junio de 1995 y concluyó en Octubre de 1997. Se empleo un Diseño experimental de Bloques al azar con arreglo factorial con 27 tratamientos, y la comparación de medias de acuerdo a Tukey al 5 %. Resultado de la combinación de 3 Densidades de plantación(10,000 plantas/ha),(2,500 plantas/ha),(111.11 plantas/ha), 3 Equidistancias (1.0 m, 2.5m, 3.0 m), 3 Arbustos forrajeros *Atriplex canescens*, *Atriplex numularia*, *Acacia berlandieri* . La parcela experimental fue de 3 hileras de 30 m de largo, teniendo 5 m de Separación entre tratamientos. La unida experimental contó con 12 plantas provenientes del vivero, con una altura de 45 cm en promedio, de un año de edad, la parcela útil cuatro plantas centrales

FACTOR (A) DENSIDAD DE POBLACIÓN (Plantas/Ha)			FACTOR (B) EQUIDISTANCIA (m)		FACTOR (C) ARBUSTOS FORRAJEROS
A.-1	1x1	10,000 plantas/Ha	B.-1	1.5 m	<i>Atriplex canescens</i>
A.-2	2x2	2,500 plantas/Ha	B.-2	2.0 m	<i>Atriplex numularia</i>
A.-3	3x3	1666.66 plantas/Ha	B.-3	3.0 m	<i>Acacia berlandieri</i>

Los suelos del área de estudio están ubicados, en lomeríos desde ligeramente ondulados, siendo el color del suelo oscuro en la superficie, la textura gruesa en la capa superficial. Son suelos con alto grado de intemperización, con baja saturación y escasas reservas de nutrientes.

Considerando las características de suelo y vegetación del sitio, este presenta poca variabilidad se decidió utilizar el diseño bloque al azar ubicando el tratamiento correspondiente en una forma transversal a la pendiente. De esta manera había variabilidad entre bloques debido a la pendiente o más entre unidad experimental. Cada parcela o unidad experimental se probó una densidad de plantación y una distancia.

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA HERRADURA

Consiste en abrir un cajete semicónico de 1 m de diámetro, se planta al centro el arbusto, quedando un hueco al lado de la parte más baja. La edad de la planta fue de un año de edad aproximadamente de 45 cm de altura en promedio, producida en vivero y transplantada a envases de polietileno de color negro de una medida de 12 cm x 16 cm. La fecha de plantación ocurrió en junio de 1995, después de las primeras lluvias registradas. La toma de datos se

tomo al pasar un mes de establecida la parcela, posteriormente se hacía cada dos meses.(Olhagaray 1984) Los datos que se tomaron fueron. Supervivencia, Altura, Cobertura, Mortandad, Precipitación anual.

RESULTADOS

El Valle de Margaritas del Norte, Coah. Muestra bajos niveles de eficiencia en el uso de la precipitación in-situ, prueba de ello la agricultura de secano que llevan acabo, obtienen bajas producciones en sus cultivos anuales quedando como de auto consumo. El análisis del fenómeno de escurrimiento superficial, implica desglosar cada una de las características físicas del suelo y su impacto sobre el desarrollo físico del suelo y su impacto sobre el desarrollo radicular para así entender su efecto.

De acuerdo a las condiciones en que se desarrollo el trabajo en la plantación de arbustivas forrajeras cuya fecha fue temprana por lo adelantado del temporal y posteriormente a la sequía que prevaleció en la región, esto jugo un papel importante en el crecimiento vegetativo así como en sus efectos en los arbustos evaluados.

La cantidad de lluvia recibida durante el desarrollo del experimento fue limitada especialmente en la fase de adaptación, en donde los arbustos inician su crecimiento vegetativo. La primera precipitación en el año 1995 se recibió fue de un total de 135 mm, esta fue durante los meses de abril, mayo, junio, julio un 60 %, y en agosto, octubre, noviembre un 40 %, en el segundo año 1996 se recibió 85 mm distribuidos en los meses de mayo, junio un 60 %, en julio, agosto un 40 %, la tercer fecha 1997 se recibieron 75 mm durante los meses marzo-abril un 10 %, julio un 25 %, agosto, septiembre un 65 %. El empleo de sistemas de captación de agua de escurrimiento en zonas de escasa precipitación presenta la ventaja al arbusto forrajero de un mayor aprovechamiento de la humedad por las raíces, la calidad del arbusto también mejora al estar más ventilado y esta aireación facilita mejor el desarrollo, con la densidad A-3, B-3.

La zona presenta buen temporal en el cual los arbustos forrajeros logran desarrollarse, tomando en cuenta sus sistemas de cosecha de agua. Las diferencias morfológicas en cuanto a los patrones de crecimiento de la raíz dentro del sistema, influyen en la cantidad de agua absorbida por el arbusto que con el tiempo quedaría. El arbusto forrajero *Atriplex canescens* presento un mayor desarrollo vegetativo observándose un incremento en la altura así como en su área foliar. Los arbustos forrajeros evaluados requieren de suficiente humedad aprovechable en el interior del sistema de captación de agua, para producir mayor cantidad de tejido de sostén así como foliar.

La marchitez casi nunca ocurre al 100 % en este tipo de suelos profundos.

Debido a que muy difícil que estos suelos se abate la humedad en toda la zona radicular del arbusto dentro del sistema de cosecha de agua.

Bajo estas condiciones de poca humedad *Atriplex canescens* con el empleo de una Separación de 3.0 m, con una alta densidad de población de 1666.66 plantas/Ha , se observó que es resistente y presenta capacidad para el abastecimiento del agua a través de las raíces y la pérdida de transpiración. Durante el periodo inicial de crecimiento el tejido foliar y de sostén impiden que se logre el tamaño normal de las mismas si no se prestan posteriores lluvias, para que este efecto se haya aprovechado por el arbusto para aumentar el engrosamiento de sus tallos así como su crecimiento en la cobertura área..

El análisis de varianza detecta diferencia altamente $P < (0.05\%)$ significativa en casi todas las variables mostrando diferencia altamente significativa el empleo de mayor densidad de población. La variable altura resulta ser de mayor significancia $p < (0.05\%)$ entre tratamientos es decir, en todos se comportó de diferente modo el desarrollo las plantas. Para la variable sobrevivencia resulto ser significativamente entre tratamientos, por lo que se aplico la prueba de comparación de medias de Duncan.

Con los resultados obtenidos indican que para las variables probadas la disminución en el crecimiento en orden de importancia se presenta en forma significativa más en el arbusto *Atriplex numularia*, y continua en *Acacia berlandieri*, este efecto no se presenta tan drástico en el arbusto *Atriplex canescens* presenta una alta tolerancia a la agresividad a condiciones ecológicas adversas en la etapa de establecimiento. Las altas poblaciones prácticamente no afectan el desarrollo en tejido de sostén, ni al tejido foliar, sin embargo por superficie se muestra más eficiente en la captura de humedad y nutrientes. Esto se refleja en el número de plantas por hectárea en *Atriplex canescens* un 10 % de daño por fauna silvestre coinciden en una gran precocidad que presenta el arbusto la de mayor crecimiento vegetativo, en tanto en los arbustos *Atriplex numularia* 45 %, *Acacia berlandieri* 55 % presentan daños por fauna silvestre.

Las densidades menores no muestran diferencia significativa, aparte de que presentan poco desarrollo vegetativo, no se puede trabajar fácilmente y resultan poco económicas y redituables a corto plazo su aplicación en el agostadero con el empleo de este tipo de sistema.

En el Cuadro 1 muestra los resultados promedios de altura, los incrementos más altos se observan por el factor humedad disponible en el sistema de capitación, en el cual arbusto *Atriplex canescens* se observa más marcado la diferencia, dado que con la primera precipitación registrada al inicio del trabajo, aceleró el crecimiento y provocó un aumento en la cobertura área de la planta, el ataque por roedores fue mínimo, durante el tiempo de evaluación.

FACTOR (A) DENSIDAD	FACTOR (B) EQUIDISTANCIA	FACTOR (C) ARBUSTOS FORAJEROS	ALTURA INICIAL (CM)	ALTURA FINAL (CM)	COBERTURA INICIAL (CM)	COBERTURA FINAL (CM)	MORTANDAD %
A.-1 1x1	B.-1 1.5 m	<i>Atriplex canescens</i>	90	1.20	15x15	20x25	5
A.-2 2x2	B.-2 2.0 m	<i>Atriplex numularia</i>	90	35	10x10	10x10	35
A.-3 3x3	B.-3 3.0 m	<i>Acacia berlandieri</i>	90	25	10x15	5x5	40

Aparentemente el régimen de humedad tiene un efecto secundario en el desarrollo de la planta, en comparación con la fecha de plantación, ya que hay un incremento en los arbustos en el crecimiento a medida de que la fecha de plantación se efectúa en fecha optima al inicio del periodo de lluvias.

Los arbustos forrajeros presentaron diferentes habilidades para acumular nutrientes en sus tejidos de sostén y foliar, y existe variación a través de los años de evaluación, alcanzando en algunos casos un diámetro mayor en el caso de *Atriplex canescens*.

CONCLUSIONES

- 1.-El empleo de obras de captación in-situ es un método de revegetar agostaderos deteriorados, que se debe de manejar agronómicamente.
2. La aplicación de altas densidades de población influyó en el crecimiento y desarrollo de los arbusto forrajeros en forma Significativa en *Atriplex canescens*.
3. El haber aplicado una densidad baja de población, no presentan significancia y esto influyó en el crecimiento de los arbustos.
- 4.. El empleo del Sistema de Captación de agua Herradura, mostró eficiencia en el control de la humedad aprovechable por los arbustos, forrajeros evaluados.
- 5..La implementación de obras de captación de agua in-situ, permiten un aumento Significativo en la cobertura vegetal en *Atriplex canescens*.

LITERATURA CITADA

Anuario estadístico de la Producción del Sector Agrícola SARH 1988

COTECOCA-SAG 1969. Comisión Técnico Consuntiva para la Determinación de Coeficientes de agostadero para el estado de Coahuila

García. 1982 Guía climática UNAM

Fogel, M, M 1975 Runoff Agriculture efficient use of rain fall en: Thames ,J,L. J.N. Fischer (ED) Watershed Management en Arid Zones ,A. Prototpe short course, Universit of Arizona ,Tucson, Arizona. P.11

Rzedowki J.1978 La Vegetación de México. , Limusa, México.D.F. p.31

Plantación de cuatro arbustos forrajeros de porte alto y tres de porte bajo en Santa María Cierra Mojada, Coah. Sin Publicar INIF-SARH.

Rivera.Q,J., Olivas, N.G 1983. Informe de Actividades del Sub programa de Aprovechamiento forestal. Sub Delegación Forestal SARH. CD. Lerdo, Dgo. p.7

U.S. FOREST SEFVICE.1937 Range plant hanbook. U.S. Dept, Agr Olhagaray R.E.C. 1984.

FLUORESCENCIA CLOROFILICA DE LA ALFALFA EN INVIERNO CUANDO CRECE CON GRAMINEAS EN LA COMARCA LAGUNERA

**Edmundo Castellanos P.¹, Fabian Ortega I.¹, H. Donaciano García S.¹,
Misael López L.¹**

¹ Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango.

INTRODUCCION

La alfalfa es un forraje de buena calidad que es usado en la alimentación de ruminantes con un porcentaje de proteína cruda de hasta 23.32% en promedio (Núñez *et al.* 1999), la cual es ofrecida al animal henificada, ensilada o en pastoreo. Sin embargo, aunque la alfalfa brinda este aporte nutritivo, su desventaja es el bajo uso eficiente del agua ya que presenta una tasa de evapotranspiración elevada con respecto a la materia seca producida (Núñez *et al.* 1999, Satter 1999). Las praderas mixtas son una alternativa de incrementar la producción animal debido a que la disponibilidad y calidad el forraje son mejorados cuando la alfalfa es pastoreada en combinación con gramíneas tropicales o de zonas templadas (López *et al.* 1999, López *et al.* 2000). Los estudios que se han hecho por lo general evalúan las praderas mixtas de leguminosas-gramíneas a través de cambios en la fitomasa de una semana a otra, de un pastoreo a otro, pero no sobre cambios a través del día. Esto es importante, ya que es la luz del sol, específicamente la radiación fotosintéticamente activa, la que tiene una relación directa en las reacciones fotoquímicas en la fijación de dióxido de carbono, donde a altas irradiaciones existe fotoinhibición.

Estudios sobre el aparato fotosintético de los cultivos *in situ* son necesarios ya que las condiciones microclimáticas cambian a través del día afectando el proceso fotosintético, sin embargo estudios en la Comarca Lagunera no han sido realizados en la alfalfa, lo cual serviría para lograr un mejor manejo de esta planta. Dentro de las herramientas más útiles para estimar el funcionamiento del aparato fotosintético está la fluorescencia clorofílica (Oxborough y Baker 1997), la cual es proceso de emisión de luz que ocurre cuando los pigmentos clorofílicos en el estado excitado regresan a su estado de-excitado ya que su exceso de energía no es conducido a un proceso fotoquímico y se pierde como calor o emisión de fluorescencia (Prezelin y Nelson, 1977) y donde a temperatura templada, la mayor parte de la fluorescencia es emanada del PSII y en menor contribución del PSI (Krause *et al.* y Weis 1991, Lambers *et al.* 1998). Esta fluorescencia ha sido usada para estudios ecofisiológicos de plantas (van Kooten y Snel 1990), llegando a ser la fluorescencia clorofílica una herramienta en la investigación de la respuesta de las plantas al estrés (Jiménez *et al.* 1997, van Kooten y Snel 1990). De acuerdo a Ganago (1997) hay diferentes estados en la fluorescencia clorofílica: la fluorescencia que se incrementa como una respuesta a la exposición a la luz, y entonces decrece a un valor estacionario (F_s); después de que las hojas adaptadas a la oscuridad, exponiéndolas bajo una débil irradiación, el valor más bajo de la fluorescencia (F_o) es observado. En estas mismas hojas ya adaptadas a la oscuridad, la máxima fluorescencia es lograda bajo una alta irradiación (F_m), la fluorescencia variable (F_v) es la diferencia de la fluorescencia máxima menos la fluorescencia mínima ($F_m - F_o$). Se ha encontrado que una reducción en la tasa F_v/F_m en hojas adaptadas a la oscuridad indica una fotoinhibición del fotosistema II (Kao *et al.* 1997, Lambers *et al.* 1998).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la pradera mixta de ballico, bromus y alfalfa en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Localizada en el km. 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, ubicada en el Ejido Venecia, municipio de Gómez Palacio, Durango. Iniciando el 7 de diciembre de 2000 y terminando el 7 de Marzo del 2001. La biomasa en pie de la alfalfa fue de $23.96 \pm 17.24 \text{ g/m}^2$ y de las gramíneas $46.12 \pm 16.03 \text{ g/m}^2$ en el muestreo del 7 de Diciembre del 2000.

Se escogieron diez hojas superiores de diferentes plantas de alfalfa tomadas al azar donde se colocaron las cámaras de oscuridad por 10 minutos para luego medir la fluorescencia. Después de 5-10 minutos se midió nuevamente la fluorescencia. Para evitar pseudoreplicación se obtuvo una media de las dos observaciones de fluorescencia por hoja. Luego se midió la temperatura de las hojas junto a las de las cámaras de oscuridad con el termómetro de sensor remoto Ray Teck.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la alfalfa durante el mes de Diciembre hubo una menor tasa Fv/Fm en los muestreos llevados a cabo en la mañana incrementando la planta esta tasa de fluorescencia al mediodía y más incremento en la tarde, así también el 24 de Enero la tasa Fv/Fm fue mayor en la tarde que al mediodía y la tasa Fv/Fm del 6 de Febrero fue mayor al mediodía que en la mañana y en la tarde (Cuadro 1). Por las bajas temperaturas registradas en las hojas (Cuadro 2) en la mañana y en la tarde en las fechas antes mencionadas, la baja temperatura es uno de los factores que afectan a la actividad fotosintética de la planta (Öquist y Huner 1993, Krivosheeva et al. 1996, Castellanos 2001).

Las Fv/Fm del 28 de Febrero fueron muy similares entre los tres diferentes tiempos de muestreo. El 17 y 31 de Enero, el 13 y 21 de Febrero así como el 7 de Marzo, la tasa Fv/Fm fue menor al mediodía que en los muestreos hechos en la mañana y de la tarde. En estas tres últimas fechas de muestreo mencionadas, la temperatura de las hojas fue arriba de los 22°C ya que la temperatura de la hoja es un resultado de diferentes factores, entre ellos la alta radiación fotosintéticamente activa al mediodía y el cierre de estomas.

La baja Fv/Fm en la mañana con una recuperación al mediodía en el mes de Diciembre, y la baja Fv/Fm encontrada al medio día por un incremento en la temperatura de la hoja, la cual es debido a un incremento de la radiación, indica una fotoinhibición reversible en este cultivo (Giardi et al. 1996, Krivosheeva et al. 1996). Más estudios son necesarios ya que diversos factores son los que estresan a las plantas para recurrir a la fotoinhibición reversible (Aro et al. 1993, Rintamäki et al. 1997) como una estrategia para solventar el estrés hídrico, debido a alta radiación y baja precipitación, y bajas temperaturas entre otros factores estresantes (Lovelock y Winter 1996, Castellanos 2001).

CUADRO 1. Tasa Fv/Fm de la alfalfa en el periodo de muestreo otoño-invierno 2000-2001 en la Facultad de Agricultura y Zootecnia UJED.

Día	Hora	$\bar{0}$	D.E.	Día	Hora	$\bar{0}$	D.E.
13-12-00	9	0.602	0.062	6-02-01	8	0.579	0.038
	15	0.642	0.055		14	0.667	0.039
	18	0.676	0.025		18	0.659	0.029
20-12-00	9	0.522	0.079	13-02-01	8	0.690	0.024
	14	0.574	0.198		13	0.634	0.082
26-12-00	9	0.647	0.070	21-02-01	18	0.680	0.020
	14	0.655	0.088		7	0.715	0.018
17-01-01	9	0.651	0.047	28-02-01	14	0.650	0.068
	14	0.589	0.040		18	0.723	0.023
	18	0.677	0.032		7	0.689	0.027
24-01-01	14	0.639	0.062	7-03-01	15	0.690	0.400
	18	0.663	0.042		19	0.701	0.045
31-01-01	9	0.648	0.018	7-03-01	7	0.671	0.046
	14	0.627	0.096		15	0.622	0.066
	18	0.675	0.011		19	0.704	0.035

D.E. = Desviación estándar

CUADRO 2. Temperatura de la hoja de la alfalfa al momento del muestreo de fluorescencia clorofílica en la pradera mixta de alfalfa-gramíneas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia UJED en el invierno 2000-2001.

Fecha	Hora	$\bar{0}$	D.E.	Fecha	Hora	$\bar{0}$	D.E.
13-12-00	9	6.96	0.52	6-02-01	8	-1.00	0.51
	15	9.16	1.43		14	22.38	1.25
	18	7.14	0.29		18	13.86	1.22
20-12-00	9	7.14	1.17	13-02-01	8	9.66	0.61
	14	19.74	1.35		13	22.92	1.17
26-12-00	9	6.88	0.30	21-02-01	18	16.80	0.60
	14	18.40	0.89		7	6.76	0.56
17-01-01	9	16.12	1.17	28-02-01	14	18.43	0.77
	14	18.44	1.21		18	15.85	0.80
	18	9.22	0.37		7	6.49	0.52
24-01-01	14	19.74	0.54	7-03-01	15	22.34	1.52
	18	6.80	0.33		19	12.78	0.83
31-01-01	9	4.68	0.39	7-03-01	7	10.09	0.67
	14	14.28	0.33		15	23.40	0.96
	18	11.34	0.94		19	19.21	0.76

D.E. = Desviación estándar

LITERATURA CITADA

- Aro E.M., I. Virgin, and B. Anderson. 1993. Photoinhibition of photosystem II. Inactivation, protein damage and turnover. *Biochimica et Biophysica Acta* 1143: 113-134.
- Castellanos P. G. 2001. Estimación de la productividad del matorral micrófilo en Pasaje, Dgo. Tesis Licenciatura. URUZA. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ganago I.B. 1997. The chlorophyll fluorescence quenching and changes of absorbance in pea chloroplasts. *Photosynthetica* 34:281-291.
- Giardi. M.T., A. Cona, B. Geiken, T. Ku era, J. Masojidek, and A.K. Matto. 1996. Long-term drought stress induces structural and functional reorganization of photosystem II. *Planta* 199:118-125.
- Kao W.Y., T.T. Tsai, and W.H. Chen. 1997. The responses of photosynthetic gas exchange and chlorophyll *a* fluorescence to changes of irradiance and temperature in two species of *Miscanthus*. *Photosynthetica* 34:497-504.
- Krause G. H. and E. Weis 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42:313-349.
- Krivosheeva A., D.L. Tao, C. Ottander, G. Wingsle, S.L. Dube, and G. Oquist. 1996. Cold acclimation and photoinhibition of photosynthesis in Scots pine. *Planta* 200:296-305.
- Jiménez M.S., A.M. González-Rodríguez, D. Moralea, M.C. Cid, A.R. Socorro, and M. Caballero. 1997. Evaluation of chlorophyll fluorescence as a tool for salt stress detection in roses. *Photosynthetica* 33:291-301.
- Lambers H., F.S. Chapin III, and T.L. Pons. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag. New York. 540 p.
- López, R., C. Krehbiel, C. Barnes, E. Hanson, E. Castellanos, I. Hernandez, K. Duncan, G. Donart, and R. Flynn. 1999. Effect of grass-legume pasture on forage availability and quality, and growth of Holstein heifers. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*. Vol 50. June 9-11, 1999. Brigham Young University, Provo, Utah. P. 173
- López, R., C. Krehbiel, K. Duncan, E. Hamson, M. Thomas, M. Looper. E. Castellanos, G. Donart, C. Barnes, and R. Flynn. 2000. Influence of grass-legume pastures on forage availability and growth performance of Holstein heifers. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*. Vol. 51. June 21-23, 2000. University of California, Davis. p. 286.
- Lovelock C.E., and K. Winter. 1996. Oxygen-dependent electron transport from photoinhibition in leaves of tropical tree species. *Planta* 198:580-587.
- Núñez H.G., J. Santamaría C., R. Faz C. 1999. Resultados de investigación de forrajes de alta calidad nutritiva con condiciones limitantes de riego en la Región Lagunera. V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo-LALA 99. Gómez Palacio, Dgo, 11, 12 y 13 de Noviembre 1999. p. 104.

- Öquist G., and N.P.A. Huner. 1993. Cold-hardening-induced resistance to photoinhibition of photosynthesis in winter rye is dependent upon an increased capacity for photosynthesis. *Planta* 189:150-156.
- Oxborough K., and N.R. Baker. 1997. An instrument capable of imaging chlorophyll *a* fluorescence from intact leaves at very low irradiance and at cellular and subcellular levels of organization. *Plant, Cell and Environment* 20:1473-1483.
- Prezeling B. B. and N. B. Nelson 1997. The formation of ATP reducing power in the light in: plant metabolism. D. T. Dennis, D. H. Turpin, D. D. Lefevre and Layzell (eds) second edition. Longman. Singapore. PP 274-275.
- Rintamäki E., M. Salomen, U.M. Suoranta, I. Carlberg, B. Anderson, and E.M. Aro. 1997. Phosphorylation of light-harvesting complex II and photosystem II core proteins shows different irradiance-dependent regulation *in vivo*. *The Journal of Biological Chemistry* 48:30476-30482.
- Satter L.D. 1999. Como utilizar la alfalfa eficientemente para obtener la máxima producción de leche. V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo-LALA 99. Gómez Palacio, Dgo. 11, 12 y 13 de Noviembre 1999. pp. 69-88.
- Van Kooten O., and J.F.H. Snel. 1990. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynthesis Research* 25:147-150.

VARIEDAD “SAN LORENZO”; IDEOTIPO DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DESARROLLADO PARA LA COMARCA LAGUNERA.

J. Santiago Valenzuela R¹., Juan de Dios Quevedo G., Diana Escobedo L., Jesús Granados G., Juan J. Martínez R., Cirilo Vázquez V., Enrique Salazar S.

1 Maestro Investigador DEP. FAZ-UJED

INTRODUCCION

Entre los años 1993 y 1999, la producción de maíz ha oscilado entre 475 y casi 600 millones de toneladas anuales, siendo Estados Unidos el país con mayor producción, seguido por China. En promedio, ambos países han aportado durante los últimos años el 40% y 19% de la producción mundial respectivamente. (FIRA, 1998)

En México se cultiva con maíz una superficie de 7.5 millones de hectáreas, comprendiendo los dos ciclos agrícolas de los cuales el 90% de la producción se obtiene del ciclo primavera – verano y el resto de otoño – invierno. De la superficie antes mencionada, se considera que el 15% corresponde al cultivo bajo riego, o sea 1.125 millones de hectáreas. En esta área la producción nacional promedio oscila entre 2.7 y 3.2 ton ha⁻¹. En la Comarca Lagunera los rendimientos al fin de siglo han sido en promedio de 1.507 y 2.062 ton ha⁻¹ en el sistema ejidal y pequeña propiedad respectivamente, con siembras extensivas de híbridos muy uniformes, esto provoca el desplazamiento de variedades nativas que no se conservan en cualquiera de las maneras posibles, su pérdida será irreversible. Si se conviene en que la única fuente de resistencia a plagas, enfermedades, calidad, adaptación, resistencia o tolerancia a factores adversos, etc., son las variedades nativas, se estará de acuerdo en que es necesario que se evite la pérdida de esta enorme riqueza mucha de la cual todavía no se ha estudiado, ignorando plenamente su potencial y aplicaciones (Hernández, 1999)

Molina (1998) menciona que los avances de la genética en general y en especial de la cuantitativa, ha hecho posible mejorar en forma muy considerable la eficiencia de la selección masal mediante modificaciones sustanciales a la metodología tradicional. La estratificación del lote de selección y la cosecha de plantas con competencia completa, son esencialmente los elementos que constituyen tales modificaciones. El método, así modificado, se conoce entre los mejoradores de maíz como Selección Masal Estratificada, Moderna ó Modificada e involucra en el caso del rendimiento, la evaluación del peso de mazorca o de grano de las plantas con competencia completa dentro de cada uno de los sublotes en que se divide el lote de selección. Esta práctica hace que el método se vuelva muy laborioso cuando son varios los lotes de selección que se manejan en un mismo ciclo agrícola. Con el fin de reducir la cantidad de trabajo, el autor ideó y desarrolló una simplificación consistente en seleccionar realmente las mejores plantas de cada uno de los sublotes dándole el nombre de Selección Masal Visual Estratificada.

Avila (1999), indica que el maíz en la Comarca Lagunera es una buena alternativa de cultivos en el caso de las variedades de polinización libre, permitiendo la siembra de la semilla de la misma cosecha, la cual se puede utilizar por varios años, esto es siempre y cuando no se pierda su variabilidad genética. El mismo autor hace mención de que el maíz

se considera como un cultivo que absorbe en exceso los nutrimentos que se localizan en la capa arable del suelo recomendándolo en labranza mínima, ya que estudios realizados por Hermosillo, *et al.* (1997), demuestran que esto influye significativamente en los índices de infiltración, pérdidas por erosión, acumulación de residuos, retrasa el estrés por sequía, siendo posible además aumentar la eficiencia del empleo de materia orgánica.

Zamora *et al.* (1997), comparó datos medidos con simulador en un estudio conducido en el Campo Agrícola Experimental de la FAZ-UJED en el Ejido Venecia, Dgo. El material genético utilizado fue la variedad de maíz "San Lorenzo" y cinco híbridos de origen diverso. Las predicciones se basaron en la revisión de un conjunto mínimo de datos de clima, suelo, manejo y respuesta de cultivo, siendo realizadas con la versión estándar del modelo CERES-Maize, e incluyeron la duración de etapas fenológicas, desarrollo del índice de área foliar a través del tiempo y el rendimiento económico. Los resultados entre lo simulado y lo medido para el rendimiento de grano al 15% de humedad, fueron altamente significativos a una probabilidad del 0.005 con una pendiente de 0.550 y un intercepto de 3,947.65 Kg ha⁻¹ y una r² de 0.768, por lo que el modelo respondió a una ecuación lineal del siguiente tipo: $Y = 3,947.6506 + 0.550(X)$

OBJETIVOS

El programa de mejoramiento de cultivos básicos, dentro de las líneas de investigación del Departamento de Fitotecnia, en coordinación con la División de Estudios de Posgrado de la FAZ – UJED, pretende generar el conocimiento aplicable para un desarrollo sustentable buscando a través de este trabajo los siguientes objetivos.

1. Dar a conocer los avances de investigación en maíz por el departamento de Fitotecnia de la FAZ - UJED.
2. Mantener la variabilidad genética
3. Proponer el mejoramiento genético por ideotipos.

MATERIALES Y METODOS

Origen de la variedad.

El material asienta su origen en el Ejido San Lorenzo, municipio de San Pedro, Coah. Durante el ciclo agrícola de primavera en el año de 1982 donde se sembró un lote aislado de recombinación de la raza tuxpeño y maíz ramoso a los cuales se les aplicó la metodología de Selección Masal Común con 17 ciclos de recombinación originando la variedad "San Lorenzo", nombrada así debido al sitio donde se realizó el trabajo.

Características del material genético.

De acuerdo con Wellhausen *et al* (1951), el maíz de la raza tuxpeño pertenece a las razas mestizas prehistóricas las cuales se formaron por el cruzamiento de las razas Indígenas antiguas y las exóticas precolombinas interviniendo en esta hibridación el teocintle (pariente silvestre del maíz considerado "mala hierba en algunas regiones"). En lo referente al maíz ramoso, es una línea de maíz que se conserva como accesión en la colección base de algunos bancos de germoplasma como es el CIMMYT y el INIFAP.

Desarrollo y diseño de la investigación.

Mediante el proceso de Selección Masal Fenotípica, se seleccionaron como principales características del material genético, mazorca larga (número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera), peso de grano y prolificidad. La prolificidad está asociada con la reducción del horrismo (esterilidad femenina) en maíz sembrado a altas densidades de siembra, por lo que el contenido de grano, si es para uso de forraje, no se afecta al aumentar el número de plantas por superficie.

Siguiendo la sugerencia de Hallaver y Miranda (1988) se buscaron valores de heredabilidad de los caracteres descritos de 39% para prolificidad, 38.1% para mazorca larga, 57% para número de hileras y 41.8% para peso de grano, por lo que considera posible reunir estos caracteres por selección.

RESULTADOS Y DISCUSION

La variedad "San Lorenzo" presenta excelentes características agronómicas, porque muestra una alta capacidad de establecimiento en el campo, generando plántulas vigorosas y raíces fuertes y profundas que la hace resistente al acame. Es un genotipo de porte normal con tolerancia a las altas densidades de población (75000 plantas ha⁻¹) de color verde no muy oscuro pero que responde a la alta fertilización con desarrollo rápido. Su tolerancia a enfermedades foliares, buena frecuencia de cuateo con mazorcas grandes, cilíndricas de color blanco cremoso y buen peso volumétrico, facilitan su comercialización. Por su precocidad tolera un cierto grado de estrés por falta de humedad.

En el Cuadro 1 se presentan algunas características de la variedad "San Lorenzo". Los valores de floración son más precoces que en las variedades criollas regionales y en los híbridos comerciales, lo cual permite aprovechar correctamente las condiciones de las áreas de temporal; sus características de altura de planta y producción de grano y forraje la hacen aceptable para los productores ya que ellos utilizan todo el rendimiento biológico para la alimentación del ganado.

CUADRO 1. Características agronómicas de la variedad "San Lorenzo". ¹ FAZ-UJED, 2000

Condición de siembra	Riego y temporal
Potencial de uso	Grano y forraje
Tipo de madurez	Precoz a Intermedio
Fecha de siembra	Marzo 15 a Julio 15 (Comarca Lagunera)
Plantas por hectárea	55 mil a 65 mil
Días a floración	55 a 65 días
Acame	Resistente
Cobertura de mazorca	Buena
Uniformidad	Variable
Color de Grano	Blanco cremoso
Enfermedades foliares	Muy tolerante
Pudrición de mazorca	Baja
Días a cosecha	110 a 120 días

¹ Los valores de altura y ciclo vegetativo pueden variar dependiendo del ambiente de producción y manejo de cultivo

El Cuadro 2 presenta los valores comparativos del promedio de producción entre híbridos regionales y el rendimiento de grano de la variedad "San Lorenzo" en el campo agrícola experimental de la FAZ-UJED. Se observa que esta variedad supera en un 41.6% al genotipo comercial de menor valor en rendimiento.

CUADRO 2. Rendimiento de la Variedad "San Lorenzo" en parcelas de validación. FAZ-UJED, 2000.

Parcela Demostrativa	Marca		Rendimiento de grano Kg ha ⁻¹
1	ASGROW	A-7520	10,527
2	ASGROW	A-7500	10,343
3	MASTER	M. TROPIC	9,832
4	GERMAIN'S	GC-6256	9,283
5	ASPROS	AS-951	9,009
6	ASPROS	AS-910	8,751
7	FAZ-UJED	SAN LORENZO	7,965
8	MASTER	T-E-1166W	7,616
9	GERMAIN'S	GC-6288W	7,616
10	CARGILL	C-920	5,181
11	GERMAIN'S	GC-6292	5,135
12	PRONASE	H-431	4,816

CONCLUSIONES

- Existe variabilidad genética susceptible de mejorar en la variedad de maíz (*Zea mays* L.) "SAN LORENZO".
- Los caracteres agronómicos, rendimiento y componentes de rendimiento, son prometedores dentro del programa de básicos, lo que permite al material ser aceptado por los productores de la Comarca Lagunera.

LITERATURA CITADA

- Avila, G.A. 1999. Potencial productivo del maíz de dos sistemas de labranza en función del nivel de materia orgánica. Tesis de Maestría sin publicar. DEP-FAZ-UJED. Venecia, Dgo. p. 26
- FIRA, Banco de México. (1998). Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano, alternativas de competitividad. Boletín informativo N° 309. Volumen XXX México. p. 88
- Hallaver, A.R., J.B. Miranda 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2°. Ed. Iowa State University Press.

- Hermosillo, S.L.J., E. Salazar y A. Espinoza B. 1997. El sistema de labranza de conservación en la producción de maíz para grano (*Zea Mayz L.*). IV Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Lluvia. Torreón, Coah. México. p. 216.
- Hernández, C.J.M. 1999. La diversidad del maíz en México y su conservación. 2° Taller Nacional de Especialidades de Maíz. Memorias del XX Aniversario del Instituto Mexicano del Maíz. UAAAN, Saltillo, Coah., p. 1
- Molina, G.J.D. 1998. Selección Masal Visual Estratificada. Folleto técnico. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. p. 6.
- Sánchez, R.G. 1999. Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano, alternativas de competitividad. 2° Taller Nacional de Especialidades de Maíz. Memorias del XX Aniversario del Instituto Mexicano del Maíz. UAAAN, Saltillo, Coah., p. 61.
- Valenzuela R., J.S. y Zamora, N.R. 1997. Logros y perspectivas de la investigación del programa de Básicos de la División de Estudios de Posgrado, de la FAZ-UJED para un desarrollo sustentable. Memorias de la IV Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia in situ. Torreón, Coah. del 6 al 9 de Octubre.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernández X. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto técnico N° 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 237 p.
- Zamora, N.R., E. Salazar y S. Valenzuela R., 1997. Evaluación del modelo de simulación CERES-maize en la producción de maíz (*Zea mayz L.*) en la Comarca Lagunera. Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Fundación Produce, A.C. Villahermosa, Tab., México. P. 110.

CARACTERIZACIÓN DE 70 FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DE MAÍZ TOLERANTES A PLAGAS DE GRANO ALMACENADO

Misael López Lozano¹ y Armando Espinoza Banda¹

1 Maestro Investigador. Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED.

INTRODUCCIÓN

El deterioro cualitativo del ambiente, existe como grave problema asociado con el impacto, cada vez mayor del crecimiento exponencial de la población y la industrialización de las sociedades. La humanidad tiene derecho a esperar que la tecnología que creó múltiples problemas ambientales, también sea capaz de resolverlos. Los alimentos perdidos por roedores, insectos y pudriciones podrían alimentar a millones de personas que ahora sufren hambre, lo que priva de alimento al menos a una quinta parte de éstos. (Jugenheimer, 1981).

El estudio de la resistencia de las plantas a los insectos, data de los primeros días de la entomología aplicada. La literatura más antigua contiene varios ejemplos significativos de las diferencias en respuesta de los cultivos ante el ataque de los insectos. (Maxwell y Jennings, 1984). La resistencia a insectos debe ser un objetivo básico, de los programas de mejoramiento vegetal realizado por los fitomejoradores, así mismo, para los entomólogos el desarrollo de las plantas resistentes al ataque de insectos debe formar parte integral de las estrategias de control de éstos. El reto básico respecto al desarrollo de resistencia a los insectos continúa siendo identificar fuentes aprovechables de resistencia y hacerlas extensivas para la producción agrícola. La frecuencia genética de la resistencia a los insectos es baja en la mayor cantidad del germoplasma de maíz, el objetivo debe ser aumentar la frecuencia génica por recombinación de las progenies menos dañadas (aparentemente resistentes) en ciclos sucesivos de evaluación y selección. Solo se conoce la acción de los genes que determinan resistencia contra unas cuantas plagas entomológicas del maíz y se necesita investigar más para comprender los mecanismos hereditarios de los mismos. La mayoría de los programas de mejoramiento genético en maíz han hecho poco uso de los estudios genéticos dado que estos no son concluyentes. En la selección, se deben conceder la debida importancia a los sesgos morfológicos deseables, por el hecho de que confieren resistencia (Ortega y León 1974), por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo principal la caracterización agromorfológica de las familias de medios hermanos (FMH) para futuros trabajos de selección.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación tiene su origen en una población de amplia base genética, de la cual se seleccionaron en 1995, 250 familias de medios hermanos maternos, (FMH) mismos que se sometieron al ataque de las plagas de almacenamiento de 1996 hasta enero del 2001, seleccionándose únicamente 78, las que se sembraron en marzo del 2001 en el campo Agrícola Experimental de la F.AZ.-U.J.E.D. (Lonquist, 1964, Burton, 1971 y Goulas, 1977). La siembra se realizó en seco, dando posteriormente un riego para promover la germinación. Se fertilizó con la fórmula 180-60-00, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno, a los 35 días después de la siembra antes del primer riego de auxilio. Posteriormente se aplicaron dos riegos adicionales con un intervalo de 20 días. El cultivo se mantuvo libre de malezas y de plagas hasta la

cosecha. El diseño experimental fue en bloques al azar con dos repeticiones, sembrándose un surco por familia, de tres metros de largo y uno de ancho. La distancia entre plantas fue de 0.5 m a una densidad de 20 mil plantas/ha. Se tomaron datos de las variables, número de hojas(NH), diámetro de olote(DO), número de hojas arriba de la mazorca(NHAM), diámetro de tallo(DT), altura de planta(AP), altura de mazorca(AM), días a floración masculina(FMAS), días a floración femenina(FFEM), mazorcas por planta(MxP), peso bruto por parcela(PBP), peso neto por planta(PNP), peso de 200 semillas(P200), longitud de mazorca(LM), diámetro de mazorca(DM), hileras por mazorca(HM), y granos por hilera(GH). Para caracterizar las FMH, se utilizó el análisis de componentes principales(ACP), a partir de la matriz de correlaciones fenotípicas de las variables. Se utilizó el paquete estadístico de STATGRAPHICS 5.0(1995), para lo cual se formó una base de datos, con las variables y las familias de medios hermanos, dando un tamaño de muestra de 70 por cada variable. Se obtuvo los valores promedio y algunas medidas de dispersión de las variables, la matriz de correlación lineal y se señalaron los coeficientes que presentaron una significancia igual ó menor a 0.01. Con base a la significancia de los coeficientes de correlación, se eliminaron las cuatro variables no correlacionadas(DO, NHAM, MxP y P200). Del ACP, se obtuvieron los eigenvalores ó varianza de los datos estandarizados de cada componente y los coeficientes de las variables por componente. Finalmente, para observar las tendencias de las variables de los componentes 1 y 2 se utilizó la gráfica BILOT del mismo paquete estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se observa mayor variabilidad de acuerdo a la magnitud de los parámetros estadísticos en PBP y PNP, y con menor grado de variación GH y AM. Lo anterior indica que existe una mayor diversidad genética para éstas variables en los materiales evaluados y de su potencial como descriptores de la población(García y Estrada 1999).

Respecto a los coeficientes de correlación simple, no se detectó relación entre las características morfológicas (NH, DT, AP, AM, FMAS y FFEM) y los componentes de rendimiento(PBP, PNP, HM, LM, DM y GH). En el primer grupo se resaltan a las correlaciones entre AP y AM con 0.81 (Rivera et al.,1972); FMAS y FFEM con 0.78; NH y AP, AM con 0.48, y 0.59 respectivamente. Respecto al grupo de componentes de rendimiento, PBP correlacionó alta y significativamente con PNP(0.90), con GH (0.50) y LM (0.47). Otras correlaciones altas y significativas se observaron entre LM y GH(0.58), PNP y GH(0.49); y DM con HM(0.47). Lo anterior discrepa con lo encontrado por Galarza et al., (1973), (Cuadro 2). Lo anterior implica que para la población en estudio ambos grupos de variables son independientes.

CUADRO 1. Valores promedio y medidas de dispersión de 12 variables. FAZ-UJED 2001

Parámetro	V A R I A B L E S											
	PBP	PNP	LM	DM	HM	GH	NH	DT	AP	AM	FMAS	FFEM
μ	242.5	177.9	16.1	4.1	14.2	35.5	14.5	2.3	1.7	0.9	76.6	81.8
σ^2	3029.4	2176.3	2.8	0.1	2.1	24.8	1.8	0.04	0.03	0.02	6.8	7.7
σ	55.0	46.7	1.7	0.3	1.4	4.9	1.3	0.2	0.17	0.14	2.6	2.8
Min	118.1	81	12	3.7	11	20.5	12	1.8	1.3	0.6	65	70
Máx	367.3	322.5	21.5	5.2	17	47.5	21.5	2.8	2.1	1.3	82	88
C V	22.7	26.2	10.3	6.3	10.1	14.0	9.1	8.8	10.1	15.1	3.4	3.4

CUADRO 2. Matriz de correlación simple entre variables.

Variables	PBP	PNP	LM	DM	HM	GH	NH	DT	AP	AM	FMAS	FFEM
PBP	1.0											
PNP	.90*	1.0										
LM	.47*	.37*	1.0									
DM	.38*	.36*	.27	1.0								
HM	-.12	-.16	-.07	.47*	1.0							
GH	.50*	.49*	.58*	.32*	.02	1.0						
NH	.14	.13	-.01	.10	.11	.03	1.0					
DT	.11	.11	.01	.01	-.04	.07	.24	1.0				
AP	.07	-.01	-.04	.11	.16	-.01	.48*	.38*	1.0			
AM	.10	.03	.01	.13	.18	-.04	.59*	.36*	.81*	1.0		
FMAS	.10	.02	-.19	-.01	.10	-.21	.24	.15	.19	.32*	1.0	
FFEM	.16	.09	-.01	.16	.22	.03	.32*	.13	.16	.31*	.78*	1.0

*Valores significativos(0.01 P)

La mayor proporción de la variación de acuerdo al análisis de componentes principales (Cuadro 3), indica que los componentes 1 y 2 explican el 49.57%, en proporciones muy similares, por lo que solo éstos dos serán considerados en la discusión. En el cuadro 3, se presentan los coeficientes de las variables para cada componente, donde en el componente 1, se observa que las variables PBP, PNP, NH, AP, AM y FFEM, explican la mayor proporción de la varianza, con valores positivos, sin embargo se observa que existe una separación entre estas variables donde PBP, PNP, están en el cuadrante superior derecho, en tanto que NH, AP, AM y FFM en el inferior, lo cual es de esperarse dada la relación que mostraron en el Cuadro 2, y que es más evidente en la Figura 1. La separación de las variables, puede ser mejor explicado en función del componente 2, donde las variables de mayor peso forman dos grupos de acuerdo a su signo. Un primer grupo de signo negativo fueron AM, FMAS y AP, y un segundo grupo conformado por PNP, LM, PBP y GH de signo positivo. Lo anterior permite apreciar la separación de las variables agromorfológicas de los componentes de rendimiento. Esta tendencia se puede observar con mayor detalle en la Figura 1, donde el 36% y el 30% de las familias muestran una mayor expresión de dichas características respectivamente (Cornide *et al.*, 1994) y utilizarlas para la caracterización (Chávez y Castillo, 1999).

CUADRO 3. Porcentaje de varianza, varianza acumulada y coeficientes de las variables en los componentes uno y dos.

Varianza	Componente 1	Componente 2
Porcentaje	26.68	22.89
Acumulado	26.68	49.57
Variable	Coeficientes	
PBP	0.38	0.34
PNP	0.34	0.36
LM	0.23	0.35
DM	0.29	0.16
HM	0.11	-0.15
GH	0.25	0.38
NH	0.33	-0.23
DT	0.22	-0.14
AP	0.32	-0.29
AM	0.36	-0.33
FMAS	0.21	-0.31
FFEM	0.29	-0.23

Los resultados anteriores indican que ambos grupos de variables para la población en estudio son independientes, es decir que dependen de un control genético diferente. La situación anterior, favorece que en el futuro se puedan recombinar características de ambos grupos, considerando la respuesta que éstas variables pudiesen tener con la tolerancia a insectos (Márquez 1991).

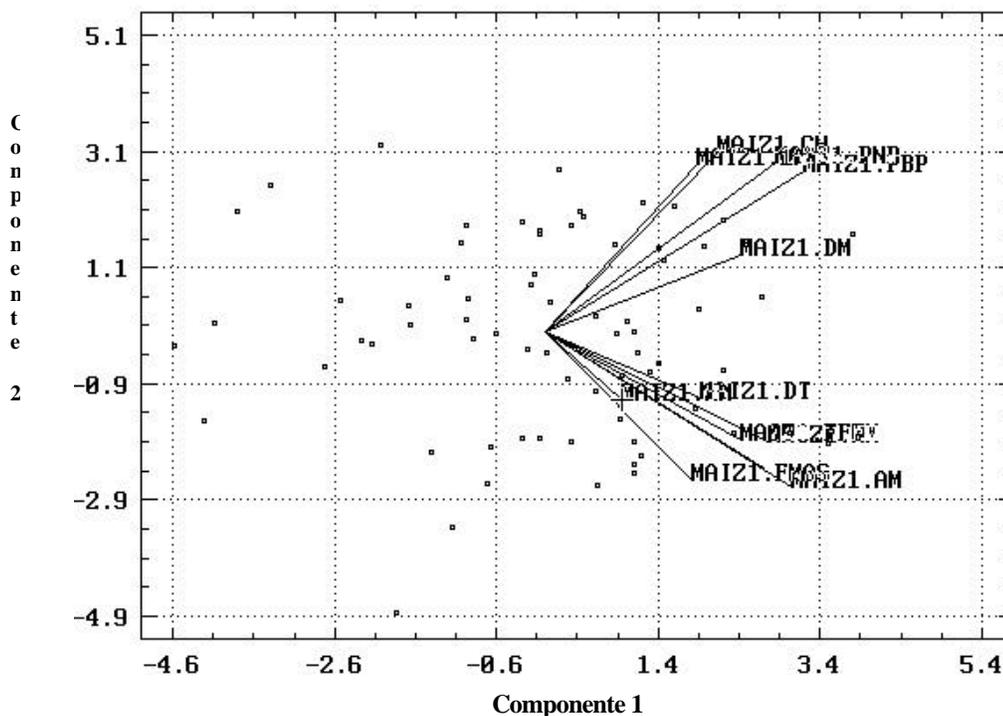


Figura 1. Representación de la variabilidad de 70 familias de medios hermanos de maíz, dispersión de las variables medidas en función de los dos primeros componentes principales.

CONCLUSIONES

Se detectó amplia variación en las variables PBP y PNP.

Las variables morfológicas no estuvieron correlacionadas con las variables de componentes de rendimiento.

El ACP permitió separar y/o caracterizar dos grupos de familias con base en variables agromorfológicas y de componentes de rendimiento.

LITERATURA CITADA

Cornide, M. T., J. Vallina., D. Perez y M. Alvarez. 1994. Estudio de diferentes métodos de selección para la resistencia a la roya de la caña de azúcar en la fase de lote de posturas. *Agrociencia* 5: (2) 91-101.

- Chávez S. J. L., y F. Castillo G. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Revista Fitotecnia Mexicana. 12: 27-41.
- Galarza S. S., H. H. Angeles A., y J. Molina G. 1973. Estudio comparativo entre la prueba de líneas per-se y la prueba de mestizos para evaluar aptitud combinatoria general de líneas S₁ de maíz (*Zea mays* L.). Agrociencia 11:127-139.
- García, De los S. G. y J. A. Estrada G. 1999. Caracterización de frijol de la variedad bayomex mediante descriptores agronómicos y análisis de imagen de morfología de semillas. Fitotecnia Mexicana. 22: 63-74.
- Jenkins, J.N. 1975. El uso de modelos de plantas e insectos. Application of modeling to cotton improvement. Proc Beltwide Cotton Prod, Res. Conf. Pp 161-164.
- Jugenheimer, W.R. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivos y producción de semillas. Editorial Limusa.
- Maxwell, G.F. y Jennings R.P. 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos Editorial LIMUSA. México.
- Márquez, J.F. 1991. Genotecnia vegetal. Métodos, teoría, resultados. Tomo III. AGT Editor S.A. México.
- Ortega, A y C. De León, 1974. Maize insects and diseases, in proc. Symp. on world-wide. Maize improvement in the 70's and role of CIMMYT. CIMMYT, México D.F.
- Rivera, G. J. A., J. Molina G. y L. Bucio A. 1972. Efecto de la selección masal para altura de mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz. I Análisis fenotípico. Agrociencia 8:29- 40.

EFFECTO DEL HIDROXIDO DE CALCIO $\text{Ca}(\text{OH})_2$ EN EL CONTROL DE PLAGAS Y RENDIMIENTO DEL MELON (*Cucumis melo* L.), EN LA COMARCA LAGUNERA

Ma. del Consuelo Medina Morales¹, Pedro Cano Ríos¹ y Ma. Guadalupe Ruiz Rivera²

1 Investigadores del Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coahuila.

2 Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Biología UJED. Gómez Palacio, Dgo.

INTRODUCCION

En la Comarca Lagunera la principal hortaliza que se cultiva es el melón (*Cucumis melo* L.), sin embargo el uso excesivo de insecticidas químicos para controlar sus plagas ha ocasionado resistencia de las plagas a dichos productos de tal manera que cada vez se tiene que aplicar cantidades mayores ocasionando acumulación de residuos tóxicos en el fruto, así como la contaminación de suelo, agua y medio ambiente. Una alternativa para resolver este problema es el uso de productos orgánicos para controlar plagas. Entre estos productos están los fabricados a base de hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, los cuales aparte de proporcionar calcio a las plantas pueden reducir el número de aplicaciones de insecticidas.

El hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, es el compuesto que más rápidamente incrementa el pH del agua, las bacterias, hongos y nemátodos no pueden sobrevivir a un pH superior a 10 y los virus inician su desintegración a un pH de 11. El hidróxido de calcio es muy importante en la agricultura porque presenta un gran potencial para utilizarse como biocida y no es fitotóxico. Es fácil de usar e inocuo al medio ambiente (Larrea et al., 1993).

El hidróxido de calcio a razón de 2 g/l de agua más 0.5 g/l de detergente casero de baja espuma, se asperjó sobre el follaje de la col, pepinos y tomates y se encontró que esta mezcla deshidrató completamente a los pulgones en todos sus estados de desarrollo, lográndose un control del 100% (Larrea et al., 1993). Además se probó su efectividad en el combate de larvas de minadores *Liriomyza* spp en hojas de rabanito, col y pepino y se encontró que el control fue total (Larrea et al., 1993)

Al aplicar hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para el control de mosquitas blancas (*Bemisia tabaci*) y áfidos (*Aphis* spp), en el cultivo de melón cantaloup, se encontró que con 3 gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se logró el control de huevecillos de mosquita blanca. Para áfidos, el mejor tratamiento fue de 2 gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. El hidróxido de calcio tiene un mayor efecto biocida en huevecillos que en adultos de mosquita blanca y presenta un mayor control en áfidos que en mosquita blanca (Arellano et al., 1992).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del Hidróxido de Calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Bionarr) en el control de plagas y rendimiento del melón en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la pequeña propiedad, Sociedad de Producción Rural (S.P.R.) Juana Isabel, en la Comarca Lagunera, en el ciclo de 1993. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 24 parcelas. La parcela útil fue una cama melonera de 1.80 m de ancho por 10 m de largo (18 m²). El arreglo de los tratamientos fue un factorial estándar 2X2 en los primeros cuatro tratamientos y los últimos dos son testigos y fueron las siguientes mezclas de Bionarr mas Urea: 1 (1.5 - 0.5); 2 (1.5 - 1.0); 3 (3.0 - 0.5); 4 (3.0 - 1.0); 5 (0.0 - 0.0) y 6 (0.6 - 0.6) (Testigo del productor)

Cada dosis en 150 litros de agua que es la necesaria para cubrir las 11 camas donde estaban las cuatro repeticiones de cada tratamiento. La urea se aplicó como coadyuvante para facilitar la absorción del hidróxido de calcio. Se realizaron 8 aplicaciones del hidróxido de calcio (Bionarr), una cada semana. Iniciando al mes de la siembra del melón y terminando al inicio de cosecha. Las fechas fueron : 29 de julio, 4, 11, 18 y 25 de agosto, 1, 8 y 15 de septiembre. La siembra se realizó el 30 de junio a tierra venida, se utilizó el híbrido Crousier.

El Bionarr es un formulado biodegradable y de origen natural, su composición es; Hidróxido de calcio Ca (OH)₂: 75%, Tensoactivo, magnesio, azufre, enzimas y micronutrientes: 25 % (Larrea et al., 1993).

Cuando se inició el experimento ya había presencia de virus y la infección fue aumentando a través del ciclo y al final estuvo completamente infestado. Como no hay un producto específico para virus no se aplicó ninguno para su control.

Para evaluar la población de plagas, se realizó un monitoreo de Chicharrita (*Empoasca* sp), Gusano minador de la hoja (*Liriomyza* spp), y Diabrotica (*Diabrotica* spp) por medio de trampas amarillas, que consisten de una cartulina amarilla de 29 cm de ancho por 32 cm de largo (928 cm²) con una cuadrícula previa de 4 por 4 cm, cubierta con una bolsa de plástico con un pegamento especial. Las trampas se colocaron en unas estacas que se enterraron en el suelo y el centro de la cartulina estuvo a un metro de altura sobre el nivel del suelo. Se colocaron en medio de las 11 camas (sexta cama) donde estaban las cuatro repeticiones por tratamiento para la captura de las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo (Moore,1992). Las tres especies se observaron con una lupa en cada cuadro de 4X4 cm. El conteo de plagas se realizó dos veces por semana siendo un total de 9 muestreos en las fechas siguientes: 11,13, 18, 23, 25 y 30 de agosto; 6, 10 y 17 de septiembre.

Se evaluó el rendimiento total del melón y se separó en tres clases: exportación, nacional y rezaga. Para la calidad de fruto, se obtuvo peso del fruto, espesor de pulpa, sólidos solubles (grados brix), diámetro polar y diámetro ecuatorial. Para realizar el análisis de los resultados, se utilizó el paquete estadístico para micro-computadoras de la Universidad Autónoma de Nuevo León, diseñado por Olivares (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La población de chicharrita tuvo un comportamiento similar en todos los tratamientos a través del ciclo. La población más alta fue el 30 de Agosto con el tratamiento 2 (1.5 Kg de Bionarr + 1 Kg de Urea) con 122 chicharritas. La población total más baja de

chicharritas en 928 cm² en los 9 muestreos, se obtuvo con el tratamiento 3 (3 Kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea), con 130 chicharritas, y también el promedio más bajo (14.4) (Cuadro 1). El testigo sin aplicación tuvo la población total más alta de chicharritas (279) y también el promedio más alto (31.0). Esto indica que la aplicación de Bionarr (3.0 Kg) + Urea (0.5 Kg), redujo la población de chicharritas en melón.

CUADRO 1. Población total y promedio de chicharritas, minador de la hoja y diabrotica en 928 cm² y en 9 muestreos, con aplicaciones de Bionarr + Urea en melón. Comarca Lagunera. 1993

Nº Trat.	Tratamiento (Kg)			Nº Chicharritas		Nº Minador de la hoja		Nº Diabrotica	
	Bionarr	-	Urea	Total	Prom.	Total	Prom.	Total	Prom.
1	1.5	-	0.5	246	27.3	2165	240	57	6.3
2	1.5	-	1.0	269	29.8	1769	196	86	9.5
3	3.0	-	0.5	130	14.4	1547	172	74	8.2
4	3.0	-	1.0	143	15.8	1834	204	63	7.5
5	0.0	-	0.0	279	31.0	2515	279	135	15.0
6	0.6	-	0.6	204	22.6	1495	166	131	14.0

La población de adultos del minador de la hoja tuvo un comportamiento similar en todos los tratamientos a través del ciclo. La población más alta fue el 6 de Septiembre. El testigo sin aplicación fue el que tuvo la población total más alta de adultos del minador (2515) y el promedio más alto (279) (Cuadro 1). La población total más baja fue con el tratamiento 6 (0.6 Kg de Bionarr + 0.6 Kg de Urea) con 1495, seguido por el tratamiento 3 (3.0 Kg de Bionarr + 0.5 Kg de urea) con 1547. El promedio más bajo fue con el tratamiento 6, seguido por el tratamiento 3.

La población de diabrotica tuvo un comportamiento más o menos similar en todos los tratamientos a través del ciclo. La población más alta fue en los tratamientos 5 (testigo sin aplicación) el 23 de Agosto y con el tratamiento 4 (3 Kg Bionarr + 1 Kg de Urea) el 30 de Agosto con 22 diabroticas. La población total más alta fue con el testigo (135) y el promedio mayor con 15 diabroticas. La población total más baja fue con el tratamiento 1 (1.5 Kg Bionarr + 0.5 Kg de urea) con 57 y el promedio más bajo de 6.3 diabroticas (Cuadro 1).

Existe diferencia significativa entre tratamientos en rendimiento nacional y total (no se cosechó melón de exportación) (Cuadro 2), el de mayor rendimiento nacional fue el tratamiento 3 (3.0 kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea), con 10.7 Kg/parcela, aunque es estadísticamente igual a los tratamientos 1 (1.5 kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea) y 4 (3.0 kg de Bionarr + 1 Kg de Urea). Los tratamientos de menor rendimiento fueron el 5 (testigo sin aplicación) y el 6 (0.6 kg de Bionarr + 0.6 Kg de Urea).

CUADRO 2. Rendimiento Nacional, rezaga y total de melón, con aplicaciones de Bionarr y urea. 1993.

Nº Trat.	Tratamiento (Kg) Bionarr + Urea	Rendimiento (Kg/Parcela)		
		Nacional	Rezaga	Total
1	1.5 - 0.5	8.3 ab	31.2	39.5 a
2	1.5 - 1.0	5.7 b	25.3	30.5 bc
3	3.0 - 0.5	10.7 a	25.6	36.3 abc
4	3.0 - 1.0	8.9 ab	28.7	37.6 ab
5	0.0 - 0.0	4.7 b	29.3	34.0 abc
6	0.6 - 0.6	4.6 b	24.1	28.7 c
Signif.		*	NS	*
DMS		5.00		7.96
CV (%)		46.3	20.4	15.3

* = Significancia al 10%; NS = No significativo

El tratamiento de mayor rendimiento total fue el 1 (1.5 Kg de Bionarr + 0.5 Kg Urea) porque fue tuvo mayor rezaga; es igual a los tratamientos tres (3.0 kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea), 4 (3.0 kg de Bionarr + 1.0 Kg de Urea) y 5 (testigo sin aplicación) y el de menor rendimiento fue el tratamiento 6, que fue el testigo del productor (0.6 kg de Bionarr + 0.6 Kg de Urea).

En cuanto a calidad de fruto, se observo diferencia significativa entre tratamientos en peso de fruto, el de mayor valor fue el tratamiento tres (3 Kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea) con 1.3 Kg aunque es igual estadísticamente a los tratamientos 1 y 4

CONCLUSIONES

La plaga con mayor población fue el minador de la hoja y los tratamientos que tuvieron mejor control fueron: el 6 (0.6 Kg de Bionarr y 0.6 Kg de Urea) y el 3 (3.0 Kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea). La chicharrita se presentó en una población menor, los tratamientos que mejor control tuvieron fueron el 3 (3.0 Kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea) y el 4 (3.0 Kg de Bionarr + 1.0 Kg de Urea). El mejor control de diabrotica se logró con el tratamiento 2 (1.5 Kg de Bionarr + 1 Kg de Urea) y el 4 (3.0 Kg de Bionarr + 1.0 Kg de Urea).

La población de las tres plagas se redujo con diferentes dosis de Bionarr, Aunque sobresale la dosis de 3.0 Kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea para el control de chicharrita y minador de la hoja; para diabrotica solo se logró un control leve.

El mayor rendimiento nacional se obtuvo con el tratamiento 3 (3 Kg de Bionarr + 0.5 Kg de Urea) con 10.7 Kg/parcela y le siguió el tratamiento 4 (3 Kg de Bionarr + 1 Kg de Urea) con 8.9 Kg/ parcela. El tratamiento 3 también sobresale con el mayor peso de fruto.

LITERATURA CITADA

Arellano M., P. Barrios., D. Daza., U. Galicios., y B. Ortiz. 1992. Utilización del hidróxido de calcio Ca (OH₂) para el control de mosquitas blancas (*Bemisia tabaci*) y áfidos (*Aphis* sp) en el cultivo del melón Cantaloup (*Cucumis melo* L. var. Top mark) en la Región de Tierra caliente Guerrero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Larrea R., E., G. E. Ruiz G. y M. B. Jiménez V. 1993. Efecto biocida del Hidróxido de Calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y la importancia de su utilización en la agricultura. Asociación Nacional de Fabricantes de Cal, A.C. (ANFACAL). Fertilizantes Mexicanos, S.A. 43 Páginas.

Moore, J. 1992. El manejo Integrado de Plagas es eficaz en jitomates y melones. Revista: Productores de Hortalizas. Número 1º. Pág. 31-33

Olivares S., E. 1990. Paquete Estadístico. F.A.U.A.N.L. Marín, Nuevo León, México.

PRODUCCION DE ALGODONERO TRANSGENICO USANDO ABONOS ORGANICOS

Miguel Gallegos Robles¹, José Dimas López-Mtz¹, Santiago Valenzuela R¹.

1 Maestro Investigador DEP-FAZ-UJED

INTRODUCCION

La Comarca Lagunera es una región donde existe una gran actividad pecuaria, cada año se producen 560 935 Mg de estiércol (Castellanos, 1982), esto plantea la posibilidad de su utilización en la agricultura. En nuestro país la agricultura orgánica se realiza en algunas áreas y cultivos específicos, siendo uno de ellos el algodón (*Gossypium hirsutum L.*) transgénico. En la Comarca Lagunera, este cultivo es importante como productor de fibra y factor determinante en la generación de ingresos en todas las áreas relacionadas con la industria textil. En 1998 el cultivo del algodón ocupó el tercer lugar en superficie cosechada con 17,759 hectáreas y el primer lugar en valor de producción con \$ 348'147,800 pesos que equivalió al 38% del valor total de producción de los cultivos anuales de ciclo primavera-verano (P-V). Esta especie posee un gene que se obtiene de una bacteria llamada *Bacillus thuringiensis* (Bt) que produce una proteína (endotoxina) la cual es tóxica a las principales plagas del algodón complejo gusano bellotero y gusano rosado por lo que no hay necesidad de hacer aplicaciones de insecticidas contra esos insectos (Gasser y Fraley, 1989; Gill *et al.*, 1992; Payser, 1997). Sin embargo, la producción de esta endotoxina depende entre otros factores, principalmente de la fertilización nitrogenada (Carlson, 1990) y como toda proteína, su síntesis y contenido depende de la edad de la planta (Greenplate *et al.*, 1998), siendo mayor su contenido durante las etapas fenológicas fisiológicamente activas que al final del ciclo del cultivo. Por lo anterior, se considera que una deficiencia de nitrógeno se traduce en una baja producción de proteínas, incluyendo la Bt, y por lo tanto en un bajo nivel de control de insectos. Es importante mencionar que el sistema actual de producción del algodón se caracteriza por hacer uso de una gran cantidad de insumos, principalmente agua, fertilizantes e insecticidas; la importancia entonces del algodón transgénico radica en el hecho de que contribuye a que el sistema de producción del algodón sea sustentable al menos en la parcial o total reducción de la aplicación de insecticidas (Baltazar *et al.*, 1998; Mc Bride, 1998). Por otro lado, el uso indiscriminado de los fertilizantes minerales ha tenido como consecuencia el bloqueo de muchos suelos; de tal forma que en la actualidad la producción de cultivos ha disminuido considerablemente en los últimos años, y una de las formas de añadirle materia orgánica (M. O.) al suelo y nutrimentos en forma natural para incrementar la productividad es mediante la aplicación de abonos orgánicos (Rivera, 1997). Esto implica que la fertilización orgánica es considerada como una alternativa para reducir el uso de agroquímicos, entre ellos los fertilizantes, sin daños al medio ambiente (Romero *et al.*, 2000). Considerando lo anterior el objetivo del trabajo fue: evaluar el efecto del tipo y dosis de abono orgánico que induzca el mejor rendimiento y nivel de producción de proteína para el control de insectos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en el ciclo primavera-verano de 1999 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado

de Durango, ubicada en el Km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, en el ejido Venecia, municipio de Gómez Palacio, Dgo. México. La fecha de siembra fue el 16 de Abril con una densidad de población de 87 500 plantas por hectárea. Se utilizó la variedad de algodón transgénico NuCOTN 35B. Se realizaron las siguientes actividades: barbecho, cruza, incorporación de estiércol, rastreo en seco, formación de cama, pega de bordos, rastreo en húmedo. Con excepción de la fertilización, el manejo del cultivo fue acorde a lo recomendado por el CIAN-INIFAP-LAGUNA en la región para este cultivo. Se aplicó un riego de aniego en la última semana del mes de Marzo, y se proporcionaron cuatro riegos de auxilio a los 38, 64, 84 y 108 días después de la siembra. Los tratamientos fueron dosis de fertilización nitrogenada: 164, 140, 120 y 80 kg de nitrógeno suplementados con estiércol de bovino y gallinaza, además una de 180 kg para este último abono, más el testigo (164 kg en base a fertilizante inorgánico), en total diez tratamientos. Las cantidades de estiércol aplicado por tratamiento fueron las siguientes: T1 (164 kg) 11.08 ton ha⁻¹ de gallinaza, T2 (140 kg) 9.45 ton ha⁻¹ de gallinaza, T3 (120 kg) 8.10 ton ha⁻¹ de gallinaza, T4 (80 kg) 5.40 ton ha⁻¹ de gallinaza, T5 (180 kg) 12.16 ton ha⁻¹ de gallinaza, T6 (80 kg) 37 ton ha⁻¹ de bovino lechero, T7 (120 kg) 56 ton ha⁻¹ de bovino lechero, T8 (140 kg) 66 ton ha⁻¹ de bovino lechero, T9 (164 kg) 77 ton ha⁻¹ de bovino lechero y T10 (164 kg) fertilizante inorgánico suplementado con urea (46-00-00). Las variables evaluadas fueron: contenido de proteína en porcentaje mediante la técnica de Kjeldahl, en cuadros y bellotas (% prot), porcentaje de daño en cuadros y bellotas por gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*) y gusano bellotero (*Heliothis virescens* y *Heliothis zea*) (% Daño) y rendimiento en hueso o producción de fibra (Mg ha⁻¹) (Rend). El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones para cada tratamiento. Adicionalmente se realizaron comparación de medias por contraste ortogonales (Olivares,1996) para evaluar diferencias entre los tratamientos inorgánicos y orgánicos, y una prueba de medias (Duncan) para seleccionar el tratamiento y fuente de nitrógeno mas eficiente.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra los cuadrados medios del análisis de varianza donde hubo diferencias ($p < 0.01$) en rendimiento de fibra en hueso, lo anterior indica respuesta diferente de la variedad a la dosis de fertilizante nitrogenada aplicada, mientras que diferencias no significativas se encontraron en contenido de proteína; puesto que no hubo daño al cultivo por plagas, este carácter no se incluyó en el análisis de varianza.

CUADRO 1. Cuadros medios para rendimiento y contenido de proteína en función de tratamientos de fertilización inorgánica-orgánica. Venecia, Durango, México. 1999.

Fuente	GL	Rendimiento (Mg ha ⁻¹)	Contenido de proteína (%)
Tratamientos	9	7.12554111**	6.07200000
Bloques	2	1.42768000	5.41033333
Error	18	1.19051333	8.68811111

** diferencia significativa al menos entre dos tratamientos a $p < 0.01$. C.V= 22.92

Contenido de proteína

Los resultados para este carácter indican que el contenido de proteína (% prot) presentó un efecto similar en todos los tratamientos (igual respuesta) Cuadro 1. Lo anterior muestra que la dosis de nitrógeno que se aplicó en los diferentes tratamientos y tipos de

fertilizante, fue el suficiente al menos para que la proteína tóxica codificada por el gene proveniente de *Bacillus thuringiensis*, se produjera en un nivel adecuado para matar larvas de gusano rosado y bellotero.

Daño por gusano rosado y bellotero

Con respecto a esta variable, en todos los tratamientos hubo ovoposición, eclosión, alimentación de terminales y entrada de larvas a las bellotas en formación, principalmente de gusano rosado (casi no hubo infestación de complejo bellotero), pero en ningún tratamiento hubo salida de larvas de último instar (L4), ya que las larvas morían en el instar L1, lo que indica un buen nivel alcanzado por la proteína tóxica en la planta, explicándose por lo tanto el buen control observado sobre estas dos plagas y el cero daño al cultivo. Se aprecia entonces que los tratamientos con fuente de nitrógeno orgánico (estiércol de bovino y gallinaza), aportan el nitrógeno suficiente para la formación de la proteína y producción de la endotoxina que favorece el control del complejo gusano rosado-bellotero. Estos resultados concuerdan con la no-significancia obtenida en contenido de proteína (% prot).

Rendimiento (producción de fibra)

El análisis de varianza del Cuadro 1 muestra diferencia significativa entre los tratamientos de fertilización evaluados, observándose en el Cuadro 2 los contrastes ortogonales que señalan diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el tratamiento de fertilización inorgánica (T10=164 kg) y los tratamientos con fuente de nitrógeno (gallinaza), que fueron T1=164 kg, T2=140 kg, T3=120 kg, T4= 80 kg y T5 = 180 kg, respectivamente. En la segunda comparación existe también diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos con fuente de nitrógeno gallinaza (T1, T2, T3, T4, T5) y los tratamientos con fuente de nitrógeno bovino (T6, T7, T8, T9). Existiendo diferencias significativas ($p < 0.01$) entre el tratamiento uno (gallinaza) y el tratamiento 10 (bovino), con respecto de 164 kg. Diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento dos (gallinaza) y tratamiento ocho (bovino), con respecto de 140 kg, no existiendo diferencias entre los contrastes realizados para los otros tratamientos a $p > 0.05$. Estos resultados señalan que el tratamiento de fertilización inorgánica (164 kg) y los tratamientos con fuente de nitrógeno gallinaza son diferentes entre sí, siendo más eficiente en producción de algodón en hueso la fertilización inorgánica que la fertilización con fuente de nitrógeno gallinaza. No sucede lo mismo entre los tratamientos de fertilización con bovino que gallinaza, en este caso es más eficiente la fuente de bovino. Lo anterior, se puede explicar como un efecto positivo de la menor cantidad de sales que contiene el estiércol bovino en comparación con la gallinaza, y al proceso de la mineralización (Castellanos *et al.*, 1996).

CUADRO 2. Contrastes ortogonales para los tratamientos de fertilización inorgánica-orgánica en rendimiento. Venecia, Durango, México. 1999.

Contraste	GL	Contraste SC	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
t10=t1 t2 t3 t4 t5	1	7.16844444	7.16844444	6.02	0.0245 *
t10=t6 t7 t8 t9	1	1.11248167	1.11248167	0.93	0.3465 ns
t1 -t5=t6 -t9	1	46.25926667	46.25926667	38.86	0.0001 **
t1=t9	1	38.25375000	38.25375000	32.13	0.0001 **
t2=t8	1	12.81881667	12.81881667	10.77	0.0041 *
t3=t7	1	6.72041667	6.72041667	5.64	0.0288 ns
t4=t6	1	1.55041667	1.55041667	1.30	0.2687 ns
t7=t9	1	2.66666667	2.66666667	2.24	0.1518 ns

* =diferencia significativa $P < 0.05$ ** = altamente significativo $P < 0.01$ ns = no significativo

Estos resultados también coinciden con Magdoff (1978) y Castellanos *et al.* (1996), quienes indican que estiércoles de diferentes especies y contenido se descomponen a rangos diferentes de tiempo. En este trabajo la gallinaza fue mineralizada más rápido, provocando que el N-NO_3^- fuera inmovilizado, lixiviado o desnitrificado (Bartolini, 1988; Lutens y Salazar, 2000), de tal forma que el N-NO_3^- no estuvo presente en cantidades adecuadas durante las etapas críticas de desarrollo del cultivo. Coincidiendo con Barber *et al.* (1992) quienes mencionan estudios que indican que manteniendo una proporción $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ alta durante las etapas reproductivas, ciertos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) tienen un mayor potencial de rendimiento. En relación con el testigo (fertilización inorgánica), los tratamientos de estiércol bovino durante el ciclo proveyeron nutrimentos a la planta dándole la característica de superioridad sobre el fertilizante inorgánico.

En el Cuadro 3 se observa que el tratamiento nueve (164 kg) con fuente de nitrógeno bovino de 77 Mg ha^{-1} presentó el mayor rendimiento (7.08 Mg ha^{-1}), seguido del tratamiento siete y ocho (120 y 140 kg) y con fuente de estiércol de bovino de 56 y 66 Mg ha^{-1} respectivamente, y rendimientos de 5.75 y 5.62 Mg ha^{-1} . Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Castellanos *et al.* (1996) en el sentido de que dosis bajas de estiércol aplicadas frecuentemente son más eficientes para incrementar rendimiento que dosis altas aplicadas menos frecuentemente. Además, Romero (1989) menciona que la dosis de aplicación de estiércoles y compost depende del tipo de suelo, cultivo, y características del abono orgánico, señalando que para maíz las dosis varían de 30 a 50 Mg ha^{-1} para estiércol bovino, y de 5 a 8 Mg ha^{-1} para gallinaza, coincidiendo sus resultados parcialmente con este trabajo en cuanto a las fuentes de bovino. Al respecto Amador (1996) indica que en suelos de textura pesada y con problemas de permeabilidad se requieren dosis de 100 Mg ha^{-1} de estiércol de bovino, pero que en términos generales las dosis recomendadas varían de $30\text{-}60 \text{ Mg ha}^{-1}$, coincidiendo con este trabajo. Estos resultados son importantes si se considera que algunos productores aplican en ocasiones hasta 200 Mg ha^{-1} , las cuales si son de gallinaza significa que se aplican 2960 kg , mientras que si son de estiércol bovino sería igual a aplicar 423 kg (Castellanos, 1982), lo cual además de ser un desperdicio de recursos trae consigo disturbios al medio ambiente. Lo anterior también muestra que los abonos orgánicos es una alternativa para sustituir la fertilización inorgánica.

CUADRO 3. Comparación de medias por Duncan para tratamientos de fertilización inorgánica-orgánica en rendimiento (Mg ha^{-1}). Venecia, Durango, México. 1999.

	Media*	Tratamiento	Dosis
A	7.0833	9	(77 Mg ha^{-1} de estiércol bovino)
B A	5.7500	7	(56 Mg ha^{-1} de estiércol bovino)
B A C	5.6233	8	(66 Mg ha^{-1} de estiércol bovino)
B A C	5.6000	6	(37 Mg ha^{-1} de estiércol bovino)
B A C	5.3333	10	(Fertilizante inorgánico)
B A C	5.2500	5	(12.16 Mg ha^{-1} de gallinaza)
B D C	4.5833	4	(5.40 Mg ha^{-1} de gallinaza)
E D C	3.6333	3	(8.10 Mg ha^{-1} de gallinaza)
E D	2.7000	2	(9.45 Mg ha^{-1} de gallinaza)
E	2.0333	1	(11.08 Mg ha^{-1} de gallinaza)

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

CONCLUSIONES

1. El mayor rendimiento observado en los tratamientos de estiércol bovino se debe al proceso de mineralización más lento en este tipo de abono, lo que hizo proporcionar el nitrógeno durante todo el ciclo de crecimiento del cultivo.
2. Puesto que no hubo daño al cultivo por gusano rosado y bellotero en ningún tratamiento estudiado, se deduce que poca variación en la efectividad del gene *Bt* será observada debido al factor nitrógeno dentro de los niveles explorados en este trabajo.
3. Desde el punto de vista de la agricultura sustentable la cantidad de 164 kg (77 Mg ha⁻¹) y de 120 kg (56 Mg ha⁻¹) con fuente de nitrógeno de estiércol de bovino (tratamiento nueve y siete respectivamente), se pueden señalar como las dosis adecuadas para rendimiento y control de insectos (producción de proteína y nivel de daño).

LITERATURA CITADA

- Amador, M. A. 1996. Comparación de tres sistemas de labranza con respecto al ciclo del nitrógeno en el suelo y planta de avena (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mays*). p. 21. *In*: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón, Sonora, Méx.
- Baltazar M. B., Berdegue, S. M. y Pérez, P. J. E. 1998. Comercialización de plantas transgénicas en México: La experiencia de MONSANTO. Memorias XVII Congreso de Fitogenética, Acapulco, Gro, México.
- Barber, K. L., Maddux, L. D., Kissel, D. E., Pierzynski, G. M., and Bock, B. R. 1992. Corn Responses to Ammonium and Nitrate-Nitrogen Fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 1166-1171.
- Bartolini, C. 1988. La fertilidad de los suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Carlson, P. S. 1990. Biología de la productividad de los cultivos. AGT Editors, S. A. México, D.F.
- Castellanos, J. Z. 1982. La utilización de los estiércoles en la Comarca Lagunera. Ingenieros Agrónomos del Tecnológico de Monterrey (IATEM). pp.11-19.
- Castellanos, J. Z; Marquez – Ortiz, J; Etchevers, B. J; Santelises, A. A y Salinas, J. R. 1996. Efecto a largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades del suelo en una región árida irrigada del norte de México. *TERRA.* 14: 151-158.
- Gasser, C. S. and Fraley, R. T. 1989. Genetically engineering plants for crop improvement. *Science.* 244: 1293-1299.
- Gill, S.S., Cowles, E. A. and Pietrantonio, P. V. 1992. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. *Annu. Rev. Entomol.* 1992. 37: 615-636.
- Greenplate, J. T., Head, G. P., Peen, S. R. and Kabuye, V. T. 1998. Factors potentially influencing the survival of *Helicoverpa zea* on Bollgard Cotton. Proceedings Beltwide Cotton Conferences. National Cotton Council of America. Memphis, Tennessee, U.S.A.

- Luters, A. y Salazar, L. P. J. C. 2000. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Instituto de suelos CRN-CNIA-INTA. Argentina.
- Magdoff, F. R. 1978. Influence of manure application rates and continuous corn on soil-N. *Agronomy J.* 70:629-632.
- Mc Bride, M. 1998. Genética en el jardín. Discover. United Editors de México. S.A de C.V pp: 48-54.
- Olivares, S. E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. FA - UANL. Marín, Nuevo León, México.
- Payser, J. 1997. *Bacillus thuringiensis* An Overview. Bio. 1490 Senior Seminar. Northeastern University.
- Rivera, Casillas A. 1997. Respuesta del pepino a dos tipos de fertilizantes en terrenos de la coordinación de investigación científica de la U.A.N. p. 151. *In: Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.* Villahermosa, Tabasco, México.
- Romero, F. E. 1989. Efecto de los estiércoles sobre la calidad del agua y del suelo. *Seminarios Técnicos del INIFAP-SARH.* Volumen 6(12): p. 270.
- Romero, L. María del R., A. Trinidad S., R. García E. y R. Ferrara C. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *AGROCIENCIA.* 3:261-269.

SISTEMA AGRÍCOLA ASOCIADO DE GIRASOL (*Helianthus annuus L.*) Y MAÍZ (*Zea mays L.*) EN LA COMARCA LAGUNERA

J. Santiago Valenzuela R¹, Manuel A. Vega R., Miguel A. Gallegos R., Juan J. Martínez R., Jesús Granados G., Cirilo Vázquez V., Enrique Salazar S.

1 Maestro Investigador. DEP. FAZ-UJED

INTRODUCCION

El maíz y el girasol son dos cultivos importantes en la alimentación básica de los mexicanos, ocupando el maíz el primer lugar en superficie cultivada a nivel nacional, sin embargo eventualmente no alcanza a satisfacer la demanda nacional interna y se recurre a su importación (Aguilar, 1978). En el caso del girasol éste se considera un cultivo realmente nuevo y que presenta cualidades que lo hacen potencialmente importante tanto en las zonas de riego como en las de temporal debido a sus bajos requerimientos de humedad y en el caso de la Comarca Lagunera, representa una alternativa económica ya que además de utilizarse como planta forrajera, su semilla produce hasta un 45% de aceite de alta calidad y que lo hace atractivo a las compañías aceiteras debido al déficit de semillas oleaginosas que prevalece en el país (Gutiérrez, 1994).

Lepiz (1978) comparó los sistemas de siembra asociados e intercalados con los monocultivos y determinó que la mayor producción económica se obtuvo en la asociación, seguida por la de los cultivos intercalados, y finalmente la correspondiente a monocultivo.

Los objetivos que se pretenden lograr en este sistema de producción asociado son:

1. Estudiar el potencial de rendimiento de grano en el sistema Girasol - Maíz en asociación, sembrado en surcos paralelos.
2. Conocer la respuesta de las especies cuando están asociadas y en monocultivo, evaluando características agronómicas y correlaciones fenotípicas.
3. Determinar la eficiencia relativa de terreno en términos físicos para explicar la ventaja de los sistemas de cultivo en asociación.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

El estudio se desarrolló en el Ejido Buenavista, municipio de Francisco I. Madero, Coah. Localizado a 25° 44' 44" latitud norte y 103° 21' 26" longitud oeste a una altura de 1109 msnm en la región denominada como "Comarca Lagunera".

El suelo es de tipo franco arcilloso, el cual permite una buena retención del agua y de los nutrientes en el suelo, y facilita los trabajos en la preparación del terreno y en las labores de cultivo (Orozco, 1983).

Material genético utilizado. Se utilizaron: Híbrido de maíz A-791 y Variedad de girasol Iregi Csikos. El Maíz A-791 se utiliza para producción de grano y forraje, es de color blanco cremoso y tiene un período de madurez intermedio. Los días a cosecha son de 140 a 160 días. El Girasol Iregi Csikos se utiliza para producción de grano y forraje, con una madurez intermedia y de 110 a 120 días a cosecha.

Sistemas Evaluados. En el presente estudio se analizó el material genético asociando el sistema en surcos paralelos a diferentes densidades de población, incluyendo sus respectivos testigos. Los tratamientos se establecieron como se muestra en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Sistemas de cultivo evaluados. FAZ UJED, 1994.

TRATAMIENTOS	MILES DE PLANTAS POR HECTAREA	
	GIRASOL	MAIZ
ASOCIACIÓN G80-M80	80	80
ASOCIACIÓN G50-M80	50	80
ASOCIACIÓN G80-M50	80	50
UNICULTIVO G80	80	---
UNICULTIVO M80	---	80

La siembra se efectuó el día 28 de mayo. La distancia entre surcos fue de 0.75 m. y la distancia entre plantas de 16.6 y 26.6 cm para las densidades de 80 y 50 mil plantas por hectárea respectivamente. Para la densidad de 80 y 50 mil plantas por hectárea de maíz, se utilizaron 26 y 16 Kg. de semilla respectivamente y para girasol en las mismas densidades por hectárea se utilizaron 9.6 y 6.9 Kg. de semilla respectivamente

El calendario de riegos se realizó a partir del 14 de mayo con un riego de presembrado y 3 riegos de auxilio efectuados el 28 de junio, 25 de julio y 15 de agosto, a los 18, 48 y 76 días después de la siembra respectivamente.

Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos en un arreglo de bloques al azar estableciendo los cinco tratamientos con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió en 12 surcos de 10 m de largo a una distancia de 0.75 m entre surcos, considerándose como parcela útil los 10 surcos centrales, excluyéndose las plantas de los extremos de cada surco.

Se aplicó el análisis de varianza a los valores medios de cada parámetro en estudio y cuando existió significancia estadística al 0.05 de probabilidad en los análisis de varianza de cada carácter en la fuente de variación *tratamientos*, se procedió a separar las medias utilizando la diferencia mínima significativa (D.M.S.). Asimismo se realizaron correlaciones entre componentes de rendimiento, características agronómicas y parámetros fisiotécnicos.

La eficiencia relativa de terreno en términos físicos se midió por la siguiente ecuación:

$$ERTF = RAa / RAi + Rba / Rbi$$

Donde: RAa = Rendimiento del cultivo A en asociación, RAi = Rendimiento del cultivo A en cultivo individual, Rba = Rendimiento del cultivo B en asociación, Rbi = Rendimiento del cultivo B en cultivo individual. Valores por encima de la unidad indican eficiencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a la significancia de los cuadrados medios para cuatro características agronómicas del sistema asociado girasol-maíz, se encontró que tanto para el girasol como para el maíz, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la fuente de variación tratamientos, lo que significa que la asociación a diferentes densidades de población no afecta el número de hojas, área foliar, altura de planta y rendimiento biológico.

La comparación de medias en las mismas características agronómicas, reportó que las medias de éstas cuatro características son estadísticamente iguales, indicando que no son afectadas, independientemente de la densidad de población a que se sometieron en este trabajo.

Los valores altos en altura de planta y rendimiento biológico en el maíz, se pudieron deber a una competencia intragenotípica dada principalmente por una alta densidad de población de plantas, lo cual indica que las variedades mencionadas contribuyen significativamente en la producción de biomasa, así mismo un aumento de la densidad de plantas dentro de un máximo óptimo favorece el incremento de rendimiento económico.

Al comparar las medias en el cultivo de maíz (Cuadro 2), se observó que las medias de rendimiento económico de grano y componentes del rendimiento del maíz, son estadísticamente iguales. El mejor tratamiento fue el de maíz sembrado en unicultivo a la densidad de 80 mil plantas/ha. En los tratamientos de asociación se encontró que el mejor fue el de mayor densidad G80-M80. Lo anterior nos indica que en este tratamiento tanto el girasol como el maíz poseen características morfológicas económicamente importantes capaces de tener afinidad en su comportamiento y no interfieren en los procesos fisiológicos particulares de cada especie.

CUADRO 2. Comparación de medias en rendimiento económico de grano y sus componentes para maíz asociado . FAZ-UJED, 1994.

Tratamiento	Rend. Económico	Longitud Mazorca	Diámetro Mazorca	Número Hileras	Granos Hilera	Peso 250 Semillas	Semillas/planta
1 G80-M80	9.60 ab	15.87 a	4.78 a	15.15 a	24.67 a	73.99 a	374.51 a
2 G50-M80	7.30 bc	14.67 a	4.60 a	14.95 a	18.77 a	70.65 a	280.66 a
3 G80-M50	5.72 c	15.26 a	4.75 a	15.17 a	23.92 a	71.38 a	363.00 a
5 MU	10.54 a	17.05 a	4.78 a	15.40 a	23.92 a	79.45 a	360.51 a
MEDIA	8.29	15.71	4.72	15.16	22.82	73.86	344.67

Valores unidos por la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a DMS 0.05

De acuerdo a la significancia de los cuadrados medios de girasol en asociación, para rendimiento económico de grano y sus componentes, se tiene que no presentaron diferencias estadísticamente significativas; Esto significa que la asociación con maíz a diferentes densidades de población no influyó en estos caracteres.

Se tiene un coeficiente de variación para rendimiento económico alto debido a que tal vez la técnica para determinarlo no se realizó en forma adecuada, sin embargo es importante mencionar que dicho valor fenotípico es producto de varios componentes genéticos que interactúan con el medio ambiente, ya que cuando se manejan las unidades experimentales en la etapa de bodega sobre todo en el desgrane es común encontrar semillas "vanas" la cual afecta en cierto modo la estimación del carácter.

Es importante hacer notar que el mayor rendimiento lo presentó el girasol cuando se estableció en unicultivo. Entre los tratamientos de asociación el menor rendimiento de grano se registró en la siembra del girasol a 50 mil plantas por hectárea con el maíz a la densidad más alta aunque en este tratamiento su diámetro de capítulo (14.62 cm) se encontraba ligeramente encima de la media general (14.48 cm) y con una gran cantidad de aquenios en los mismos, es lógico pensar que en éste tendríamos un rendimiento económico alto, lo cual no sucedió debido a la baja densidad de población a la que fue sembrado el girasol.

Las correlaciones fenotípicas entre caracteres agronómicos, rendimiento económicos y sus componentes en maíz asociado con girasol muestran que el rendimiento económico está correlacionado positiva y significativamente con el área foliar ($r = 0.98$) lo que nos indica que los órganos que demandan fotosíntesis (granos) dependen de la actividad y del tamaño de la fuente productora o exportadora de los mismos. La longitud de mazorca se correlacionó en forma positiva y de manera significativa con el peso de 250 semillas, pudiendo utilizar esta correlación como un índice de selección indirecta para obtener altos rendimientos.

Aun cuando el rendimiento económico de grano no se asoció con ninguno de sus componentes, es importante mencionar que la cantidad de semillas por planta fue producto de un mayor diámetro de mazorca ($r = 0.96$) debido a una gran cantidad de hileras y granos por hilera ($r = 0.99$) pudiendo utilizar estos componentes como un criterio de selección indirecta para aumentar el rendimiento por planta.

Las correlaciones fenotípicas entre diferentes caracteres de girasol asociado con maíz mostraron que solo la altura de planta se correlaciona en forma positiva y significativa con el área foliar ($r = 0.96$) indicando que estos caracteres se incrementan simultáneamente y que serían deseables cuando se quieran explotar con fines forrajeros. La eficiencia relativa en términos físicos (**ERTF**) define la relación del área necesaria para que un cultivo asociado manejado a un mismo nivel que un cultivo individual produzca un rendimiento agronómico equivalente. Al respecto se observa en el Cuadro 3 que los mayores valores de la ERTF se obtuvieron en los tratamientos donde se asoció el girasol a la densidad de 80 mil plantas por hectárea, independientemente de la mayor o menor densidad de maíz.

Aún cuando los coeficientes de las fracciones de los rendimientos de los cultivos asociados, relativos a sus unicultivos no superan la unidad y que indican que los rendimientos de las asociaciones no son más altos a los unicultivos, la suma de ambos coeficientes reportan eficiencia relativa del terreno en términos físicos de 1.74 y 1.48 para los tratamientos G80-M80 y G80-M50 respectivamente y 1.24 para el tratamiento G50 - M80.

CUADRO 3. Eficiencia relativa de terreno en términos físicos (ERTF) FAZ-UJED 1994.

Trat.	Rendimiento Girasol Asociado ton/ha	Rendimiento Girasol Monocultivo ton/ha	ERTF Girasol	Rendimiento Maíz Asociado ton/ha	Rendimiento Maíz Monocultivo ton/ha	ERTF Maíz	ERTF
G80 – 80	3.41	4.12	0.83	9.60	10.54	0.91	1.74
G50 – 80	2.26	4.12	0.55	7.30	10.54	0.69	1.24
G80 – 50	3.89	4.12	0.94	5.72	10.54	0.54	1.48

G = Girasol **M** = Maíz **80** = 80 mil plantas/ha **50** = 50 mil plantas/ha

CONCLUSIONES

1. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en las características agronómicas rendimiento económico y componentes de rendimiento.
2. La densidad de población que arrojó los mayores rendimientos económicos por unidad de superficie tanto en unicultivos como en los tratamientos de asociación, fue la de 80 mil plantas por hectárea.
3. Se encontró una estrecha asociación entre el rendimiento económico con el área foliar ($r = 0.98$) en el cultivo del maíz, como también una alta expresión del rendimiento por planta atribuida a un mayor diámetro de mazorca, hilera por mazorca y grano por hilera.
4. Se encontró una correlación significativa en el girasol entre altura de planta y área foliar ($r = 0.96$)
5. Se obtuvieron eficiencias relativas del terreno en términos físicos mayores a la unidad en los tratamientos de asociación.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, F.P. 1978. Formulario de recomendaciones para el cultivo asociación maíz-frijol en el área de Puebla en: "Definición de una metodología para la optimización de insumos de producción en el sistema maíz-frijol". Tesis Chapingo Méx., Colegio de Postgraduados. p.49.
- Gutiérrez, L. 1994. Asociación de girasol-maíz bajo el sistema de surcos paralelos para determinar rendimiento y otras características agronómicas en la Comarca Lagunera. Tesis profesional FAZ-UJED Venecia, Dgo. p. 12
- Lepiz, L.R. 1978. La asociación de maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis. Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados Chapingo. México. p. 20
- Orozco, L.M. 1983. Suelos y fertilizantes. SEP. D.G.E.T.A. Ed. Trillas. Area: Suelos y agua. p. 18.

EFFECTO DEL ACOLCHADO Y ESTIERCOL DE BOVINO EN LA MODIFICACION DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE LA COMARCA LAGUNERA.

Cirilo Vázquez Vázquez¹, Enrique Salazar Sosa¹, Rafael Figueroa Viramontes¹, J. Santiago Valenzuela Rey¹ y M. Fortis Hernández

Maestro Investigador DEP. FAZ-UJED

INTRODUCCION

En la actualidad el uso inadecuado de fertilizantes químicos ha restringido grandemente el contenido de materia orgánica existente en el suelo trayendo consigo el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de este, provocando también el desinterés por el uso de los estiércoles como fuente de materia orgánica, de tal manera que en las últimas décadas, poca tecnología se ha generado para utilizar este valioso desecho de la ganadería y avicultura, además que el que tiene este desecho lo utiliza de una manera inadecuada aplicándole en forma excesiva provocando salinidad del suelo y la lixiviación de nitratos originando la contaminación del manto acuífero de la Región.

El acolchado plástico es una técnica que se utiliza para conservar la humedad del suelo, aumentar la temperatura del suelo, incrementar la disponibilidad de nutrientes para la planta, acortar su fenología, entre otras ventajas.

En la Comarca Lagunera, región desértica del centro norte de México se localiza una de las cuencas lecheras más importantes del país. Es además un centro agrícola con más de 160,000 hectáreas bajo riego en donde la tierra, debido a su bajo contenido de materia orgánica es una excelente área para aprovechar los estiércoles que aquí se producen, además que en combinación con el acolchado plástico se incrementan los contenidos de nutrientes del suelo y la producción.

Es por esto que el presente trabajo tiene como objetivos : a) determinar el grado de descomposición de la materia orgánica en el suelo en combinación con el acolchado en el cultivo del tomate. B) Evaluar el rendimiento del tomate establecido para las diferentes cantidades de estiércol de bovino aplicado.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en 1998 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en el Ejido Venecia, su localización geográfica es de 25° 46' 42" de latitud norte y 103° 21' 00" de longitud oeste, a una altura de 1120 msnm, antes de la aplicación de los tratamientos de estiércol se tomo una muestra de este para su análisis químico para tener una idea de lo que estábamos aplicando al suelo de nutrientes y sales .

La aplicación de los tratamientos de estiércol de bovino lechero fue pesándolo en costales y depositándolo la cantidad correspondiente para cada tratamiento según el diseño. El acolchado plástico se realizó después de haber levantado las camas con una máquina acolchadora que va acoplada al tractor por medio de un enganche a tres puntos, que desenrolla, tiende y estira la película de plástico. El acolchado se realizó a lomo del surco,

posteriormente se procedió a realizar la perforación del plástico a la distancia de 0.4 m que es la distancia a la que se transplantó el cultivo.

Donde se evaluaron los siguientes tratamientos de estiércol de bovino con y sin acolchado plástico negro en el cultivo del tomate variedad Río Grande. $T_1=0$ testigo, $T_2=40$, $T_3=80$, $T_4=120$ y $T_5=160$ Mg ha⁻¹ respectivamente, así como la fórmula de fertilización 100-60-00 con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones con arreglo en franjas, bajo riego superficial. Con una distancia entre camas de 1.8 m con una distancia de tratamiento repetición de 6x8 m .

Las variables que se evaluaron durante la investigación fueron PH, CE (dS cm⁻¹), NO₃-N (Mg kg⁻¹), MO (%) y temperatura del suelo a (0- 0.075; 0.075 -0.15 m) de profundidad. La cual se midió a las 3 de la tarde que es la hora de mayor temperatura del suelo, a una distancia aproximada de 0.05 m de la base del tallo de la planta en el centro de la cama durante el desarrollo vegetativo del cultivo, además de su rendimiento todas las variables fueron analizadas en SAS.

El análisis del suelo se realizó antes de establecer los tratamientos de estiércol y después de haber finalizado el ciclo vegetativo del cultivo. El análisis del suelo fue a las profundidades de 0-0.15, 0.15-0.30 y 0.30-0.60 m respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

El suelo donde se estableció el estudio es de textura arcillosa hasta la profundidad de 120 cm con valores de MO de 2.2 % a la profundidad de 0-0.30 m su PH es de 8.1 y su C.E. dS m⁻¹ es de 1.6 su contenido de NO₃-N iniciales es de 16 en mg kg⁻¹ en promedio. El análisis de varianza para el análisis químico presenta diferencia significativa para el tratamiento de estiércol y por profundidad al final del experimento.

En el Cuadro 1, se observan los valores medios para MO (%), PH, CE (dS m⁻¹) y (NO₃-N) a la profundidad de 0-0.15 m. En donde podemos observar que existe un incremento de un 1 % en la MO. Los valores de CE incrementan 2 unidades en los tratamientos de estiércol de bovino en con y sin acolchado, pero se presta el máximo incremento en el tratamiento 5 (120 Mg ha⁻¹) de 6.5 siendo un valor muy elevado de CE para el cultivo del tomate. Con respecto al contenido de NO₃-N la mayor concentración es la de los tratamientos con estiércol y acolchado siendo el mayor el tratamiento 5 con un valor de 78 mg kg⁻¹ de NO₃-N.

CUADRO 1. Concentración de valores medios del último análisis de suelo de las diferentes dosis de estiércol de bovino estudiados a la profundidad de (0-0.15 m) en el CAE-FAZ-UJED 1998.

Tratamiento	MO(%)		PH		CE (dSm ⁻¹)		NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	
	Sin	con	sin	Con	sin	con	sin	Con
$T_1=0$	2.2	2.4	7.93	7.9	2.6	2.5	30.1	32.5
$T_2=40$ Mg ha ⁻¹	2.6	2.6	7.8	7.6	3.7	3.7	41.16	61.16
$T_3=80$ Mg ha ⁻¹	3.4	2.3	7.7	7.7	4.1	5.1	52.8	58.8
$T_4=120$ Mg ha ⁻¹	3.6	3.2	7.8	7.8	4.6	4.0	52.1	56.1
$T_5=160$ Mg ha ⁻¹	3.2	2.9	7.7	7.9	6.1	6.5	71.3	78.0
$T_6=100-60-00$	2.4	2.5	7.9	7.9	2.3	2.8	25	44.5

Lo anterior indica que el acolchado plástico incremento la degradación de la MO ya que la temperatura del suelo aumenta la actividad enzimática de los microorganismos su óptimo es de 30-35°C (Harrison et al 1994), con el acolchado plástico el valor de la temperatura fue muy similar al valor óptimo de los microorganismos Figura 1.

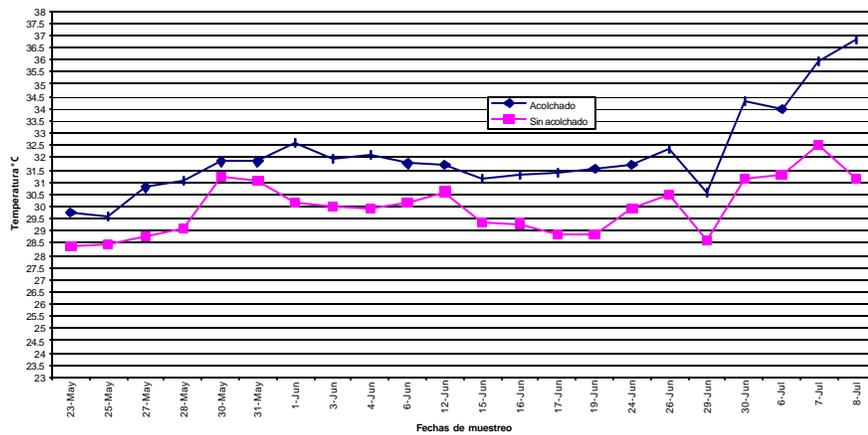


Figura.1 Temperatura del suelo con y sin acolchado en el cultivo del tomate en el C.A.E.-FAZ-UJED.1998

Sus valores van desde 29.5°C hasta 37°C, la temperatura en suelo sin acolchar fue en promedio 2.5°C menor que el acolchado.

En la Figura 2, se observa que la temperatura máxima se encuentra a la profundidad de 0-7.5 cm, siendo en promedio mayor 3°C en comparación de 7.5-15 cm de profundidad lo cual indica que el acolchado incrementa la temperatura a su vez el contenido de NO₃-N así como el % de MO y el contenido de sales en general como puede observar los valores del Cuadro No. 1.

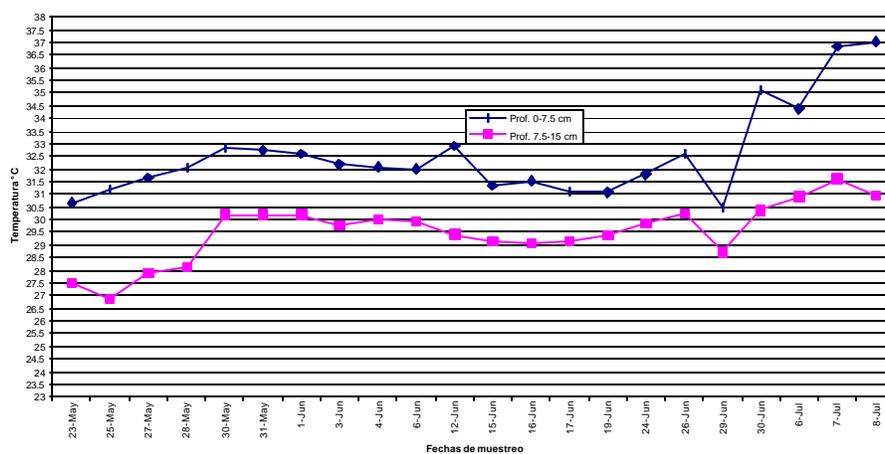


Figura 2. Temperatura del suelo a dos profundidades en el cultivo de tomate del C.A.E.-FAZ-UJED.1998.

En las profundidades 0-0.15, 0.15-0.30 y 0.30 –0. 60 m va disminuyendo los valores de MO desde 3 a 2 en promedio y los valores de CE desde 4 en promedio a 3 sin embargo la mayor concentración de CE es el tratamiento 5 que tiene el mayor contenido de estiércol con un valor de 4.1 dSm^{-1} a la profundidad de 0.30-0.60 m, esto concuerda con los estudios de Chen y Katan (1980) encontraron que en los suelos con acolchado que la CE fue mayor que en los suelos sin acolchado, para este estudio se encontró una concentración de nitratos 42.8 mg kg^{-1} . Tendencias similares fueron encontradas por (Wien et al 1993), lo cual confirma que a mayor temperatura mayor degradación de MO y mayor nitrificación.

En el análisis rendimiento se encontró que existe diferencia significativa entre tratamientos de estiércol el mejor tratamiento fue el acolchado (58.4 Mg ha^{-1}) sin fertilizar seguido del tratamiento sin acolchado con fertilizante químico (100-60-00) (57.5 Mg ha^{-1}) y en tercer lugar el acolchado con fertilización química (55.9 Mg ha^{-1}) existiendo diferencia significativa entre los dos últimos mencionados con respecto al primero en el cuarto lugar se encuentra el tratamiento con estiércol (120 Mg ha^{-1}) sin acolchado. El que no hayan sido los mejores tratamientos los de mayor aplicación de estiércol se atribuye muy probablemente a que los valores de CE se encuentran por encima de 3 dSm^{-1} en estos tratamientos comparados con los del testigo y fertilización recomendada, ya que la tolerancia del cultivo del tomate es de 2.7 dSm^{-1} estos valores de CE son semejantes a los reportados por Quezada *et al* 1995.

Además el sistema de riego fue el superficial por lo cual existió un período largo sin riego por ese motivo aumenta la presión osmótica ejercida por las sales originando que los tratamientos con estiércol no pudieran tomar los nutrientes disponibles, también hay que considerar que el suelo es de tipo arcilloso con un valor bajo de materia orgánica (2%) y que las reservas naturales del suelo fueron suficientes para que el cultivo presente su máximo rendimiento comparado con los tratamientos de estiércol.

El acolchado de los suelos tiene un efecto positivo sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos, ya que se atribuye en parte al mayor calentamiento del suelo que influye en la disponibilidad de nutrientes para el cultivo en este caso también debido al nivel de estiércol de bovino utilizado y el sistema de riego superficial influyeron para que los valores de CE no ayudaran a la planta a tomar el incremento de $\text{NO}_3\text{-N}$ para un buen desarrollo y rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

En todos los tratamientos con estiércol se incrementó el nivel de MO del suelo, sin embargo también el de CE.

Los rangos de temperatura del suelo son óptimos con acolchado de plástico negro para la actividad enzimática de los microorganismos nitrificante ($30\text{-}35^\circ\text{C}$) en la Región lagunera ciclo primavera.

Los valores de $\text{NO}_3\text{-N}$ en el suelo son mayor con el acolchado con las máximas dosis de estiércol en las tres diferentes profundidades estudiadas el cual pudiera ser lixiviado el manto freático.

LITERATURA CITADA

- Castellanos, J.Z, Márquez Ortiz J.J Etchvrs J.D. Santelises A.A. y Salinas J.R. (1996). Efecto a largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades del suelo en una región árida irrigada del Norte de México. Revista Terra Vol. 14.2
- Harrison et al (1994) citado por Whitehead D.C. 1995. Grassland nitrogen. CAB international U.K.
- Quezada M. Ma.R., Munguía L. J.P. y Linares C (1995) acolchado plástico y disponibilidad de nutrientes del suelo en el cultivo de pepino. Terra Vol. 13 num.2.
- Wien,H.C ,P.L. Minotti, V.P. Grubiager.(1993) tomato response to starter fertilizer, polyethylene mulch, and level of soil phosphorus J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(2): 212-216

BIODEGRADACION DE ESTIERCOL BOVINO CON Y SIN ACOLCHADO EN CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum sculetum* Mill) BAJO FERTIRRIGACION

Mirena Ramón Ricardez¹, Enrique Salazar Sosa² y Leopoldo García Galindo³

1 Alumna de la Maestría en Suelos CIGA-ITA 10

2 Profesor Investigadores del CIGA-ITA10 y DEP-FAZ-UJED

3 Profesores Investigadores del CIGA-ITA 10.

INTRODUCCIÓN

El tomate es una hortaliza que requiere de nutrientes adecuados para satisfacer sus necesidades. Estas necesidades se pueden suplir aplicando fertilizantes químicos, estiércoles, residuos de cosecha, etc..(1) Los fertilizantes químicos actualmente son costosos y si se tiene algún desecho orgánico o inorgánico disponible, es importante buscar la manera de dosificarlo para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo, sin contaminar el ambiente. (2) En un estudio realizado con diferentes tratamientos de acolchados degradables y convencionales, se encontró que en general los tratamientos de acolchados superaron en contenido de humedad en el suelo y rendimiento de suelo desnudo, sin embargo algunos de los tratamientos que siempre tuvieron mayor contenido de humedad no fueron los que tuvieron mayor rendimiento, lo que significa que son varios los factores en conjunto lo que influyen en la expresión del potencial de las plantas.

En la actualidad se desconoce la dosis más adecuadas para los suelos de la región y su efecto en el cultivo de tomate, el grado de biodegradación del estiércol con y sin acolchado, su impacto de biodegradación a través del tiempo sobre el desarrollo y producción del tomate. De ahí la importancia del presente estudio.

OBJETIVO

Determinar una dosis adecuada de estiércol bovino en función de la calidad de nitrógeno inorgánico mineralizado, su efecto en el desarrollo y producción del tomate y sin acolchado bajo riego por goteo.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en el CIGA-ITA No. 10, localizado en el ejido Ana coah. en el ciclo de primavera verano del 2000. Antes de la plantación se realizó un muestreo al azar del suelo, a profundidades de: 0-30, 30-60 cm, con el objetivo de determinar sus características físicas y químicas del mismo. Los factores estudiados fueron estiércol con los niveles de 0 ton⁻¹ ha. 40 ton⁻¹ha. 80 ton⁻¹ha. 120 ton⁻¹ha 160 ton⁻¹ha. y la dosis de fertilizante químico recomendada y acolchado al suelo con los niveles de acolchado plástico y sin acolchar dando un total de 12 tratamientos. Estos se establecieron bajo un diseño de bloques al azar y un arreglo en franjas con tres repeticiones. La aplicación del estiércol fue un mes antes de la preparación de las camas y de instalar el acolchado. Los principales variables medidas fueron: humedad del suelo, temperatura, y rendimiento del cultivo. Las variables respuesta mas importantes fueron calidad de fruto y rendimiento total y parcial del mismo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los valores de los parámetros fenológicos para los tratamientos del experimento de tomate donde se indica que el tratamiento A1B1 presenta el valor más alto en diámetro de tallo, seguido por A1B3 y A1B5 y para el número de flores el mejor tratamiento resulta el A1B4 seguido por A2B3, para el caso de altura de planta el mejor tratamiento se reporta en A1B2 precedido por A2B2 y para el parámetro número de frutos el mejor tratamiento se observa en A1B6 seguido por A2B6. Una vez realizado el análisis estadístico de los resultados obtenidos donde se encontró una respuesta altamente significativa al factor A y al factor B, es decir una respuesta a la aplicación de los tratamientos involucrados en el estudio.

En el cuadro 2 se muestran los tratamientos con el rendimiento obtenido en plantas de tomate evaluadas donde el tratamiento A1B3 (Acolchado + ton de estiércol) y A1B2 (Acolchado + 40 ton de estiércol) presentan los valores más altos en cuanto a producción de número de frutos por planta en el cultivo de tomate. En los tratamientos sin acolchar los que tienen ventaja A2B3 Y A2B2. En cuanto a la variable rendimiento se observa que los tratamientos con acolchado los mejores rendimientos se indican con 80 y 40 ton de estiércol respectivamente. En los tratamientos sin acolchar los que mayor rendimiento arrojaron fue con 80 y 40 ton de estiércol.

CUADRO 1. Fenología, número de flores y número de frutos en el experimento de tomate con abono orgánico.

Tratamiento	Diam. de Planta	Altura planta	Num. de Flores	Num. De frutos
A1B1	26	55	23	43
A1B2	23	63	40	32
A1B3	25	54	62	23
A1B4	24	52	53	45
A1B5	25	56	48	41
A1B6	23	53	41	48
A2B1	24	53	21	41
A2B2	21	61	38	30
A2B3	23	52	60	21
A2B4	22	48	51	43
A2B5	23	54	46	39
A2B6	21	51	39	46

CUADRO 2. Rendimientos medios, número de frutos y respuestas a la prueba de comparación de medias (DMS = 0.05).

Tratamientos	Número de frutos	Rendimiento ton/ha
A1B1 Acolchado 0 ton	16b	20.75 c
A1B2 Acolchado 40 ton	45 ^a	59.29 b
A1B3 Acolchado 80 ton	47 ^a	63.71 a
A1B4 Acolchado 120 ton	39 ^a	47.10 b
A1B5 Acolchado 160 ton	19b	24.31 c
A1B6 Acolchado Rec.	26b	30.11 c
A2B1 Sin acolchar 0 ton	14b	18.80 c
A2B2 Sin acolchar 40 ton	43 ^a	57.31 b
A2B3 Sin acolchar 80 ton	45 ^a	61.76 a
A2B4 Sin acolchar 120 ton	37 ^a	45.04 b
A2B5 Sin acolchar 160 ton	17 b	22.38 c
A2B6 Sin acolchar Rec.	24 b	28.18 c

Valores con diferente letra indican diferencia estadística

CONCLUSIONES

Para parámetros fenológicos los tratamientos que mejor ventaja presentan son los que tuvieron acolchado. El mejor tratamiento con acolchado lo presenta cuando se adicionaron 80 ton de estiércol con un rendimiento aproximado de 63 ton ha⁻¹. Como complemento se concluye que de los tratamientos sin acolchar el mejor lo muestra el tratamiento A2B3 con 80 ton de estiércol con un rendimiento medio de 61 ton ha⁻¹.

LITERATURA CITADA

Ibarra J.L. y Rodríguez P.A. (1991) Validación del acolchado en tomate, pepino, sandía y algodón en el noreste de México. Revista Terra Vol. 9-2.

Serna A.R. M (1996) Influencia de las películas fotodegradables sobre el cultivo de melón (Cucumis melo L.) bajo condiciones de Fertirrigación. Tesis de Licenciatura.

FERTILIZACION ORGÁNICA Y SU EFECTO EN HUMEDAD DEL SUELO Y RENDIMIENTO EN MAÍZ (*Zea mays*; L.)

José Dimas López Mtz.¹ J. Santos Serrato C.¹ Raúl Solorio Sánchez¹
Hector D. García¹

¹ Maestro-investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 1-142. CP 35000. Gómez Palacio, Dgo. México. e-mail: joshua@teleinfo.net.mx.

INTRODUCCIÓN

Durante la revolución verde en México, la práctica general sobre la fertilización al suelo se concentraba en aplicar fertilizantes químicos de nitrógeno y fósforo, marginando a los abonos orgánicos, que fueron la base y sustento de la agricultura por siglos (Arredondo, 1996).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2000). Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente puede lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 1980).

En la actualidad la estructura del suelo es el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas; someter al terreno a un intenso laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar la estructura. Los abonos orgánicos (estiércoles, compost y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Castellanos, 1982). En consideración a lo anterior se estableció un trabajo cuyos objetivos fueron: a) Evaluar el efecto del abono orgánico sobre humedad del suelo y b) Seleccionar el abono orgánico que produzca la mejor respuesta sobre rendimiento de grano.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se estableció en el Ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Durango, durante la primavera de 1998. Este ejido se ubica en el Km 30 de la carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, entre los 25° 46' 56" de latitud Norte y 103°21' 02" de longitud Oeste.

Conducción del experimento

Se evaluaron cuatro abonos orgánicos (estiércol de bovino, caprino, gallinaza y compost) a niveles de 20, 30 y 40 t ha⁻¹ para bovino, caprino y compost y 4, 8 y 12 t ha⁻¹ para gallinaza y un testigo con fertilización 120-40-00 de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) respectivamente (Cuadro 1). El diseño experimental usado fue un bloques al azar con arreglo factorial A*B con tres repeticiones (Olivares, 1996), utilizando el maíz genotipo San Lorenzo como planta indicadora. Para la interpretación de los datos se usó el siguiente modelo que representa al diseño empleado.

Modelo: $Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + B_k + AB(jk) + \varepsilon_{ijk}$

Donde:

Y_{ijk} = valor de la observación del tratamiento j en el nivel de tratamiento k en el bloque

μ = valor de la media general

β_i = efecto del bloque

A_j = efecto del factor A (tratamientos)

B_k = efecto del factor B (niveles de los tratamientos)

$AB(jk)$ = efecto de la interacción de tratamientos j y niveles de tratamientos k

ε_{ijk} = error experimental.

CUADRO 1. Tratamientos de abonos orgánicos evaluados en maíz. Venecia, Durango. 1998.

(A)	(B) Ton/ha		
BOVINO	20	30	40
GALLINAZA	4	8	12
CAPRINO	20	30	40
COMPOSTA	20	30	40
TESTIGO	Fertilización química		

A= tratamientos de fertilización

B= niveles(20,30,40 t ha⁻¹ para bovino, caprino y compost, 4, 8 y 12 t ha⁻¹ para gallinaza)

Testigo = 120-40-00 N-P-K.

VARIABLES EVALUADAS

<u>Planta</u>	<u>Suelo</u>
Rendimiento de grano	Análisis físico: contenido de humedad, capacidad de campo (C.C.), porcentaje de marchitamiento permanente (P.M.P.), humedad aprovechable (H.A.).

Análisis estadístico.- Se utilizó un análisis de varianza y las diferencias de los tratamientos se evaluaron al nivel de significancia del 5%, además se empleó una prueba de comparación de medias por Tukey para evaluar el mejor tratamiento para rendimiento de grano.

RESULTADOS Y DISCUSION

Contenido de humedad en el suelo

En el Cuadro 2 se muestra que no existe diferencia significativa en esta variable para tratamientos de abonos orgánicos (factor A) y niveles (factor B), es decir, que el efecto sobre el contenido de humedad del suelo produce una respuesta igual. A pesar de que estadísticamente no hubo diferencias entre tratamientos, si existieron incrementos en el contenido de humedad del suelo en valores hasta un 10 %. Lo anterior señala que el tratamiento de compost en el nivel 40 t ha⁻¹, es el que mejor retuvo y conservó la humedad a través del tiempo. Lo anterior, coincide con Rubio, 1974; Ramírez, 1982 y Gutiérrez, 1999, quienes manifiestan que la adición de abonos orgánicos (estiércoles o compostas) incrementa la humedad disponible de los suelos que han sido humificados en un 10 a 20 %.

CUADRO 2. Análisis de varianza para humedad del suelo por tratamiento de abonos orgánicos en maíz. Venecia, Dgo. 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	5.993164	2.996582	0.3720	0.698
FACTOR A	4	19.221680	4.805420	0.5966	0.671 N.S.
FACTOR B	2	10.530762	5.265381	0.6537	0.532 N.S.
INTERACCION	8	34.690918	4.336365	0.5384	0.818 N.S.
ERROR	28	225.526367	8.054513		
TOTAL	44	295.962891			

N.S.= no significancia estadística.

C.V.= 22.11%

Rendimiento de grano

El análisis de varianza del Cuadro 3 indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, señalando que los tratamientos producen efectos diferentes sobre el rendimiento. Al realizar la prueba de comparación de medias (Cuadro 4) se observa que el tratamiento de fertilización química (120-40-00 de N-P-K) presenta los rendimientos de grano mas altos (6.05 t ha⁻¹), siguiendo en orden de importancia el compost (5.66 t ha⁻¹), no existiendo diferencia estadística entre ambos. En lo referente a niveles el Cuadro 5 muestra que 20 y 30 t ha⁻¹ son los mejores. Esto debe considerarse importante ya que Romero (1989) menciona que la dosis de aplicación de estiércoles y compost depende del tipo de suelo, cultivo y características del abono orgánico. Además menciona que para maíz las dosis varían de 30 a 50 t ha⁻¹ para estiércol bovino y de 5 a 8 t ha⁻¹ para gallinaza, coincidiendo sus resultados con este trabajo en gallinaza y bovino. Al respecto Amador (1996) indica que en suelos de textura pesada y con problemas de permeabilidad se requieren dosis de 100 t ha⁻¹ de estiércol de bovino, pero que en términos generales las dosis recomendadas varían de 30-60 t ha⁻¹.

Los resultados anteriores también muestran que los abonos orgánicos son una alternativa para sustituir la fertilización inorgánica. Esto se debe a que los abonos orgánicos abastecen al suelo de nutrimentos como el nitrógeno y demás elementos esenciales que contiene el compost. Esto coincide con lo señalado por Castellanos *et al.* (1996) quienes reportan que los estiércoles se mineralizan en un 70% a partir del primer año de aplicación y con efecto residual en el suelo hasta por dos años y el resto se transforma en humus, incorporándose al suelo y produciendo su efecto benéfico en la estructura del suelo durante el primer año.

CUADRO 3. Análisis de varianza para rendimiento de grano por tratamiento de abonos orgánicos en maíz. Venecia, Dgo. 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	0.625244	0.312622	0.1041	0.901
FACTOR A	4	38.152588	9.538147	3.1755	0.028 *
FACTOR B	2	23.259766	11.629883	3.8719	0.032 *
INTERACCION	8	11.302612	1.412887	0.4704	0.867 N.S.
ERROR	28	84.103149	3.003684		
TOTAL	44	157.443359			

* =diferencia significativa al 0.05.

N.S.= no significancia

C.V. = 35.12%

CUADRO 4. Comparación de medias por Tukey para rendimiento de grano en maíz para tratamientos de abonos orgánicos (Factor A) . Venecia, Durango. 1998.

Tratamiento	Medias* (t ha ⁻¹)
Fertilización química	6.0500 A
Compost	5.6667 A B
Gallinaza	4.6556 A B
Bovino	4.3489 A B
Caprino	3.4912 B

* letras iguales indican no diferencia significativa entre tratamientos al 0.05

CUADRO 5. Comparación de medias por Tukey para rendimiento de grano en maíz para niveles de abonos orgánicos (Factor B) . Venecia, Durango. 1998.

Nivel	Medias* (t ha ⁻¹)
20 t ha ⁻¹	5.4212 A
30 t ha ⁻¹	5.2777AB
40 t ha ⁻¹	3.8296 B

* letras iguales indican no diferencia significativa entre tratamientos al 0.05

CONCLUSIONES

1.- Para contenido de humedad del suelo a pesar de no existir diferencia estadística, se apreció un incremento para cada tratamiento aproximadamente en un 10 % antes y después de la aplicación de los abonos orgánicos, observándose que el compost a 40 t ha⁻¹, presentó la mejor respuesta.

2.- Para rendimiento de grano, el tratamiento de fertilización química (120-40-00 de N-P-K) fue el sobresaliente con promedio de (6.05 t ha⁻¹); con similares resultados para el abono orgánico de compost (5.66 t ha⁻¹), siendo superiores a gallinaza (4.65 t ha⁻¹), bovino (4.34 t ha⁻¹) y caprino (3.49 t ha⁻¹), en lo que respecta a niveles de abono orgánico los de 20 y 30 t ha⁻¹ presentan los mejores resultados.

3 .- Se sugiere trabajar en el mediano plazo con abonos orgánicos de compost y gallinaza en los niveles de 20-30 y 4-8 t ha⁻¹, que es con los que se han obtenido los mejores resultados, de manera de tenerlos como alternativa a la sustitución o reducción de la fertilización inorgánica.

LITERATURA CITADA

Amador, M. A. 1996. Comparación de tres sistemas de labranza con respecto al ciclo del nitrógeno en el suelo y planta de avena (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mays*). p. 21. *In*: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón, Sonora, Méx.

- Arredondo, V. C. 1996. Aplicación de estiércol bovino como complemento a la fertilización química del maíz de temporal. p. 194. *In*: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo 1996. Cd. Obregón, Sonora, Méx.
- Castellanos, R. J. Z. 1980. El estiércol como fuente de nitrógeno. Seminarios técnicos. Vol. 5 Num. 13. Torreón, Coahuila, Méx.
- Castellanos, R. J. Z. 1982. La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércoles. Seminarios técnicos Vol. 7 No. 8. p. 32.
- Castellanos, R. J.Z., J. Etchevers, B., A. Aguilar S. y R. Salinas, J. 1996. Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades de un suelo en una región irrigada del norte de México. *TERRA* 14:151-158.
- Gutiérrez, P. G. 1999. Labranza de conservación y abonado orgánico y su efecto en propiedades físicas del suelo en alfalfa. Tesis de Maestro en Ciencias en Agricultura Orgánica. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Gómez Palacio, Durango, Méx. 50 p.
- Olivares, S. E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. FA - UANL. Marín, Nuevo León, México.
- Ramírez, C. A. 1982. Efecto de la aplicación de estiércol sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y sobre el rendimiento del maíz. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario # 10. Torreón, Coahuila, México.
- Romero, F. E. 1989. Efecto de los estiércoles sobre la calidad del agua y del suelo. *Seminarios Técnicos del INIFAP-SARH*. Volumen 6(12): p. 270.
- Romero, L. María del R., A. Trinidad S., R. García E. y R. Ferrara C. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *AGROCIENCIA*. 3:261-269.
- Rubio, M. D. 1974. Evaluación de residuos orgánicos (compost) obtenidos en el basurero de Monterrey, N.L desde el punto de vista de su utilización agrícola. *CIANE Seminarios Técnicos*. Vol. 1(1) :p.13.

EFFECTO DE ACOLCHADOS ORGANICOS E INORGANICOS SOBRE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO Y EL DESARROLLO DE CASSIA (*Cassia corymbosa*)

Fernando E. Compeán Estrada¹, Salvador Berúmen Padilla², Rafael Figueroa Viramontes², Fernando Cabral Valdez², Cirilo Vázquez Vázquez² y Marcelo Hernández Antuna¹.

1 Profesor del Instituto Tecnológico agropecuario No. 1., 2 Maestro Investigador DEP. FAZ-UJED

INTRODUCCION

Las condiciones climáticas de la Comarca Lagunera corresponden a las de las zonas semiáridas, que se caracterizan por ser muy calientes en verano, escasa humedad atmosférica, poca precipitación y una elevada evaporación. El clima de esta región es de tipo desértico, con una precipitación pluvial entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte y de 400 a 500 mm en la zona montañosa, la evaporación anual promedio es de 2600 mm y temperatura anual promedio de 20.6°C. Por lo tanto, el riego es indispensable para el desarrollo de los cultivos (Martínez y Villa, 1982).

Debido a las condiciones adversas, la parte baja de la Región hidrológica 36, que comprende la llanura de la Comarca Lagunera, se encuentra ocupada en un 80% por material xerófilo, que es de formación arbustiva con adaptaciones morfológicas a la aridez. En consecuencia, la flora ornamental existente en áreas verdes ha sido introducida de otras regiones y paulatinamente se han adaptado.

La alta tasa evaporativa de la región, y la escasa precipitación, han originado descensos considerables en el nivel del acuífero principal, lo que obliga a emprender acciones tendientes a reducir el consumo del agua. En lo que respecta a áreas verdes, es conveniente utilizar las plantas adecuadas y sistemas eficientes de riego, así como cubrir el suelo con acolchados orgánicos y/o inorgánicos. Estos además de reducir de manera importante la evaporación del agua del suelo, mejoran el aspecto decorativo del área.

Por la importancia del recurso agua, y debido a que existe poca información sobre su uso eficiente en áreas verdes, se decidió establecer el presente trabajo de investigación que tuvo por objetivo evaluar el efecto de diferentes acolchados orgánicos e inorgánicos sobre el suelo y la influencia de éstos en el desarrollo fenológico de Cassia.

REVISION DE LITERATURA

El acolchado mediante materiales orgánicos como hojas, trozos de corteza, turba, paja, etc., es mucho más útil, y más estético que utilizar materiales plásticos. En lo que respecta a la degradación, se debe tomar en cuenta que los materiales ricos en celulosa como aserrín y cortezas necesitan más tiempo para descomponerse que los materiales más blandos. Por otro lado, es conveniente comprobar que los materiales estén sanos para evitar la propagación de enfermedades a las plantas (Furlani, 1997).

Por otro lado, *Cassia corymbosa* posee alta resistencia al frío, es una especie que soporta diversas condiciones de suelo y clima, florece abundantemente en los meses de junio a septiembre. Es una de las especies más frecuentes en el área Mediterránea. Tiene de 4 a 6 folíolos, flores de 2.5 a 4 cm de diámetro en racimos más largos que las hojas (Sánchez, 1999).

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el lote de riego presurizado de la Facultad de Agricultura y Zootecnia en el ejido Venecia, , con una altitud de 1107 msnm, ubicada sobre el km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, en la Comarca Lagunera.

Tratamientos. Se estudiaron los siguientes tratamientos de acolchado 1) corteza de pino, 2) grava, 3) cascajo, 4) piedra roja y 5) testigo sin acolchado. Se colocó una cubierta de 10 cm de cada material en la unidad experimental correspondiente.

Previo a la incorporación de los acolchados, se instaló un sistema de riego por goteo tipo "cintilla" regulado por una válvula principal a la salida de la bomba y 5 válvulas secundarias (una por tratamiento). Cada unidad experimental fue regada por cuatro líneas de cintilla de 2 m de longitud con una separación de 50 cm entre ellas. La presión del agua al momento del riego se mantuvo en 0.0704 Mpa. La lámina de riego se determinó en base al contenido de humedad al momento del muestreo (método gravimétrico) hasta completar a Capacidad de Campo.

Establecimiento del experimento. Posteriormente a las labores culturales necesarias, se marcaron y delimitaron 20 unidades experimentales de 2 m por 2 m con un espacio de 1 m entre ellas, a manera de andador de manejo, la parcela útil consistió en 1m² al centro de cada unidad. El 13 de junio se colocaron los materiales con una cubierta de 10 cm sobre la cintilla de riego, excepto en el testigo, donde la cintilla permaneció sobre la superficie. Antes de colocar los acolchados se llevó a cabo un aforo en forma diagonal en cada una de las cuatro líneas regantes.

La semilla de Cassia se colocó para su germinación, desde enero del 2000, en caja petri, a la que se le repuso la humedad cada vez que fue necesario. Posteriormente continuó su crecimiento en charolas germinadoras, siempre manteniendo la temperatura entre 25 y 26° C.

Antes del trasplante final en campo, el 08 de agosto, la planta se colocó en botes de unicel y en bolsas negras de polietileno, para que el recipiente cada vez mayor, permitiera un adecuado desarrollo del sistema radicular.

Se colocaron tres plantas por unidad experimental en orientación este-oeste, se llevó a cabo una poda de tallo y hojas viejas para favorecer la adaptación al trasplante.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con 5 tratamientos (corteza de pino, grava, cascajo, piedra roja y suelo desnudo o testigo) y 4 repeticiones. Sobre los datos se realizaron análisis de varianza, comparación de medias por Diferencia Mínima Significativa (DMS) y correlación entre variables.

En el Cuadro 1 se muestran las variables evaluadas sobre suelo la planta.

CUADRO 1. Variables evaluadas, materiales usados y periodicidad de evaluación, estudio de diferentes acolchados orgánicos e inorgánicos. FAZ-UJED, 2000.

Variable	Instrumento	Periodicidad	Periodo
Humedad del suelo	Barrena Vehimeyer y/o California (Método gravimétrico)	Quincenal	22/06 al 14/12
Temperatura del suelo a diferentes profundidades y horas del día	Termómetro de suelo	Cada tercer día (mañana, tarde y noche)	22/06 al 30/09
Diámetro de tallo	Vernier	Cada 12 días	08/08 al 14/12
Altura de planta	Cinta métrica	Cada 12 días	08/08 al 14/12
Área foliar	Cinta métrica	Cada 12 días	08/08 al 14/12
Número de ramas	Conteo manual	Cada 12 días	08/08 al 14/12
Floración	Conteo manual	Al presentarse	08/10 al 03/11
Formación de vainas	Conteo manual	Al final del ciclo	nov-dic

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los tratamientos de acolchado que se evaluaron en el presente estudio, resultaron ser más eficientes en el uso del agua de riego que el suelo sin ninguna cubierta, sobre todo en el estrato 0-30, donde todos los tratamientos son diferentes estadísticamente entre sí, según la prueba de medias por Diferencia Mínima significativa (DMS). Mientras que en el estrato 30-60, los acolchados no influyen determinadamente, ya que los contenidos de humedad encontrados en los diferentes muestreos fueron similares entre los tratamientos de acolchado y el suelo desnudo. De la misma manera, con relación al volumen de agua aplicado en el tratamiento control a través de todo el periodo de estudio, se tuvieron ahorros de agua del 29.59, 29.13, 15.85 y 12.81% para los acolchados con corteza de pino, grava, cascajo y piedra roja respectivamente. En la Figura 1 se presenta la lámina de riego aplicada a los dos estratos.

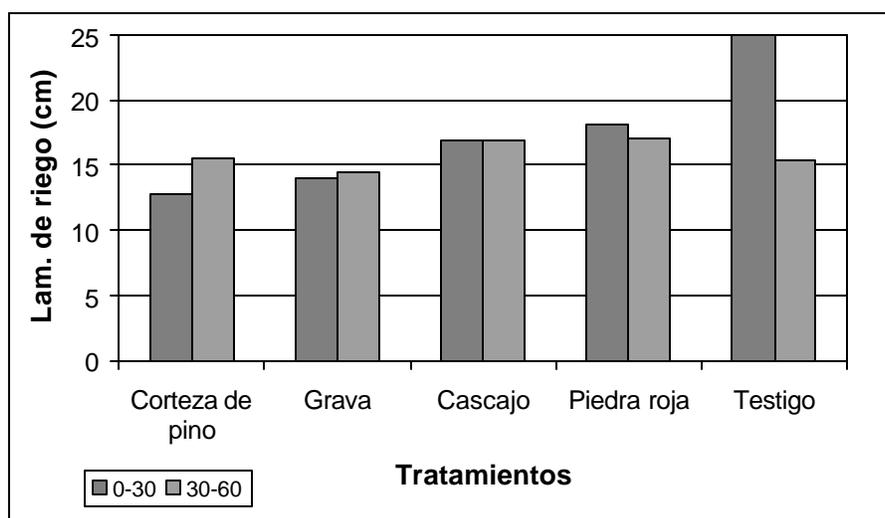


Figura 1. Lámina de riego aplicada a dos estratos diferentes acolchados orgánicos e inorgánicos. FAZ-UJED, 2000.

El menor índice de evaporación del agua del suelo correspondió pues, a la corteza de pino, ya que en condiciones climatológicas como las que imperan en la Comarca Lagunera, región calurosa y expuesta a la acción del viento, estos materiales retienen un alto grado de humedad acumulada entre sus poros, tal como lo menciona Alonso, (1998). De manera contraria, el acolchado con piedra roja resultó ser el menos eficiente en la conservación de la humedad del suelo, en referencia a los otros acolchados.

La temperatura del suelo, al menos en las capas superficiales, también es influenciada en gran manera por el tipo y color del acolchado, los ANDEVA nos muestran significancia entre tratamientos ($P < 0.01$) y entre bloques ($P < 0.05$) en las temperaturas matutinas y vespertinas y nocturnas a 5, 10 y 15 cm de profundidad.

En virtud de que los suelos se calientan casi exclusivamente con el sol, la temperatura del suelo es directamente proporcional a la cantidad de radiación absorbida por la superficie y al contenido de humedad. En términos generales, en el presente experimento se pudo comprobar que el suelo sin ninguna cubierta, se calienta con mayor rapidez durante las horas diurnas. Por otro lado, en las primeras horas de la mañana, antes de recibir los rayos solares, se presentan las temperaturas más bajas que en suelos con acolchados, lo anterior se observó a 5, 10 y 15 cm. Esto coincide con Millar et al. (1982) quienes mencionan

que los acolchados orgánicos o plásticos reducen las pérdidas de calor del suelo por radiación a la atmósfera.

La corteza de pino fue la que amortiguó mejor las variaciones climáticas, mientras que el acolchado con piedra roja alcanzó las temperaturas más altas durante la tarde y noche, solo superado en las temperaturas vespertinas por el suelo desnudo. De tal manera que se confirma lo expresado por Lamont (1993), en cuanto a que el color del acolchado determina las propiedades reflectoras y domina en la temperatura superficial y la que impera en el suelo debajo del acolchado. Los acolchados de color claro, como la grava y el cascajo, reflejan en menor cuantía el calor absorbido. En consecuencia, el suelo cubierto con piedra roja fue el que economizó la menor cantidad de agua por la correlación existente entre temperatura y contenido de humedad, (Foth et al., 1982).

En lo que respecta al desarrollo fenológico de Cassia, los ANDEVA no muestran significancia ni entre bloques ni entre tratamientos en ninguna de las variables evaluadas ($P > 0.05$). El engrosamiento del tallo y el crecimiento fue muy uniforme entre todos los tratamientos de acolchado y el suelo desnudo, que inclusive, fue el más sobresaliente en estos dos aspectos. Aunque por otro lado, en la producción de ramas y floración, el tratamiento más destacado fue la cubierta con grava. En lo que respecta a la formación de vainas, el número más alto por U. E. correspondió al acolchado con corteza de pino, tal como se puede apreciar en las diferentes gráficas de la Figura 2.

Figura 2. Gráficas que muestran el número de flores y vainas por U. E. y el comportamiento de la altura de Cassia con diferentes acolchados. FAZ-UJED, 2000.

CONCLUSIONES

1. El acolchado con corteza de pino amortigua con mayor eficiencia que los acolchados inorgánicos los cambios bruscos de temperatura.
2. Los acolchados más eficientes para ahorrar agua de riego, comparados con un suelo desnudo, son corteza de pino y grava con 29.59 y 29.13 respectivamente.
3. *Cassia corymbosa* mostró resistencia y adaptabilidad a suelos arcillosos, temperaturas elevadas y diferentes niveles de humedad del suelo.

LITERATURA CITADA

- Alonso, de la P. F. J. 1998. El acolchado, cómo proteger al cultivo. El huerto natural. Ed. AGATA- LIBSA, S.A. Madrid, Esp. p32
- Foth, H. D., Millar C. E., Turk L. M. Fundamentos de la ciencia del suelo, ed. Cia. Editorial Continental, S. A. 1982. sexta impresión. México, D. F
- Furlani, P. A. 1986. El nuevo calendario del huerto ed. de vecchi, S. A. Barcelona Esp.
- Lamont, J. William Jr. 1993. El color no es de adorno, Plásticos Agrícolas en Revista Productores de Hortalizas. p8
- Martínez, S. J. y Villa C. M. 1982. Plásticos en la agricultura acolchados y túneles. SARH-INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones agrícolas del Norte. PRONAPA-CENAMAR. Torreón, Coah.
- Romero, F. E. 1985. Aplicación de plásticos en la agricultura. PRONAPA-CENAMAR. CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo.
- Sánchez, L. C. J. M. 1999. Nuevas Plantas Ornamentales Mediterráneas <http://www.guiaverde.com/arboles/Cassia.htm>. Madrid Esp.

EFFECTO DE DOS CONDICIONES AMBIENTALES Y DOS FUENTES DE NUTRIENTES EN EL RENDIMIENTO, DESARROLLO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNAS HORTALIZAS DE PRIMAVERA

Rafael Figueroa Viramontes¹, Lilia Salas Pérez², Hilario Macías Rodríguez², Ignacio Sánchez Cohen³ y Salvador Berúmen Padilla¹

1 Maestro Investigador de la DEP. FAZ-UJED., 2 alumno de Maestría de la DEP. FAZ-UJED.

3 Investigador del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA).

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la UNICEF (1997), México se ubica entre las ocho naciones de América Latina y el Caribe con los peores niveles de desnutrición infantil. En comunidades rurales, este problema se acentúa como resultado de su entorno social y económico. Aunado a esto, la escasez del agua para la producción de cultivos representa un panorama desolador. Esto lleva a la necesidad de generación de paquetes tecnológicos que estén diseñados en base a los requerimientos nutricionales de la gente y a los principios básicos de la agricultura orgánica sustentable.

Sí bien es cierto que la agricultura convencional ha tenido un papel determinante teniendo como justificación alimentar a la humanidad, también es cierto que al estar dentro de un sistema capitalista tiende a maximizar sus ganancias valiéndose de la aplicación de productos químicos, lo cual ha traído consecuencias negativas sobre la naturaleza y el hombre (Castillo, 1997). Es por eso necesario buscar métodos de utilización de productos orgánicos, por ejemplo, el estiércol de cerdo, que además de aportar un buen nivel de materia orgánica, también proporciona altos niveles de nutrientes fundamentales para los cultivos (Rodríguez, 1989).

La agricultura orgánica tiene como principio fundamental la sostenibilidad, la cual permite mejorar el medio ambiente, mejorar la calidad integra de los alimentos y ayuda a bajar los niveles de enfermedades causadas por el consumo de alimentos cargados de residuos tóxicos, además aporta beneficios sociales y económicos (Castillo, 1997). Una tecnología que permite cumplir con los principios de la agricultura orgánica sustentable son los invernaderos, ya que permiten controlar, en cierto grado, las variables que influyen en la producción de cultivos, con lo cual se logra un máximo aprovechamiento de los recursos (Romero, 1989). Además la producción con invernaderos rústicos caseros ofrece buenas perspectivas, tanto en el medio urbano como en el rural, ya que es posible a través de este medio mejorar la nutrición.

De acuerdo a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el rendimiento, desarrollo fisiológico y composición nutricional de diferentes hortalizas bajo la combinación de dos condiciones ambientales y dos fuentes de nutrientes.
- Desarrollar la sustentabilidad al producir orgánicamente en invernadero.
- Diversificar y mejorar la dieta alimenticia familiar al consumir productos frescos y menos contaminados durante todo el año.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en los invernaderos familiares del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) localizado en el kilómetro 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. Los tratamientos estudiados fueron cuatro, producto de la combinación de dos fuentes de nutrientes (estiércol de cerdo combinado con migajón-arcilla y fuera del invernadero con arena de río, y la fórmula 350-100-300 mg L⁻¹ recomendada por el CENID-RASPA), y dos condiciones ambientales (dentro y fuera del invernadero), resultando los siguientes tratamientos: AE= arena-estiércol; AS= arena- solución nutritiva; SE= suelo-estiércol; SS= suelo-solución nutritiva. Los cultivos que se utilizaron fueron chile (*Capsicum annuum* L.) cv. Jalapeño 52; ejote cv. Long bean y pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. Mayera. Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. El análisis de varianza se realizó en base al modelo completamente al azar. Las diferencias específicas entre medias se llevó a cabo por el método de Duncan.

VARIABLES EVALUADAS EN EL ESTUDIO

Variable	Unidad	Método	Periodicidad
Rendimiento	kg planta ⁻¹	Balanza y calculadora	En la cosecha
Altura de planta	cm	Regla	Cada 10 días
Diámetro de tallo	Cm	Bernier	Cada 10 días
Número de frutos			Cada 10 días
Cuantificación de nutrientes ♣	Mg	En base al rendimiento	En la cosecha
Suelo (características físicas Y químicas)		Laboratorio	Inicio, a la mitad y al final del ciclo vegetativo

♣ La cuantificación de nutrientes se hizo en base a 100 g de la parte comestible del producto (White y Watt, 1991, citados por Valadez).

RESULTADOS

Altura de planta

Se presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos en los cultivos de chile y ejote ($P < 0.05$) (Figura 1). En el cultivo de chile, el tratamiento más alto fue el 1 con 47 cm y el más bajo correspondió al tratamiento 4 con 39.5 cm. Esto muestra una tendencia en el crecimiento de la planta en el tratamiento en que se utilizó estiércol y arena dentro del invernadero. Posiblemente esta tendencia este influenciada por la condición ambiental y la fuente de nutrientes que existe dentro del invernadero. El tratamiento que alcanzó la mayor altura promedio de planta en ejote fue el 1 con 225 cm, le siguieron el 3 y el 2 con 203.25 y 202.5 cm, respectivamente, mientras que el tratamiento más bajo fue el 4 con 196.25 cm. Aunque no se muestra una tendencia clara, se puede apreciar que dentro del invernadero utilizando estiércol hay mayor desarrollo del cultivo.

Número de frutos en chile

En el análisis estadístico no arrojó diferencia estadística significativa entre tratamientos, resultando con el más alto promedio el tratamiento 1 con 51 frutos y con el más bajo el 4, con 44. (Figura 2). Esto muestra que posiblemente no hay diferencias en la disponibilidad de nutrientes tanto fuera como dentro del invernadero.

Número de frutos en ejote

Los tratamientos 3 y 4 produjeron un número de frutos significativamente mas alto que el resto de los tratamientos ($P < 0.05$) (Figura 2). El tratamiento con el valor mas alto fue el 4 con 184, le siguieron el 3 y 2 con 182 y 172 vainas por planta. Esto no indica una tendencia clara, pero predomina la condición ambiental en campo.

Contenido de nutrientes en el fruto

El mayor contenido de nutrientes se obtuvo con el tratamiento 1 para chile, ejote y pepino, esto debido a que este tratamiento generó un mayor rendimiento (Cuadros 1, 2 y 3).

Figura 1. Altura de planta (cm) por tratamiento en chile y ejote bajo dos fuentes de nutrientes y dos condiciones ambientales. AE= arena-estiércol; AS= arena-solución nutritiva; SE= suelo-estiércol; SS= suelo-solución nutritiva. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (0.05).

Figura 2. Número de frutos por tratamiento en chile, ejote y pepino bajo dos fuentes de nutrientes y dos condiciones ambientales. AE= arena-estiércol; AS= arena- solución nutritiva; SE= suelo-estiércol; SS= suelo-solución nutritiva. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (0.05).

CUADRO 1. Cuantificación de nutrientes en chile en base al rendimiento (contenido por kg de producto).

Nutriente	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Proteína (g)	105.0	103.0	99.0	96.0
Carbohidratos (g)	741.0	726.0	696.0	670.0
Calcio (Ca) (mg)	815.0	798.0	765.0	740.0
Fósforo (P) (g)	2.0	1.9	1.9	1.8
Hierro (He) (mg)	57.0	55.0	53.0	51.0
Ácido Ascórbico (g)	19.0	18.7	18.0	17.0
Tiamina (mg)	7.3	7.1	6.5	6.6
Riboflavina (mg)	4.8	4.7	4.5	4.4
Vitamina A (g)	3.7	3.6	3.5	3.4

La cuantificación de nutrientes se hizo en base a 100 g de la parte comestible del producto (White y Watt, 1991, citados por Valadez, 1992).

CUADRO 2. Cuantificación de nutrientes en ejote en base al rendimiento (contenido por kg de producto).

Nutriente	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Proteína (g)	113.0	110.0	81.0	75.0
Carbohidratos (g)	424.0	411.0	305.0	280.0
Calcio (Ca) (g)	3.3	3.2	2.4	2.2
Fósforo (P) (mg)	263.0	255.0	189.0	176.0
Hierro (He) (mg)	48.0	46.0	34.0	31.0
Ácido Ascórbico (g)	1.0	1.0	0.8	0.75
Tiamina (mg)	4.7	4.6	3.4	3.1
Riboflavina (mg)	6.5	6.3	4.7	4.3
Vitamina A (g)	2.1	2.0	1.5	1.4
Sodio (Na) (g)	418.0	406.0	301.0	276.0
Potasio (K) (g)	7.8	7.6	5.6	5.2
Niacina (mg)	30.0	29.0	21.0	19.0

La cuantificación de nutrientes se hizo en base a 100 g de la parte comestible del producto (White y Watt, 1991, citados por Valadez, 1992).

CUADRO 3. Cuantificación de nutrientes en pepino en base al rendimiento (contenido por kg de producto).

Nutriente	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Proteína (g)	54.0	46.0	31.0	31.0
Carbohidratos (g)	204.0	173.0	119.0	119.0
Calcio (Ca) (g)	1.5	1.2	875.0	875.0
Fósforo (P) (g)	1.6	1.3	945.0	945.0
Hierro (He) (mg)	66.0	56.0	38.0	38.0
Sodio (Na) (mg)	360.0	306.0	210.0	210.0
Potasio (K) (g)	9.6	8.1	5.6	5.6
Vitamina C (mg)	660.0	561.0	385.0	385.0
Tiamina (mg)	1.8	1.5	1.0	1.0
Riboflavina (mg)	2.4	2.0	1.4	1.4
Vitamina A (g)	900.0	765.0	525.0	525.0

La cuantificación de nutrientes se hizo en base a 100 g de la parte comestible del producto (White y Watt, 1991, citados por Valadez, 1992).

CONCLUSIONES

No hay una respuesta uniforme a los factores evaluados a través de las variables en estudio. Los tratamientos que resultaron con mayor significancia estadística fueron el 1 y el 4, de los cuales la altura de planta fue la variable principal para el primero y número de frutos para el segundo. El estiércol generó una altura de planta en Chile estadísticamente mayor en comparación con la solución nutritiva recomendada por el CENID-RASPA. La condición suelo-solución nutritiva produjo el mayor número de fruto en ejote. No hubo diferencia significativa en cuanto al número de frutos por cultivo, a excepción de cuando se comparó el tratamiento 1 con el tratamiento 4. La producción orgánica de hortalizas utilizando estiércol de cerdo como medio de fertilización aportó mayor cantidad de nutrientes esenciales en comparación con la solución nutritiva del CENID-RASPA.

LITERATURA CITADA

- Castillo B. 1997. Productores orgánicos del Cabo. Experiencias en agricultura orgánica. Agricultura orgánica. Memorias del Segundo Foro Nacional. La Paz, San José del Cabo, Baja California Sur.
- Jiménez, D. R. y E. J. de Lamo. 1998. Agricultura Sostenible. Ed. Mundi-Prensa Agrofuturo Life. Madrid, España.
- Matallana A. y J. Montero. 1989. Invernaderos, diseño, construcción y operación. Ed. Mundi-prensa. Barcelona España.
- Mauras M. 1997. Fondo de Naciones Unidas para la infancia. UNICEF. <http://www.unam.mx/jornada/1997/dic97/971218/desnutrición.html>.
- Rodríguez F. S. 1989. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Editor AGT, S. A. México D. F.
- Romero F. E. 1989. Efecto de los estiércoles sobre la calidad del agua y del suelo. INIFAP-CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango.
- UNICEF. 1997. Fondo de Naciones Unidas para la Infancia. <http://www.unam.mx/jornada/1997/dic97/971218/desnutrición.html>.
- Valadez A. 1992. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. México, D. F.

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A LA FERTILIZACION N-P-K CON RIEGO POR GOTEO EN SUELO ARCILLOSO

Marcelo Hernández Antuna¹, Rafael Figueroa Viramontes², Enrique Salazar Sosa² y Salvador Berúmen Padilla²

1 Alumno de Maestría. FAZ-UJED y Profesor del ITA # 1. Durango, Dgo,

2 Maestro Investigador. DEP-FAZ-UJED

INTRODUCCION

La cebolla es una de las hortalizas más importantes en el mundo, se le encuentra en el mercado durante todo el año. El consumo per cápita anual es de 4 kg aproximadamente, representa una fuente importante de generación de empleo. En la Región Lagunera se siembran aproximadamente 238 hectáreas, con un rendimiento promedio de 32.58 ton ha⁻¹.

El productor tradicionalmente ha venido aplicando los fertilizantes al suelo sin conocer realmente la demanda nutrimental del cultivo, por lo que lo hace de manera desmedida, ya que su principal interés es el de obtener mayores rendimientos, sin considerar la contaminación que están causando a los mantos acuíferos por efecto de la lixiviación de los mismos, además, el 85% de agua extraída del acuífero subterráneo es destinada a la agricultura, el nivel de eficiencia de riego fluctúa entre 50 a 85 % lo cual indica que las pérdidas de agua varían del 15 al 50%.

La inyección de fertilizantes a través del sistema de riego por goteo favorece su rápida asimilación por el cultivo, repercutiendo favorablemente en términos de producción, calidad y oportunidad en el mercado. La fertigación requiere un apropiado conocimiento de las demandas hídricas y nutrimentales de los cultivos, así como de las características físicas y químicas de los suelos a fin de aprovechar con eficiencia las ventajas de este método (Kondo, 1997).

Independientemente de lo reducido de la superficie dedicada al cultivo de cebolla en la región, es necesario aportar a través de la investigación científica, alternativas para incrementar su producción eficientando la aplicación de fertilizantes y el uso eficiente del agua; una limitante para los productores es la poca información acerca de la aplicación de riegos y fertilizantes a través de la fertigación con riego por goteo en cultivos hortícolas en la Comarca Lagunera. Por lo tanto con el presente experimento se pretende determinar el efecto de la fertigación sobre la producción y calidad en el cultivo de cebolla en suelos arcillosos en la Comarca Lagunera, además incrementar la eficiencia en el uso del agua y aprovechamiento de fertilizantes en cebolla a través de riego por goteo tipo "cintilla", y con ello generar información que permita hacer un mejor uso de este sistema en el cultivo de cebolla en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de Facultad de Agricultura y Zootecnia, localizado en la Comarca Lagunera en el Ejido Venecia de Gómez Palacio, Dgo., geográficamente situado entre los paralelos 25°46'56" latitud norte y 103°21'62" longitud oeste Greenwich, a una altitud relativa sobre el nivel del mar de 1200m,

con una precipitación promedio anual de 250.6 mm, y una temperatura promedio en los últimos 10 años de 20.21 °C. Este experimento se lleva a cabo simultáneamente en el Campo Experimental del INIFAP de Delicias Chihuahua y en el Campo Experimental del INIFAP de Calera ubicado en Víctor Rosales, Zacatecas, financiado por SIVILLA y fundaciones procedentes de los tres estados, y el cual es un seguimiento a lo realizado en 1999.

El suelo, de acuerdo al análisis previo, muestreado a una profundidad de 0 – 30 cm, presenta una textura arcillosa.

La preparación del terreno se realizó con un barbecho, rastreo y preparación de camas de 1.50 m de ancho y 13 m de largo por unidad experimental, colocándose al centro de la cama una línea regante a una profundidad de 0.10 m con los orificios orientados hacia la superficie del suelo.

El trasplante de la planta de cebolla se efectuó el 12 de abril del 2000, empleando la variedad Red master, a una distancia entre plantas de 0.10 m y entre hileras de 0.35 m.

Se estudiaron 12 tratamientos con diferentes dosis de fertilización de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio(K), las cuales fueron determinadas a través de la matriz San Cristóbal.

El riego se realizó cada tercer día a través del sistema de fertigración con el método por goteo tipo “cintilla”, determinando para ello el tiempo de riego en función de la demanda evapotranspirativa, considerando el factor de desarrollo del cultivo (Kc) al que se sumo el 10% por tratarse de riego por goteo y tomando en cuenta el gasto promedio por gotero de 0.42 l h⁻¹ obtenido del aforo del sistema previo al riego. Para calcular la demanda evapotranspirativa del cultivo se instaló un tanque evaporímetro tipo “A” a un lado del lote experimental, auxiliándose del tornillo micrométrico para la toma de lecturas diarias. Para calibrar éste método se realizaron muestreos de humedad después del riego, con el fin de conocer el nivel de humedad en el suelo con respecto a la capacidad de campo, utilizando para ello una barrena tipo Vehimeyer.

La fertilización se suministro a través del sistema de riego por goteo utilizando un inyector tipo “venturi” en 5 aplicaciones a lo largo del experimento, con un intervalo de 20 días aproximadamente, a partir del 5 de mayo del 2000. Previo a la aplicación de las dosis de fertilización, específicamente los fertilizantes sólidos (urea, KCl), se sometieron a un pretratamiento de solubilización en agua por 24 horas.

Con el fin de determinar cual ó cuales tratamientos tuvieron los mejores resultados se evaluaron las variables: altura de planta, hojas y bulbo; peso de hojas y bulbo; diámetro del tallo y bulbo; volumen del bulbo, número de hojas y rendimiento.

El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental comprendió una cama de 0.70 m de ancho por 13 m de largo, con una distancia entre plantas de 0.10 m y entre hileras d 0.35 m, y una distancia de 1.5 m entre camas, como parcela útil se consideraron 40 plantas en aproximadamente 2 m lineales de la cama.

Los datos recabados de cada unidad experimental fueron analizados con un ANOVA (análisis de varianza) para determinar la significancia de los tratamientos, de igual manera

los datos se sometieron a una prueba de comparación de medias utilizando el método Duncan ($P > 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados

Los análisis estadísticos de las diferentes variables (altura de planta, hojas y bulbo; peso de planta, hojas y bulbo; diámetro del tallo y bulbo; volumen del bulbo, número de hojas y rendimiento) que se evaluaron no mostraron diferencias significativas a excepción de la variable peso de hojas (0.0001) (Cuadro 1).

CUADRO 1. Nivel de significancia de las variables evaluadas en el cultivo de cebolla (Duncan, 0.05). DEP-FAZ-UJED, 2000.

Variable	Nivel de Significancia (Pr>F)
Altura de planta	0.0666
Altura de hojas	0.0763
Altura de bulbo	0.9051
Peso de planta	0.3363
Peso de hojas	0.0001
Peso de bulbo	0.4982
Diámetro de tallo	0.2518
Diámetro de bulbo	0.7815
Volumen de bulbo	0.3674
Número de hojas	0.0677
Rendimiento	0.2793

A pesar de la no significancia estadística, numéricamente se presentaron diferencias importantes en algunas variables como rendimiento, volumen y peso de hojas.

En cuanto a los rendimientos, la diferencia entre el mejor tratamiento y el más bajo fue de 13.6 ton ha^{-1} , lo cual económicamente puede resultar importante. El mejor rendimiento fue generado por el tratamiento (T8) 120-20-00, mientras el más bajo lo produjo el tratamiento (T1) 40-20-00.

Los tratamientos más sobresalientes fueron T8 (120-20-00), T10 (120-20-125), T11 (120-60-125), con rendimientos de 39.6, 38.4, 37.3 ton ha^{-1} respectivamente, mientras que el tratamiento T1 (40-20-00) presentó el menor rendimiento de 26 ton ha^{-1} .

Los tres tratamientos T8, T10 y T11 tienen los más altos niveles de N, y el más alto de K lo tienen T10 y T11, mientras que el T1 tiene los niveles más bajos de N-P-K (Cuadro 2).

CUADRO 2. Rendimiento en el cultivo de cebolla, bajo 12 diferentes dosis de fertilización. No se presentó significancia entre tratamientos. DEP-FAZ-UJED, 2000.

Tratamiento	Rendimiento (ton ha ⁻¹)			
	RI	RII	RIII	Promedio
40-20-00	25.98	37.02	34.77	34.3
40-60-00	37.51	22.22	29.20	38.4
40-20-12.5	35.78	18.98	23.37	37.3
40-60-12.5	24.45	30.70	29.32	36.5
80-40-62.5	44.52	22.39	33.69	39.5
80-66.8-62.5	34.95	37.51	31.57	41.6
80-40-146.25	37.47	37.08	40.69	41.5
120-20-00	35.88	34.59	29.32	44.1
120-60-00	46.67	20.68	31.28	41.3
120-20-125	48.06	32.06	38.80	43.9
120-60-125	51.66	38.42	21.69	42.0
133.6-40-62.5	20.96	31.88	25.61	38.1

Igual resultado se observaron en el volumen del bulbo, lo cual es importante en términos de la calidad de la cebolla, al igual que el rendimiento respondió a niveles altos de N en los tratamientos T8 y T10, mientras que en T6 el nivel de N es medio, no así el P que es el nivel más alto. El mejor volumen de bulbo fue generado por los tratamientos T8 (373.4 cc), T10 (326.6 cc) y T6 (318.4 cc), mientras el más bajo fue T1 (257.2) (Figura 1).

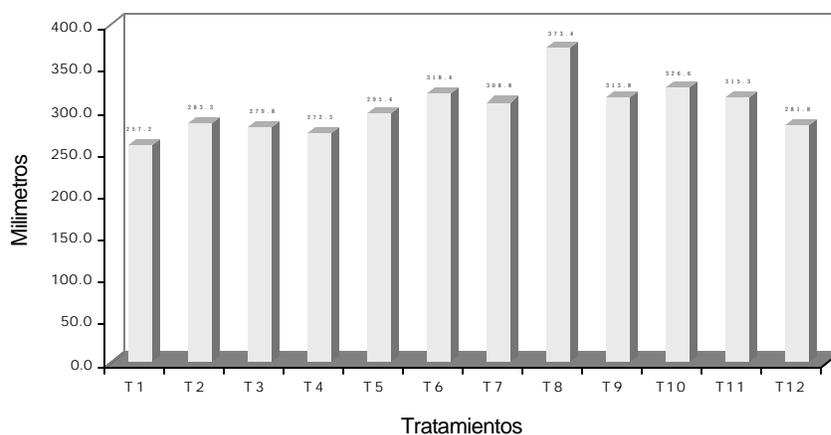


Figura 1. Efecto de doce niveles de fertilización N-P-K en el volumen del bulbo en el cultivo de cebolla con fertirrigación. DEP. FAZ-UJED, 2000.

Otra de las variables que mostró respuesta a niveles altos de N fue el diámetro del bulbo en los tratamientos T8 (8.4) y T10 (8.4)

En contraste, los tratamientos T1 y T4 muestran los más bajos valores en las variables rendimiento, volumen y diámetro de bulbo.

Discusión

Uribe (1989); Uribe y Martínez (1985) encontraron que los niveles de nitrógeno variaron de 0 a 300 kg ha⁻¹ con intervalos constantes de 60 kg, el rendimiento aumentó progresivamente con aplicaciones 0 kg ha⁻¹ hasta 120 kg ha⁻¹, después de lo cual adiciones de N no causaron aumento en la producción. En el presente estudio sobre las dosis de fertilización empleadas se encontró que el nivel de N a 120 kg ha⁻¹ se incrementó la producción, mientras que a niveles altos de N de 133.6 kg ha⁻¹ disminuyó, lo cual coincide con lo encontrado por Uribe y Martínez (1985). El potasio como indicador de la calidad del fruto en combinación con niveles medios de N y K muestra buenos resultados.

CONCLUSIONES

- El rendimiento y el volumen de bulbo en el cultivo de cebolla responde a niveles altos de N (120).
- La dosis con la formulación 120-20-00 produce un efecto positivo sobre la mayoría de las variables evaluadas en el presente estudio.
- El K actúa mejor cuando se aplica con altos niveles de N.
- El desarrollo de la parte aérea de la cebolla alcanza niveles similares a lo largo del rango de los tratamientos de N-P-K.
- El desarrollo del bulbo, con las variables altura del bulbo y diámetro del bulbo, se estimula también con los niveles de N-P-K.

LITERATURA CITADA

- Cano R. P. y J. A. Rivera C. 1999. Producción de cultivos hortícolas, Monografía de la cebolla. UAAAN. Torreón, Coah.
- Castellanos Z. J. 1997. Las curvas de acumulación nutrimental en los cultivos hortícolas y su importancia en los programas de fertirrigación. CEB-INIFAP. Celaya, Gto.
- Deshmukh. P. 1997. Effect of drip fertigation on physiological growth of onion. *Annals-of-Plant-Physiology* 11:1. Agrícola. India.
- Lazcano F. I. 1997. La importancia de la adecuada dosificación y selección de fertilizante. Instituto de la Potasa y Fósforo. Oficina para México y Norte Centro de América.
- SAGAR. 1998. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 1998. Lerdo, Dgo.
- Uribe M. H. R. 1989. Efecto de la fertilización y humedad sobre el rendimiento y calidad de la cebolla, Segundo día del horticultor. SARH. Cárdenas, Chih.
- Uribe M. H. R. y J. G. Martínez R. 1985. Efecto de la humedad y fertilizante nitrogenado sobre el rendimiento de cebolla. *Avances de investigación agrícola en zonas de riego y temporal*. SARH. México.

EFFECTO DE LA EPOCA DEL AÑO Y EL GRUPO GENETICO SOBRE LOS NIVELES SERICOS DE CORTISOL Y GLUCOSA EN HEMBRAS CAPRINAS

C. A. Meza H.¹, J. A. Bocanegra V.¹, R. Bañuelos, V.², C. F. Aréchiga F.², R. M. Rincón D.², R. Rodriguez M.³

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo.

A. P. 8, Bermejillo, Durango. México. 35230. e-mail: cmeza2000@hotmail.com

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas.

³ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna.

INTRODUCCION

Bajo condiciones desfavorables de alimentación y aprovisionamiento de agua, el caprino ejerce un control metabólico y renal al poner en funcionamiento respuestas compensatorias neuroendócrinas enfocadas a reestablecer la homeostasis (Boissy, 1995; Von Borell, 1995). Entre las anteriores destacan las hormonas adrenocorticotrópica (ACTH), cortisol, el sistema adenina-vasopresina-aldosterona y su relación con los niveles de Na y K (Silanikove, 2000). La respuesta de los animales expuestos a estrés puede ser separada en dos fases: Primera, la activación del eje Hipotálamo-Hipófisis-Adrenal y el consecuente incremento plasmático de los niveles de cortisol. La Segunda Fase incluye la adaptación al estrés, caracterizada por una declinación en la actividad del cortisol plasmático a niveles basales (Silanikove, 1992).

El-barody y Luikart (2000), encontraron que a excepción del K, la aldosterona, el cortisol y el Na mostraron niveles aumentados en cabras Baladi con respecto a la raza Zarabi, además, la expresión de dichas hormonas y Na fueron mayores ($P < 0.01$) en épocas con elevadas temperaturas ambientales. Lo anterior sugiere que incrementos en cortisol, aldosterona, y Na pueden considerarse como indicadores que muestran los diferentes grupos genéticos al estar expuestos a diferentes gradientes de estrés térmico. Los objetivos del presente estudio incluyeron la determinación de la concentración de cortisol y glucosa en cuatro épocas del año en seis genotipos caprinos del Norte de México.

MATERIAL Y METODOS

Ubicación y condiciones ambientales. El experimento se desarrolló en la Unidad de Experimentación Caprina Sur, de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas, Universidad Autónoma Chapingo (URUZA-UACH), localizada en el Municipio de Tlahualilo, así como en el Centro Nacional de Fomento Caprino (CNFC), de Tlahualilo, Durango. El área se sitúa en la parte noroeste del país, en la región conocida como la Comarca Lagunera, localizada entre los 26°06' Latitud Norte y 103°26'46' Longitud Oeste, a una altitud de 1092 msnm. La región se caracteriza por poseer clima cálido-seco BW, con precipitación media anual de 217/mm concentrada principalmente en el verano. La oscilación térmica es muy marcada; se observa una temperatura media anual de 22.3°C.; con máximas superiores a los 45 °C en Junio y mínimas inferiores a los 0 C° durante los meses de invierno.

Animales y manejo nutricional. Se utilizaron 30 cabras del CNFC de las razas Saanen, Toggenburg, Granadina, Nubia, Alpina, y cinco cabras Encastadas de la URUZA-

UACH, con una edad y peso promedio de 25 ± 3 meses y 33 ± 3 Kg, respectivamente. Las cabras fueron sexualmente maduras, no gestantes y sin antecedentes previos de gestación. Las condiciones de alojamiento en el CNFC incluyeron corrales cerrados con sombra disponible todo el día. Los animales recibieron una dieta constituida por ensilado de maíz, alfalfa henificada, concentrado, sales minerales, esta mezcla se ofreció dos veces al día, ofreciendo agua *ad libitum*. Las cabras encastadas recibieron una dieta a base de heno de alfalfa, con suplementación de maíz rolado, grasa de sobrepaso, sales minerales. Durante el período experimental las cabras encastadas tuvieron acceso *ad libitum* a sombra y agua, siendo alimentadas dos veces al día, heno por la mañana y el suplemento en la tarde, bajo condiciones naturales de luz.

Formación de grupos y colección de muestras. Se formaron seis grupos experimentales, considerando cinco individuos por grupo genético ($n=35$). El día del muestreo las cabras fueron trasladadas hacia un corral de manejo, después de transcurridos 20 minutos se obtuvo una muestra de sangre por cabra (8 ml), mediante venopunción de la yugular, utilizando tubos vacutainer estériles de 10 mL (Corvac Sherwood Medical). La toma de muestras se realizó entre las 10:00 y las 10:30 en Junio 20, Septiembre 28 y Diciembre 12 del 2000, y el 14 de Marzo del 2001, lo cual generó un total de 140 muestras. El peso vivo (PV) y la condición corporal (CC) se determinaron cada vez que se realizó el muestreo. La CC se estimó en forma subjetiva mediante palpación de los procesos transversos y verticales de las vértebras lumbares en una escala de cinco puntos (1= muy flaca, 5= muy gorda). Las muestras de sangre colectadas fueron transportadas en refrigeración al laboratorio de la URUZA, donde se separó el suero por centrifugación a 3,000 rpm durante 15 minutos, de cada muestra se obtuvieron 2 alícuotas de 1.8 ml y se almacenaron a -20°C hasta su posterior análisis.

Determinación de cortisol y glucosa. Las alícuotas de suero fueron utilizadas para la cuantificación de cortisol mediante radioinmunoanálisis (RIA), utilizando un kit comercial de cortisol Coat-A-Count, diseñado para medir la cantidad de cortisol en suero, orina y plasma heparinizado (Catálogo No. TKCO2, 200 tubos). El coeficiente de variación (CV%) intra-ensayo fue de 6.7 y para el Inter-ensayo de 9.8. Los niveles de glucosa se determinaron mediante el método de ortotoluidina.

Análisis Estadísticos. Una vez definidos los modelos las variables se analizaron según la metodología de mínimos cuadrados; la influencia de los efectos principales y su interacción sobre las variables de respuesta fueron analizadas mediante ANOVA. Los efectos principales grupo genético y época del año, así como la interacción fueron incluidas en el modelo principal (Gill y Hafs, 1971). La separación de medias consideró el procedimiento PDIFF, mediante el PROC LSMEANS, del paquete estadístico SAS (SAS, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto del Grupo Genético sobre Peso Vivo, Condición Corporal, Cortisol y Glucosa En el Cuadro 1 se concentra la información del efecto del genotipo sobre el PV, CC, y los niveles séricos de Cortisol y Glucosa. El modelo estadístico utilizado para evaluar el efecto de la raza sobre dichas variables fue significativo ($P<0.001$). El grupo genético afectó la expresión fenotípica de las variables PV y CC, observándose los mayores PV en los grupos Saanen y Toggenburg, seguidas de la Nubia, Alpina y Encastadas. La raza Granadina mostró el mas bajo ($P<0.001$) PV. Éstos resultados concuerdan con otros estudios, los cuales mencionan que los grupos genéticos de origen Alpino son más

pesados, mientras que las raza Granadina, de estructura más pequeña, es generalmente mas liviana.

CUADRO 1. Medias Mínimos Cuadrados, Nivel de Significancia, Peso Vivo (P.V, Kg), Condición Corporal (C.C), Cortisol ($\mu\text{g dL}^{-1}$) y Glucosa ($\mu\text{g dL}^{-1}$) en seis grupos genéticos caprinos del Norte de Durango (n=720, 25° LN)

RAZA	PV (Kg)	CC ¹	Co (mg dL^{-1})	GI (mg dL^{-1})
Probabilidad	$P<0.0001$	$P<0.0001$	$P>0.0001^a$	$P>0.0001$
Granadina	32.99 ^c	2.95 ^a	1.70 ^a	57.68 ^a
Nubia	41.02 ^b	3.04 ^a	1.52 ^a	56.92 ^a
Saanen	49.50 ^a	2.55 ^b	1.52 ^a	59.20 ^a
Toggenburg	47.04 ^a	2.47 ^b	1.41 ^a	67.18 ^a
Alpina	42.84 ^b	2.67 ^b	1.57 ^a	61.44 ^a
Encastada	39.37 ^b	3.21 ^a	1.15 ^a	50.77 ^a
Error Estandar	1.2	0.07	0.27	6.48

CC; 1=muy flaca, 5=muy gorda

a,b,c. Valores con diferente literal dentro de columnas, difieren ($P<0.001$)

El grupo genético afectó ($P<0.001$) la expresión de la CC; los grupos que mostraron la mejor CC fueron las Encastadas, seguidas de la Nubia y la Granadina, no existiendo diferencias entre éstas ($P>0.005$), pero si con respecto a las razas Saanen, Alpina y Toggenburg, las cuales mostraron la menor CC ($P<0.001$). La superioridad en CC mostrada por las cabras Encastadas sugiere un posible efecto de heterosis hacia tamaño corporal, lo cual pudo haber generado animales con menor talla que los genotipos puros Saanen y Alpinas. En efecto, Kleiber (1961) mencionó que los requerimientos energéticos de un animal está en función de su Peso Vivo^{0.75}, lo cual puede explicar que razas como la Saanen y Toggenburg, animales grandes, con mayor estructura ósea y alzada, presenten bajas condiciones corporales. En animales grandes y pesados, los requerimientos nutricionales son más altos ya que destinan menos nutrientes consumidos a la ganancia de peso. En cambio, en genotipos como la Granadina y las Encastadas (Criolla x Saanen o Alpina), debido a que su estructura anatómica es más pequeña, sus requerimientos para mantenimiento tenderán a ser menores y destinarán más de lo consumido hacia el desarrollo muscular.

Cortisol, hormona esteroide secretada por las glándula suprarrenal y liberada en estados de alarma, es considerada como un indicador usual de estrés (Sapolsky, 1996). Niveles elevados de cortisol, pueden explicar las pérdidas de producción y susceptibilidad a enfermedades durante estados de alarma al verse comprometida la función del sistema inmune asociada a niveles altos de catecolaminas (Dantzer y Mormede, 1983). En el presente estudio no se existieron diferencias ($P>0.005$) entre genotipos para dicha variable, mostrando valores plasmáticos dentro de los rangos normales descritos en caprinos, 1-17 ng mL^{-1} (Shamay *et al.*, 2000). Sin embargo, las Granadinas mostraron una tendencia numérica a presentar los mayores valores plasmáticos de cortisol, posiblemente como una respuesta a una mayor capacidad de absorción de calor debido a la cubierta externa de color negro. En efecto, El-barody y Luikart (2000) reportaron que al comparar cabras Baladi (negras) y Zarabi (policrómicas), las primeras fueron más susceptibles al estrés calórico al mostrar niveles elevados de aldosterona, cortisol y sodio.

El estrés causa una elevación de glucosa en plasma, debido al rompimiento de glicógeno en el hígado (Murray *et al.*, 1990). Sanhoury *et al.* (1992) observaron que el estrés

por transporte incrementó los niveles de cortisol, y que al transcurrir 120 minutos, no solo los niveles de cortisol sino los de glucosa se incrementaron. En el mismo sentido, Kannan *et al.* (2000) reportaron que la elevación en los niveles de glucosa estuvo precedida de un incremento en los niveles de cortisol. Por lo tanto, las concentraciones de glucosa en el plasma pueden ser usadas como un indicador de la intensidad del estrés (Sanhuri *et al.*, 1991). En el presente estudio, no existieron diferencias ($P>0.005$) entre genotipos sobre los niveles de glucosa, aunque se observaron promedios mas elevados en la raza Toggenburg. Los demás genotipos mostraron valores dentro de los rangos basales normales de glucosa descritos para rumiantes, que van de $50 \pm 5 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$ (Kannan *et al.*, 2000).

Efecto de la época del año sobre el Peso Vivo, Condición Corporal, y niveles séricos de Cortisol y Glucosa. En el Cuadro 2 se concentra información del efecto de la época del año sobre el PV, CC, Glucosa y Cortisol. Aún cuando no se observó efecto ($P>0.05$) de la época sobre el PV, se observaron diferencias entre épocas ($P<0.001$) para CC; la mas baja CC ocurrió en Septiembre, mes en el cual se observaron los menores valores de glucosa y los mayores valores de cortisol. Debido a que no se observó un efecto de época sobre PV, la menor CC observada en Septiembre sugiere una baja en el estado metabólico de las cabras en dicho mes, generando un estado de alarma en el animal y un consecuente aumento de cortisol.

Cuadro 2. Medias Mínimo Cuadráticas, Nivel de Significancia, Peso Vivo (PV, Kg), Condición Corporal (CC), Cortisol ($\mu\text{g dL}^{-1}$), Glucosa ($\mu\text{g dL}^{-1}$) en cabras así como Temperatura Media Ambiental (TMA) durante cuatro épocas del año en el Norte de Durango (n=720, 25° LN)

Epoca	CC ¹	PV(Kg)	GI (mg dL ⁻¹)	Co (mg dL ⁻¹)	TMA °C
<i>Probabilidad</i>	$P=0.001$	$P=0.392$	$P=0.001$	$P=0.001$	$P=0.001$
Junio	3.03 ^a	41.20 ^a	46.84 ^b	1.40 ^{a,b}	26.5
Septiembre	2.50 ^b	41.83 ^a	43.09 ^b	2.15 ^a	23.5
Diciembre	2.87 ^a	43.46 ^a	66.88 ^a	1.40 ^{a,b}	12.1
Marzo	2.84 ^a	42.08 ^a	78.61 ^a	0.95 ^b	17.0
Error Estándar	0.05	0.98	5.28	0.22	

CC; 1=muy flaca, 5=muy gorda

^{a,b}. Valores con diferente literal dentro de columnas, difieren ($P<0.001$)

Según Yousef y Johnson, (1985), la reducción en los niveles de glucocorticoides ocurre durante la aclimatación al calor, como una respuesta compensatoria con objeto de reducir la termogénesis en el animal. En general, la exposición de término corto al calor incrementa el cortisol en el plasma, pero la exposición de término largo lo disminuye. En condiciones de estrés, se incrementan los glucocorticoides plasmáticos y la síntesis de glucosa se acelera (Kent y Ewbank, 1986). En el presente estudio las mayores concentraciones de glucosa se observaron en Marzo y Diciembre ($P<0.05$) al compararlos con Junio y Septiembre. En efecto, durante Septiembre, paralelo a una mayor concentración de cortisol, se observaron los más bajos valores para CC. Dicho escenario sugiere una acción catabólica del cortisol sobre las reservas corporales del animal y por lo tanto en una disminución de la CC. Otro posible actor en dicho escenario sería un efecto benéfico de la somatotropina (GH), para que los animales mantuvieran su peso y concentración normal de glucosa.

CONCLUSIONES

El grupo genético afectó ($P < 0.001$) la expresión fenotípica de las variables peso vivo (PV) y condición corporal (CC), observándose los mayores PV los grupos Saanen y Toggenburg, seguidas de la Nubia, Alpina y Encastadas. La raza Granadina mostró el mas bajo ($P < 0.001$) PV. A diferencia del PV, los grupos que mostraron el mejor valor ($P < 0.001$) para CC fueron las cabras Encastadas, seguidas de la Nubia y la Granadina, no existiendo diferencias entre éstas ($P > 0.005$), pero si con respecto a las razas Saanen, Alpina y Toggenburg. No existió efecto ($P > 0.05$) del genotipo sobre los niveles plasmáticos de glucosa y cortisol. Aún cuando la época del año no afectó ($P > 0.05$) el PV, la CC difirió ($P < 0.001$) al través del año. La mas baja CC se observó en Septiembre, coincidente con los menores valores de glucosa y los mayores valores de cortisol. La menor CC observada en Septiembre sugiere una baja en el estado metabólico de las cabras, lo cual posiblemente generó un estado de alarma el cual se vio reflejado en una secreción aumentada de cortisol. Lo anterior sugiere una acción catabólica del cortisol sobre las reservas corporales del animal y por lo tanto disminuyó la CC. Sin embargo pudo haber un efecto benéfico de la somatotropina, para que los animales mantuvieran tanto su peso como su concentración normal de glucosa en suero.

LITERATURA CITADA

- Boissy, A. 1995. Fear and fearfulness in animals. *Q. Rev. Biol.* 70:165-170.
- Dantzer, R., and P. Mormede. 1983. Stress in farm animals: A need for reevaluation. *J. Anim. Sci.* 57:6.
- El-Barody, M. A. A., and Luikart G. 2000. Physiological responses of Egyptian goats as affected by heat stress and genotype. VII Int. Conf. on Goats, France, 15-21.
- Kleiber, M. 1961. *The fire of life: An introduction to Animal Energetics.* Willey, Mew York.
- Murray, R. K., Granner, P. A., Mayes, Rodwell V. W. 1990. Gluconeogenesis and control of the blood glucose: Hormone of the adrenal cortex and adrenal medulla. In: *Harper's biochemistry* (12th ed.). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Sanhoury, A. A., Jones, R. S., Dobson, H. 1992. Effect of xylazine on the stress response to transport in male goats. *Br. Vet. J.* 148:119-128.
- Sapolsky, R. M. 1996. Why stress is bad for your brain. *Nature*, 273:749-750.
- Shamay, A., S. J. Mabweesh, F. Shapiro, N. Silanikove. 2000. Adrenocorticotrophic hormone and dexamethasone failed to affect yield in dairy goats: comparative aspects. *Small Rum. Res.* 38:237-243.
- Silanikove, N. 1992. Effects of water Scarcity and hot environments on appetite and digestion in ruminants: A review. *Livest. Prod. Sci.* , 30:175-194.
- Silanikove, N. 2000. The Physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rum. Res.* 35: 181-193.
- Von Borell, E. 1995. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44:219-226.
- Yousef, M. K., Johnson, H. D. 1985. Endocrine system and thermal environment. In: *Stress physiology in livestock. Vol II: Basic principles.* 133-139.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE GRASA SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN CABRAS CON CONDICIONES CORPORALES DIVERGENTES

C. A. Meza H.¹, J. G. Chávez-Perches², M. Mellado B.³,
D. López A.¹, M. E. Hernández L.¹

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo.

A. P. 8, Bermejillo, Durango. México. 35230. e-mail: cmeza2000@hotmail.com

²Gabinete de Radiodiagnóstico y Ultrasonografía. Torreón, Coahuila.

³ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

INTRODUCCION

Estados de subnutrición pueden ejercer efectos nocivos en la reproducción de la hembra, actuando ya sea al nivel del ovario, la glándula pituitaria anterior o el hipotálamo. La restricción de energía en la dieta puede suprimir la liberación episódica de LH. Una alta frecuencia en el modo pulsátil de secreción de LH es importante para la fase final de maduración de los folículos ováricos, la inducción del estro y la ovulación (Smith, 1985; Sisk y Bronson, 1986; Teleni y Rowe, 1986; Smith, 1988; Schillo, 1992). Al respecto, se ha propuesto que cambios en la condición corporal pueden promover cambios en el perfil endócrino de ciertas hormonas metabólicas que afectan la síntesis y(o) liberación de hormonas gonadotrópicas.

En el mismo sentido, cambios en el peso vivo pueden promover diferentes respuestas en la sensibilidad del ovario al efecto de influencias endócrinas (LH, FSH), autócrinas y/o parácrinas de ciertos factores de crecimiento que influyen el desarrollo folicular y repercuten en la tasa ovulatoria. Los objetivos del estudio fueron determinar si condiciones corporales divergentes en animales con o sin suplementación de grasa de sobrepeso se relacionan con la función ovárica en cabras púberes.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área. La presente investigación se llevó a cabo en la Unidad de Experimentación Caprina Sur, de la URUZA-Universidad Autónoma Chapingo, localizada en Bermejillo Durango. La Unidad se localiza entre las coordenadas UTM (Universal Transversa Marcator) 639,935 E y 2,864,331 N, correspondiendo a las coordenadas geográficas 103° 36' 11.23" LO y 25° 53' 31.99" LN, con una altitud de 1,117 msnm. La región se caracteriza por poseer clima cálido-seco BW, con precipitación media anual de 217.1 mm concentrada principalmente en el verano. La oscilación térmica es muy marcada; se observa una temperatura media anual de 22.3°C.; con máximas superiores a los 45 °C en Junio y mínimas inferiores a los 0 °C durante los meses de invierno. Formación de grupos experimentales. Se utilizan 21 cabras de siete meses de edad formándose grupos de condición corporal y pesos vivos divergentes, las 10 cabras mas pesadas fueron alimentadas ad libitum con alfalfa henificada (14.6% PC), y las 11 cabras menos pesadas además de la alfalfa henificada recibieron 50 g de soya y 50 g de maíz rolado cabra día⁻¹. La suplementación se incrementó gradualmente hasta llegar a 100 g de soya y 100 g de maíz rolado hacia la cuarta semana. El heno de alfalfa molido se ofreció a razón de un 70% y 100% de los requerimientos nutricionales a los grupos de baja y alta condición corporal, en forma respectiva (NRC, 1985).

Diseño de tratamientos. Las cabras ($n=21$) fueron separadas en dos grupos, uno de alta ($\mu=3.5$, **ACC**) y el otro de baja ($\mu=3.0$, **BCC**) condición corporal, y fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de seis corrales dentro de CC. Posteriormente, los corrales dentro de CC fueron asignados a uno de dos tratamientos: (1) con 40 g grasa de sobrepaso (**CGS-P**) (**MEGALACÒ**) por cabra por día, y (2) sin grasa de sobrepaso (**SGS-P**). El período experimental consideró de 30 días antes y 15 días después de la ovulación. Se ofrecieron agua y sombra durante todo el período experimental (45 días). Las cabras recibieron heno por la mañana (0700) y suplementación por la tarde (1800), bajo condiciones naturales de luz. El diseño de tratamientos consistió de un arreglo factorial 2x2, con dos niveles de CC (alto, bajo), y dos niveles de suplementación de grasa de sobrepaso (con y sin).

Inducción del estro. Ocho días después de iniciada la fase experimental, las cabras fueron sincronizadas mediante la aplicación de una primera dosis de 0.9 ml de luprositol (Prosolvin®). Dicho fármaco es un análogo a la prostaglandina $F_{2\alpha}$, aunque su actividad luteolítica está aumentada. Aplicada entre los días 5 y 17 del ciclo estral produce una disminución de las concentraciones de P4 a menos de 1 ng mL^{-1} durante las primeras 24 hrs. posteriores a su administración. Al reducirse los niveles de P4, se promueve un incremento en los niveles de E2 así como de LH, seguido de la presentación de estro más un pico de LH en los siguientes 2 a 5 días, desencadenando la ovulación. La segunda aplicación de luprositol se realizó el 11 de Octubre.

Análisis ultrasonográfico. La tasa ovulatoria mediante la técnica de ultrasonido. Previo al análisis ultrasonográfico, las cabras fueron colocadas en una mesa de recumbencia dorsal, y sujetadas a la mesa de los miembros anteriores y posteriores. Se utilizó un equipo Toshiba Medical Systems, Ltd, Crawley, UK con un traductor lineal de 7.5 Mhz para uso veterinario. Se aplicó gel obstétrico (Lubrel, Arnolds Veterinary Products, Ltd. USA) al transductor, el cual se colocó dentro de un guante de látex estéril aplicando nuevamente gel obstétrico fuera del guante como lubricante.

Con objeto de manipular el traductor desde la parte externa del animal, el traductor fue sujetado con ligas plásticas a un bastón de madera de 50 cm de longitud y 2.0 cm de diámetro. El traductor se introdujo en el recto del animal, avanzándolo hasta la línea media del recto, con el rastreador dirigido hacia la parte ventral del animal hasta que la vejiga y el útero fueran identificados con la técnica transrectal con imagen ultrasónica (Griffin y Ginther, 1992). Una vez localizadas ambas estructuras, una serie de rotaciones bilaterales fueron realizadas, mientras que el transductor se movía en dirección caudal hasta que ambos ovarios fueron localizados.

Debido a los movimientos de la cabra, el movimiento generado en el tracto reproductivo dificultó el posicionar los ovarios en la parte media-lateral del útero. En dichos casos, los ovarios fueron identificados por la posición relativa de uno con respecto al otro (Dickie *et al.*, 1999). Todas las evaluaciones ultrasonográficas, fueron realizadas por un experimentado radiólogo, quien desconocía cualquier información previa de la cabra o del tratamiento a la que fue expuesta. El número y tipos de estructuras identificadas en ambos ovarios, a saber, el número de folículos mayores y menores a cinco milímetros, folículos totales, así como número y diámetro de cuerpos lúteos presentes, fueron registradas así como fotografiadas.

Análisis estadísticos. Los pesos corporales, diámetros del ovario y la actividad ovárica considerando el número y área de folículos y cuerpos lúteos, fueron evaluados

mediante un ANOVA dentro de un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos 2 x 2 (Snedecor y Cochran, 1967). La separación de medias consideró el procedimiento PDIFF, mediante el PROC LSMEANS, del paquete estadístico SAS (SAS, 1991). Todos los análisis fueron realizados utilizando los procedimientos del SAS (1988).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al inicio y final del período experimental las cabras BCC pesaron menos ($P < 0.001$) que cabras en ACC. En efecto, el peso vivo final resultó ser diferente ($P < 0.002$), favoreciendo a las cabras con ACC al momento del análisis ultrasonográfico (20.4 ± 0.38 vs. 22.2 ± 0.36). Al no existir interacción entre condición corporal y nivel de suplementación las medias para efectos principales son presentadas; los promedios para número de FT, CLT y AOT fueron 2.28, 0.9 y 3.14, respectivamente (Cuadro 1).

Respecto al número de cuerpos lúteos totales (CLT) no hubo efecto ($P > 0.05$) de los factores principales, sin embargo se observó una interesante tendencia numérica al observar el doble de CL en las cabras con alta condición respecto a las de baja condición corporal (1.2 vs. 0.6). El hecho de no observar diferencias estadísticas entre dichos promedios fue debido, seguramente, al reducido número de unidades experimentales utilizado para evaluar una variable de tipo discreto. Con respecto al nivel de grasa ofrecido, la tendencia observada sugiere que al no haber un efecto de la suplementación energética, posiblemente la respuesta animal en términos de TO, esté más relacionada con la historia nutricional de la cabra que el nivel de nutrición actual. La actividad ovárica total (AOT) no mostró ser influida por ninguno de los efectos principales, mientras que Scaramuzzi y Radford (1983) afirman que las ovejas pueden responder a cambios de corto tiempo en la disponibilidad de proteína y energía con un incremento en ovulaciones dobles. Por su parte, Downing y Scaramuzzi (1991) así como Smith (1985) mencionaron que ofreciendo niveles altos de energía se incrementa la TO independientemente del nivel de proteína consumido. En el mismo sentido, Smith (1988) mencionó que la suplementación de energía y proteína elevan la TO. La presente investigación sugiere que la tasa ovulatoria puede estar más relacionada a la historia nutricional de la cabra que el nivel de nutrición actual.

CUADRO 1. Medias de mínimos cuadrados para folículos totales (FT), cuerpos lúteos totales (CLT) y actividad ovárica total (AOT) en cabras consumiendo dos niveles de grasa de sobrepeso suplementaria y en condición corporal baja y/o alta ¹

Variables	Condición Corporal ²		Nivel de Grasa ³			EE ⁴	
	Baja	Alta	NSO ⁵	Baja	Alta		NSO
FT	2.30	2.23	0.932	1.90	2.63	0.357	0.5
CLT	0.60	1.20	0.175	1.30	0.50	0.060	0.3
AOT	2.80	3.43	0.359	3.20	3.03	0.807	0.4

¹ Al no existir interacción entre condición corporal y nivel de suplementación de grasa de sobrepeso, las medias de mínimos cuadrados para efectos principales \pm EE, son reportados.

² Condición corporal: Bajo ($PV = 20.4 \pm 0.4$), Alto (22.2 ± 0.3) ($P < 0.004$)

³ Nivel de grasa: Bajo ($0 \text{ g cabra}^{-1} \text{ día}^{-1}$), Alto ($40 \text{ g cabra}^{-1} \text{ día}^{-1}$)

⁴ EE, error estándar de medias de mínimos cuadrados más conservador

⁵ Nivel de significancia observado.

CONCLUSIONES

Los pesos vivos de las cabras púberes en condición corporal baja (CCB, $PV=20.4\pm 0.4$ kg) y alta (CCA, 22.2 ± 0.3 kg) difieren ($P<0.01$) al inicio y final del período experimental. Sin embargo, los efectos principales no afectaron ($P>0.09$) la expresión del número de folículos totales (FT), cuerpos lúteos totales (CLT) y la actividad ovárica total (AOT). Los valores promedio para dichas variables fueron 2.28 FT, 0.9 CL, y 3.14 AOT. Estos resultados parecen delinear una estrategia metabólica efectiva ejercida por parte de la cabra púber para asegurar que los recursos energéticos no sean dirigidos hacia funciones reproductoras que muestran una baja probabilidad de ser fisiológicamente exitosas en dicha etapa de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Downing J. A. and R. J. Scaramuzzi. 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 43:209-227.
- NRC. 1985. Nutrient requirements of goats: Angora, dairy and meat goats in temperature and tropical countries. 1ª. Ed. National Academy Press. Washington.
- SAS. 1988. SAS/STAT user's guide. (Release 6.03). SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Scaramuzzi R. J. and H. M. Radford. 1983. Factors regulating ovulation rate in the ewe. *J. Reprod. Fert.* 69:353-367.
- Schillo K. K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70:1271-1282.
- Sisk C. L. and F. H. Bronson. 1986. Effects of food restriction and restoration on gonadotropin and growth hormone secretion in immature male rats. *Biol. Reprod.* 35:554.
- Smith J. F. 1985. Protein, energy and ovulation rate. In 'genetics of reproduction in sheep'. (Eds R. B. Land and D.W. Robinson). Ch. 34. pp 349-359.
- Smith J. F. 1988. Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. *J. Biol. Sci.* 41:27-36.
- Snedecor G. W. And W. G. Cochran. 1967. *Statistical Methods*. (6th Ed.). The Iowa State Univ. Press, Ames.

PROPUESTA DE UN MODELO MATEMATICO PARA LA ESTIMACION DEL VOLUMEN OVARICO EN CABRAS

C. A. Meza-H.¹, J. L. Rios-Flores¹, J. G. Chávez-Perches²,
D. López A.¹, M. E. Hernández L.¹, C. Romero V.¹, R. Dionisio T.¹

1 Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas. Universidad Autónoma Chapingo.

A. P. 8, Bermejillo, Durango. México. 35230. e-mail: cmeza2000@hotmail.com

2 Gabinete de Radiodiagnóstico y Ultrasonografía. Allende 235 Ote. Torreón, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han desarrollado técnicas en diagnóstico ultrasonográfico de tiempo real que permiten obtener un gran acercamiento de estructuras reproductivas, ya sea por vía transabdominal o transrectal, sin necesidad de sacrificar los animales o aún si necesidad de invadir el tracto reproductivo. Antes del desarrollo de imágenes por ultrasonido, la morfología de los tejidos reproductivos era evaluada principalmente por palpación transrectal o mediante la extirpación o biopsias de los tejidos de interés. Al respecto, Talukdar (2000) en un estudio diseñado para evaluar el efecto de la inducción hormonal sobre la actividad ovárica en cabras prepúberes procedió al sacrificio de los animales para la colección y estudio posterior del oviducto y el útero, situación que además de incrementar los costos del desarrollo del proyecto, impiden el uso de dichos animales como futuros reproductores.

En pequeños rumiantes, la técnica del ultrasonido ha sido aplicada principalmente en ovinos (García et al., 1993; Schrick e Inskeep, 1993) y en mucho menor grado en caprinos. Los pocos estudios desarrollados han sido enfocados a evaluar dinámica folicular, tasa ovulatoria, y sobrevivencia embrionaria (Dickie et al., 1999; Padilla y Holtz, 2000a,b). Una de las limitantes de equipo ultrasonográfico con rastro lineal es la dificultad de evaluar el volumen ovárico al no tener la capacidad de hacer un rastreo trapezoidal (axial, lateral y transversal). En un estudio previo, Meza et al. (2000) evaluaron el comportamiento del tejido ovárico en los meses de Noviembre y Mayo en cabras de la Comarca Lagunera, considerando la ecuación de la esfera (Caballero et al., 1998) para obtener el volumen ovárico total. Debido a que el tejido ovárico posee una forma simétricamente elipsoidal, el presente estudio planteó como objetivo el desarrollo de un modelo matemático generalizado, basado en la Ecuación de la Elipse, para la obtención del volumen ovárico en cabras.

MATERIALES Y METODOS

Localización y condiciones ambientales del experimento. El estudio se realizó en la Unidad de Experimentación Caprina Sur, de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas-Universidad Autónoma Chapingo. La Unidad se localiza entre las coordenadas UTM (Universal Transversa Marcator) 639,935 E y 2,864,331 N, correspondiendo a las coordenadas geográficas 103° 36' 11.23" LO y 25° 53' 31.99" LN, con una altitud de 1,117 msnm. El área posee clima seco BW, cálido, la precipitación media anual es 217.1 mm, con temperatura media anual de 22.3 °C.

Animales e inducción del estro. Se utilizaron 21 cabras encastadas hacia Saanen y Alpina con un peso promedio al momento del primer rastreo ultrasonográfico, Noviembre, de

21.4±1.50 kg y de 29.59±3.97 kg al momento del segundo rastreo (Mayo). La dieta de las cabras consistió de heno de alfalfa, con suplementación de maíz rolado y grasa de sobrepeso, adecuando sus requerimientos nutricionales de acuerdo al peso vivo (NRC, 1985). Previo a los dos rastreos ultrasonográficos, las cabras fueron estrualmente sincronizadas mediante la aplicación de una primera dosis de 0.9 ml animal⁻¹ de luprositol (Prosolvín®), el cual es un análogo a la prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}). La segunda aplicación de luprositol fue 11 días posteriores a la primera aplicación.

Análisis ultrasonográfico transrectal. El análisis ultrasonográfico se realizó en dos épocas a). Noviembre: Epoca Reproductiva, y b). Abril: Epoca de Anestro, mediante el uso de un equipo Toshiba Medical Systems, Ltd, Crawley, UK. con transductor intracavitario de rastreo lineal de 7.5 MHz para uso veterinario y un monitor de alta resolución. El volumen ovárico total (VOT) fue calculado mediante el desarrollo del algoritmo.

Desarrollo del algoritmo para la estimación del volumen ovárico. Se consideró la teoría de los sólidos de revolución cuya formación se obtiene al girar alrededor del eje X la parte de la función en el primer cuadrante. Si la función es simétrica en el segundo cuadrante, como es el caso de elipse, el volumen total será igual al doble del sólido formado. De esta forma, el modelo elíptico considerado tiene como centro en el origen y su eje focal en el eje X, y se determina mediante la ecuación:

$$\frac{X^2}{A^2} + \frac{Y^2}{B^2} = 1 \quad (\text{Ecuación Matemática 1})$$

Dónde:

- A = Semieje mayor o mitad de la longitud del eje mayor del ovario
- B = Semieje menor o mitad de la longitud del eje menor del ovario
- Y = Variable dependiente de X
- X = Variable independiente.

Una vez que el plano del primer cuadrante gira alrededor del eje X se obtiene el sólido, el cual al subdividirse en cortes transversales infinitesimalmente pequeños en forma de discos, el volumen total del sólido equivaldrá a la suma de dichos discos, donde el volumen de un disco cualquiera (v_i) es definido como la multiplicación de la constante π por el cuadrado del radio (y^2) multiplicado a su vez por la altura (Δx). Lo anterior se expresa mediante el desarrollo de la siguiente ecuación:

$$v_i = \pi y_i^2 \Delta x \quad (\text{Ecuación Matemática 2})$$

Al hacer la sumatoria de cada uno de los volúmenes v_i , se obtendrá el volumen (V) buscado de la mitad del ovario, el cual al ser multiplicado por dos genera el volumen ovárico total (VOT):

$$V = 2 \sum_{i=1}^n v_i = 2 \sum_{i=1}^n \pi y_i^2 \Delta x \quad (\text{Ecuación Matemática 3})$$

Por las propiedades de las sumatoria de Riemann se sabe que si $n \rightarrow \infty$, entonces :

$$V = 2 \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \pi y_i^2 \Delta x = 2\pi \int_0^a y^2 dx$$

Por lo que la ecuación Matemática 3 se transforma en:

$$V = 2\pi \int_0^a y^2 dx \quad (\text{Ecuación Matemática 4}).$$

Al sustituir el valor de Y, según la ecuación uno, en la ecuación cuatro, y aplicando los límites superior e inferior, y una vez simplificada la expresión se obtiene la ecuación matemática cinco, que es finalmente el algoritmo con el cual se estima el Volumen Ovárico Total, en la cual solo se sustituyen los valores de los ejes mayores y menores del ovario generados por el transductor con rastreo lineal.

$$V = \frac{4\pi A^2 B}{3} \quad (\text{Ecuación Matemática 5})$$

Análisis estadísticos. El efecto del método de desarrollo del algoritmo (Ecuación de la Elipse o de la Esfera), así como del mes de rastreo (Noviembre, Abril), sobre el volumen ovárico total fueron evaluados mediante análisis de varianza (ANOVA). Todos los análisis utilizaron los procedimientos del SAS (1988).

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la Metodología de Estimación y de la Epoca del Año sobre el Volumen Ovárico. El promedio observado para el volumen ovárico total (VOT) en Noviembre mediante la Ecuación de la Esfera fue 4,894.5 mm³, mostrando un incremento (P<0.001) del 462 % hacia el rastreo realizado en Abril (Cuadro 1), al cuantificarse un promedio global de 20,698 mm³. Al hacer dichas comparaciones considerando la Ecuación de la Elipse se observó la misma tendencia, aunque el incremento observado en el rastreo de Abril fue del orden del 387%. Dichas tendencias coinciden con lo reportado previamente por Meza et al. (2000), quienes encontraron un mayor número de folículos, cuerpos lúteos y actividad ovárica total en cabras escaneadas en Abril con respecto a Noviembre.

CUADRO 1. Medias (±) error estándar del volumen ovárico izquierdo, derecho, y total (mm³) durante rastreo ultrasonográfico en Noviembre (Epoca Reproductiva) y Abril (Epoca de Anestro) utilizando la Ecuación de la Esfera y la Ecuación de la Elipse en cabras del Norte de México

<i>VOLUMEN OVARICO</i>	<i>NOVIEMBRE</i>	<i>ABRIL</i>
<u>ECUACION DE LA ESFERA</u>^x		
Izquierdo	2,671.3 ± 1,576.8 ^b	10,624.9 ± 1,779.0 ^a
Derecho	2,178.1 ± 1,151.2 ^b	10,073.6 ± 2,130.1 ^a
Total	4,849.5 ± 2,317.8 ^b	20,698.5 ± 2994.5 ^a
<u>ECUACION DE LA ELIPSE</u>^y		
Izquierdo	1,732.9 ± 745.0 ^b	6,508.6 ± 1,300.1 ^a
Derecho	1,500.8 ± 676.0 ^b	6005.7 ± 1,248.4 ^a
Total	3,233.7 ± 1,164.5 ^b	12,514.3 ± 1,919.4 ^a

^{a,b} Valores con diferente literal entre rastreos, difieren (P<0.05)

^{x,y} Valores con diferente literal entre metodologías, difieren (P<0.05)

Aún cuando el incremento en el VOT observado en Abril pudo deberse a un mayor PV, es importante resaltar que el incremento del PV en Abril fue del orden de 37.8% con respecto al rastreo de Noviembre. Sin embargo, dicho aumento pudo generar una mayor madurez reproductiva en las cabras con 16 meses de edad. En efecto, el incremento ($P < 0.01$) observado en el VOT durante Abril, sugiere una mayor actividad-sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario-ovárico en las cabras con 16 meses de edad con respecto al rastreo efectuado en Noviembre, cuando las cabras solamente contaban con 10 meses. Lo anterior es potencialmente interesante considerando que el segundo rastreo fue realizado a en Abril, mes del año catalogado como de limitada actividad reproductiva en la Comarca Lagunera debido a efectos de un incremento en el fotoperíodo.

CONCLUSIONES

El algoritmo basado en la ecuación de la elipse generó un volumen ovárico total (VOT) con menor variabilidad ($P < 0.05$) con respecto a la ecuación de la esfera. El VOT en Noviembre fue $3,233.7 \pm 1,164.5 \text{ mm}^3$, incrementándose ($P < 0.001$) un 387 % en Abril, mes considerado de reducida actividad reproductiva en la Comarca Lagunera. El algoritmo desarrollado en base a la ecuación de la elipse permitió una estimación rápida y sencilla del VOT.

LITERATURA CITADA

- Caballero, C. A., C. L. Martínez, y G. J. Bernardez. 1998. Tablas Matemáticas. (46va. Ed). Editorial Esfinge. México.
- Dickie, A. M., C. Paterson, J. L. Anderson, and J. S. Boyd. 1999. Determination of Corporea Lutea Numbers in Booroola-Texel Ewes using Transrectal Ultrasound. *Theriogenology*. 51:1209-1224.
- Meza, H. C. A., J. G. Chávez-Perches, C. M. Valencia C., V. Castañeda V., D. López A., M. E. Hernández L., J. Granados G. 2000. Análisis ultrasonográfico de la actividad ovárica en cabras del Norte de México. XV Reunión Nacional sobre Caprinocultura. AMPCA, A.C., FMVYZ-UADY. Mérida, Yucatán. p. 78-81.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of goats. National Academic of Sciences. Washington, D.C.
- Padilla, G., and W. Holtz. 2000a. Follicular Dynamics in Cycling Boer Goats 7th International Conference on Goats. Tours, France. Tome I: 479
- Padilla, G., and W. Holtz. 2000b. Pregnancy Detection by Transrectal and Transabdominal Ultrasonography in Goats, 7th International Conference on Goats. Tours, France. Tome I: 483.
- SAS, 1988. SAS/STAT User's Guide. (Release 6.03). SAS Institute, Inc. Cary, NC.

CLASIFICACIÓN DE MEDIDAS CORPORALES DE UBRE Y ORDEÑO EN CABRAS NATIVAS

Granados García J¹., Valencia Castro C. M¹. Meza Herrera C²., J. José. Quiñónez V.¹

1 Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango

2 Unidad Regional de Zonas Áridas - Universidad Autónoma de Chapingo.

INTRODUCCIÓN

En el sistema extensivo de producción caprina, la selección de animales se realiza sobre la base de la observación de la apariencia física de cada individuo. En este proceso, el productor le otorga un peso especial a la conformación corporal y en la medida de lo posible a alguno de los diferentes componentes que la integran. En la lógica del productor esta apreciación está relacionada con el desempeño productivo futuro de las cabras, particularmente con la producción de leche. Diferentes autores han evaluado este fenómeno en cabras puras o con alto grado de encaste en sistemas de producción semintensivos e intensivos (Portillo, 1994; Gall, 1980), en los cuales se presentan resultados contradictorios en cuanto a los valores de correlación entre las características corporales y la producción de leche. En cabras nativas o "cercianas", existen pocos estudios, se puede citar el de Montaldo et al., (1988) en el cual se estudió la relación fenotípica entre características de ordeño y ubre. El presente trabajo, aborda este tema en cabras nativas con uno a varios partos en dos años de muestreo y pretende como objetivo clasificar las medidas corporales, de ubre y ordeño, en relación a la producción de leche.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Comarca Lagunera, en un hato particular del ejido Venecia en el municipio de Gómez Palacio Durango, localizado en la latitud 25° 46' 42" N y la longitud 103° 37' 27" W.

Fuente de datos. Se utilizaron dos grupos de cabras, en el primer muestreo el grupo consistió de 20 cabras nativas de primer parto, que fueron empadrasadas en el mes de junio, a las cuales se les dió seguimiento a sus lactancias durante el año de 1999. El otro grupo fue de 27 cabras de diferentes edades, empadrasadas en diciembre del 2000.

Metodología

Las cabras fueron identificadas con arete antes del periodo de empadrasada, registrando además su edad, peso, perímetro de tórax y alzada. La primera pesada de leche se realizó dentro de los primeros 15 días postparto y posteriormente cada semana. Se realizaron dos mediciones de características corporales, de ubre y ordeño en dos fechas intermedias de la lactancia.

Las variables medidas fueron:

Peso de la cabra.

Medidas morfológicas corporales: Longitud de la cruz a la base de la cola, Altura a la cruz, Perímetro torácico, Perímetro abdominal, Ancho de la grupa, Profundidad de tórax, Altura ubre-piso.

Medidas de ubre y ordeño: Perímetro de la ubre, Perímetro de pezón, Longitud de pezón, Producción de leche.

El flujo de leche (g/s) se obtuvo como el cociente de producción de leche y tiempo de ordeño (Portillo, 1994)

Análisis estadístico. A partir de estos datos se realizó un análisis estadístico descriptivo y de correlación simple dentro de medidas corporales, de ubre y ordeño y de estas con producción total de leche. Posteriormente se realizó un análisis de componentes principales, mediante el programa estadístico STATGRAPHICS Ver. 5.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estimadores estadísticos de las variables analizadas en los dos periodos de muestreo se presentan en los Cuadros 1 y 2.

CUADRO 1. Promedio y variabilidad de las medidas corporales, de ubre y ordeño en el periodo 1999 – 2000. Venecia, Dgo.

VARIABLES	MEDIA	D. E.	MINIMO	MAXIMO	C. V. %
Peso corporal(kg.)	29.91	3.91	21	35	13.09
Altura a la cruz (cm)	68.50	3.00	63	72	4.37
Longitud corporal (cm)	65.25	3.36	59	71	5.150
Perímetro torácico (cm)	75.5	3.75	67	82	4.97
Perímetro abdominal(cm)	80.58	6.45	71	90	8.01
Ancho de grupa (cm)	16.37	1.15	15	18	7.02
Altura ubre-piso (cm)	32.00	3.93	24	38	12.28
Profundidad de tórax(cm)	30.91	1.08	29	33	3.504
Perímetro de ubre (cm)	36.00	5.06	24	44	14.06
Perímetro de pezón (cm)	9.08	3.05	5	16	33.67
Longitud de pezón (cm)	5.45	1.32	4	8	24.2
Tiempo/ ordeño s	72.5	22.6	40	118	31.18
Flujo de leche (g/ s)	5.66	1.81	3.81	9.3	31.98
Producción de leche (g/d)	375	105.52	200	550	28.14

D. E. desviación estándar, C. V. coeficiente de variación.

CUADRO 2. Promedio y variabilidad de las medidas corporales, de ubre y de ordeño en el periodo 2000 – 2001. Venecia, Dgo.

VARIABLES	MEDIA	D. E.	MINIMO	MAXIMO	C. V. %
Peso corporal(kg.)	34.36	5.76	24	44	16.55
Altura a la cruz (cm)	67.55	4.39	53	73	6.48
Longitud corporal (cm)	64.53	7.24	65	77	11.13
Perímetro torácico (cm)	74.18	5.79	60	84	7.79
Perímetro abdominal(cm)	79.35	5.23	68	91	6.58
Ancho de grupa (cm)	15.75	1.35	13	18	8.59
Altura ubre-piso (cm)	31.36	2.67	25	37	8.33
Profundidad de tórax (cm)	31.43	2.75	24	35	8.71
Perímetro de ubre (cm)	40.61	6.35	28	52	15.44
Perímetro de pezón (cm)	7.98	2.82	3	16	34.06
Longitud de pezón (cm)	5.85	2.44	3	14	39.03
Tiempo/ ordeño s	106.51	46.54	23	236	39.87
Flujo de leche (g/ s)	7.34	3.02	1.88	17.39	38.12
Producción de leche (g/d)	760	316.22	200	1300	37.94

D. E. desviación estándar, C. V. coeficiente de variación.

Las medidas de la ubre y relativas al ordeño muestran una mayor variabilidad lo cual concuerda con lo obtenido por Portillo (1994) y Montaldo *et al.*, (1988) en cabras Alpinas, Toggenburg y sus cruza con Sannen en el primero, y Nativas y Mestizas en el segundo autor.

Se observó que las variables corporales que presentan una mayor correlación positiva y altamente significativa con la producción de leche para el primero y segundo año son; El perímetro torácico 0.78 y 0.62, el perímetro abdominal 0.67 y 0.64, seguidas por el peso corporal 0.64 y 0.69, y ancho de grupa con valores altamente significativos de 0.62 y 0.60 respectivamente, lo cual no concuerda con lo reportado por Portillo (1994).

Con respecto a las medidas de ubre en el primer y segundo periodo de muestreo, la mayor correlación con producción de leche ocurrió con el perímetro de ubre y su valor fue de 0.74 y 0.78 ($P < .01$) respectivamente. En el segundo periodo se encontró además una correlación de 0.56 ($P < .01$) entre la producción de leche y el tiempo de ordeño.

Los resultados del análisis de componentes principales para todas las variables medidas en los dos años de estudio se presentan en el Cuadro 3 y 4. Se incluyen los primeros cuatro componentes, ya que en conjunto explican más del 80% de la variabilidad total. En el primer año de estudio el primer componente que explica el 45% de la variación total es una combinación lineal con una aportación proporcional de un gran número de variables, entre las que destacan las variables corporales como el peso, perímetro abdominal, ancho de la grupa y las de ubre y ordeño como el perímetro de pezones y flujo de leche (Cuadro 3).

Lo cual se presenta también en el segundo año, en el que destaca la participación del peso, perímetro de tórax, perímetro abdominal y las de ubre y ordeño como perímetro de ubre y producción de leche (Cuadro 4).

El segundo componente en el primer periodo, es un contraste entre la alzada, la longitud de pezones y tiempo de ordeña que presentan coeficientes altos (>0.37) y negativos con variables como la longitud corporal y la producción de leche con coeficientes positivos (Cuadro 3). En este caso un valor alto y negativo del componente indica cabras con gran alzada, pezones largos y tiempos de ordeña altos, pero también de baja longitud corporal y menor producción de leche. Por el contrario, un valor alto y positivo de este componente está asociado con cabras largas y de buena producción de leche. Este componente explicó el 20% de la variación total. En el segundo año de estudio, el componente 2 muestra también un contraste entre las variables tiempo de ordeño, perímetro de ubre y producción de leche con valores negativos y variables como longitud de pezón y perímetro de pezón con coeficientes positivos. En este caso un valor alto y negativo indica cabras con mayor tiempo de ordeño altos, pezones cortos y delgados y bajo flujo de leche así como menor producción de leche. Por el contrario un valor alto y positivo de este componente indica cabras con menor tiempo de ordeño, pezones largos y anchos, alto flujo y producción de leche (Cuadro 4).

CUADRO 3. descripción de los primeros cuatro componentes principales para todas las variables (1999 - 2000). Venecia, Dgo.

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Peso de la cabra (kg)	0.378928	0.0529148	0.163614	-0.125517
Altura a la cruz (cm)	0.097614	-0.508076	0.0523972	-0.295051
Longitud corporal (cm)	0.20498	0.370795	0.315684	0.117073
Perímetro torácico (cm)	0.194479	0.285257	0.236369	-0.554719
Perímetro abdominal (cm)	0.37465	0.0560006	-0.0879377	-0.200458
Ancho de la grupa (cm)	0.360073	-0.137082	0.024675	0.000456
Altura ubre-piso (cm)	0.30509	-0.0151113	-0.0507107	0.548323
Profundidad de tórax (cm)	0.0108119	0.187637	0.628835	0.24417
Perímetro de ubre (cm)	0.301594	0.0353053	0.0915731	0.00256
Perímetro de pezones	0.356329	0.107144	-0.179661	0.105674
Longitud de pezones	0.140172	-0.442191	0.209031	0.347493
Tiempo de ordeño (seg)	0.17124	-0.37381	0.20938	-0.202453
Producción de leche (gr)	0.180838	0.305297	-0.442879	0.047161
Flujo de leche (gr/seg)	0.322849	-0.15312	-0.290296	0.013191
Proporción de la variabilidad explicada	45	20	11	7.4

CUADRO 4. Descripción de los primeros cuatro componentes principales para todas las variables (2000 - 2001). Venecia, Dgo.

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Peso de la cabra (kg)	0.3768	-0.0138725	0.206636	-0.0514028
Altura a la cruz (cm)	0.152105	0.102938	0.206523	0.718823
Longitud corporal (cm)	0.147248	-0.143088	-0.149856	0.310231
Perímetro de torácico (cm)	0.351746	-0.084743	0.123214	-0.111451
Perímetro abdominal	0.356553	-0.0915876	0.093642	-0.0823356
Ancho de la grupa (cm)	0.349708	0.132998	0.165123	0.0135189
Altura ubre-piso (cm)	-0.0846208	0.087449	0.697535	0.128134
Profundidad de tórax (cm)	0.324189	0.09008523	0.226093	-0.0755258
Perímetro de ubre	0.310942	-0.298681	-0.222532	-0.000782
Perímetro de pezones (cm)	0.230395	0.348528	-0.366096	0.110071
Longitud de pezones (cm)	0.204085	0.418972	-0.324228	0.23019
Tiempo de ordeño (seg)	0.112317	-0.558626	-0.0935339	0.0401456
Producción de leche (gr)	0.319375	-0.220366	-0.0462312	-0.117522
Flujo de leche (gr/seg)	0.147512	0.382495	0.061215	-0.512226
Proporción de la variabilidad explicada	43.80	17.4	10.4	7.1

El tercer componente en el primer año explica el 11% de la variación total y se interpreta como un contraste entre la profundidad de tórax y la producción de leche (Cuadro 3). En el segundo año se observa un contraste entre longitud de pezón, perímetro de pezón y flujo de leche con el tiempo de ordeño (Cuadro 4). Finalmente el componente 4 del primer año contrasta el perímetro torácico y altura de la ubre explicando el 7.4% de la variación total. Para el siguiente año este mismo componente contrasta altura a la cruz con flujo de leche explicando el 7.1% del total de la variación.

CONCLUSIONES

1. Sobre la base del análisis de componentes principales las variables más importantes con relación a la producción de leche en las cabras son en orden de importancia el perímetro torácico el perímetro abdominal, el ancho de grupa, el perímetro de ubre y el perímetro de pezón.

2. Los resultados de los dos años mostraron gran consistencia en lo que se refiere a la relación entre las variables estudiadas y la producción de leche.

LITERATURA CITADA

Gall C. 1980. Relationship between body conformation and production in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 63:1768.

Montaldo, V. H., M. Ochoa de S. y J.J. López R. 1988. Relaciones fenotípicas entre tiempo de ordeña manual, flujo de leche, producción de leche y conformación de la ubre en cabras nativas y mestizas en México. En: *Memorias del Congreso Interamericano de Producción Caprina*. pA1. Torreón Coah. México.

Portillo Loera, J. J. 1994. Caracterización de la curva de lactancia en cabras lecheras criadas en un sistema de producción semintensivo. Tesis Maestría. Facultad de Zootecnia. U. A. CH.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS EN CRECIMIENTO AL INCLUIR RASTROJO DE MAÍZ Y PAJA DE FRIJOL EN LA RACIÓN

J. Santos Serrato Corona¹, R. Partida Rodríguez¹, J. D. López Martínez y Edmundo Castellanos Pérez¹

1 Maestro Investigador. Facultad de Agricultura y Zootecnia - UJED. Ej. Venecia, Dgo. México. s-serrato@correoweb.com

INTRODUCCIÓN

La producción de residuos agrícolas en nuestra región es considerable, para el año de 1999 se produjeron más de 50,000 toneladas de paja de frijol y rastrojo de maíz. Desafortunadamente un gran tonelaje de esos subproductos no son aprovechados como fuente de nutrientes en la alimentación del ganado, ya que normalmente son incinerados ó abandonados en el campo. Algunos investigadores han utilizado el rastrojo de maíz directamente en el campo pastoreando ganado bovino como una manera económica de utilizar dicho recurso (Klopfenstein et al., 1987). El uso de rastrojo de maíz y paja de frijol en la dieta de ganado caprino en la región se realiza en forma rutinaria al pastorear dicho ganado en áreas de cultivo después de la cosecha, sin embargo no se ha determinado si este tipo de residuos agrícolas pueden ser utilizados eficientemente por ganado especializado en desarrollo. Las características propias del ganado rumiante le permiten obtener nutrientes aún de forrajes toscos para satisfacer sus necesidades de mantenimiento. El ganado caprino tiene mayor capacidad que el ganado bovino en la utilización de forrajes fibrosos, debido a que proporcionalmente tienen mayor capacidad ruminal (Crampling, 1960). Se realizó un experimento con el objeto de investigar el comportamiento productivo de ganado caprino de raza pura en crecimiento al incluir rastrojo de maíz y paja de frijol en la ración.

MATERIALES Y METODOS

Veintisiete cabras en crecimiento con un peso corporal de 24 ± 3 kg, de tres diferentes grupos raciales; Nubia, Alpina, y Saanen del Centro de Mejoramiento Genético Desarrollo y Fomento Pecuario, Unidad Caprina de Tlahualilo, Dgo. se distribuyeron aleatoriamente en nueve grupos de tres animales cada uno, con tres repeticiones por raza y tratamiento. Se diseñaron corrales de 2.65 x 3.70m y una altura de 1.80 m provistos de comederos y bebederos. Previo al inicio del experimento las cabras recibieron un período de adaptación a las nuevas dietas y manejo rutinario por 15 días, con el afán de lograr un consumo constante de alimento, se ofreció un excedente del 15 % con relación al consumo del día anterior. Los ingredientes y composición química de las raciones ofrecidas se muestra en el cuadro 1. Los forrajes de la ración se molieron utilizando un molino de martillos con una malla de 5 cm y mezclados homogéneamente antes de ofrecerlos individualmente a cada uno de los animales. Se colectaron submuestras del alimento ofrecido cada semana y se mezclaron para obtener una muestra compuesta a la cual se le determinó su composición química por duplicado. El consumo de alimento se determinó pesando el alimento ofrecido y rechazado diariamente. El cambio de peso corporal se determinó pesando los animales dos días seguidos aproximadamente a la misma hora (07:00 am) antes de aplicar los tratamientos y posteriormente cada 8 días durante el periodo experimental, con la obtención del consumo e incremento de peso se determinó la eficiencia en la conversión del alimento.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo con el diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x3 (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de alimento fue mayor ($P < 0.01$) en aquellas cabras que recibieron paja de frijol y rastrojo de maíz con consumos de 129.4 y 140.1 g/día sobre el consumo observado en las cabras del grupo control como se aprecia en el cuadro 2. Lo anterior sugiere que las raciones ofrecidas fueron satisfactoriamente aceptadas por el ganado, considerando que más del 15 % de la misma estuvo representada por residuos agrícolas, sin embargo el contenido de nutrientes, específicamente proteína ofrecido en las raciones con residuos agrícolas fue aproximadamente un 67 % con relación al contenido de proteína en el grupo control. Debido a que el contenido de proteína en la ración CON fue mayor en aproximadamente un 33 %, las cabras en los grupos RMFU y RMFA requirieron de un mayor consumo para intentar satisfacer sus necesidades de nutrientes. Los resultados observados en este trabajo son ligeramente superiores a los 618 g de consumo que reporta Díaz et al. (1992) al emplear dietas a base de rastrojo de maíz, melaza y levadura. Galina et al. (1992) reportan un consumo de 858 g por día en cabras menores de un año al incluir en la ración hasta un 29 % de rastrojo de maíz, además de 29 % de punta de caña y 9.5 % de melaza como aditivo. La raza no influyó ($P = 0.24$) el consumo de alimento, sin embargo la interacción raza por ración resultó significativa ($P < 0.01$) debido probablemente a la gran diferencia en el consumo de alimento entre las diferentes raciones.

El incremento de peso fue mayor ($P < 0.01$) en las cabras del grupo CON comparado con aquel observado en las cabras que consumieron dietas con paja de frijol y rastrojo de maíz, como se puede observar en el cuadro 2. La diferencia en el cambio de peso corporal observado, fue debido al mayor contenido de nutrientes en la ración, ya que las cabras del grupo CON recibieron aproximadamente un 30 % más proteína en la ración comparadas con las cabras que recibieron los tratamientos que contenían residuos agrícolas. McDowell rastrojo de maíz + y Bove (1977) reportaron un rango 18 a 200 g de incremento de peso diario. Por su parte Galina et al. (1992) encontró incrementos muy superiores (82 g/día) a los encontrados en este estudio (31 g/día), al incorporar rastrojo de maíz, fuentes de proteína verdadera, melaza y urea en la dieta. El incremento de peso también fue influenciado por la raza ($P = 0.01$), registrando incrementos de 37.9, 39.2 y 44.7 g/día para las razas Nubia, Alpina y Saanen respectivamente. Mellado s/f reporta que el ganado caprino encastado de Alpina y Nubia bajo condiciones semi-extensivas, presenta un mejor comportamiento productivo que el ganado encastado de Saanen, probablemente debido a su mayor capacidad de adaptación como consecuencia de su origen a las condiciones adversas de esas áreas, sin embargo, bajo condiciones intensivas la raza Saanen presenta un mejor comportamiento. Martínez et al. (1988) encontraron cambios de peso significativamente mayores en cabras en crecimiento de la raza Saanen al compararla con la raza Nubia durante un período de tres años. La interacción raza por ración fue significativa ($P < 0.01$). Debido probablemente a la gran diferencia en el incremento de peso registrado por efecto de ración, como se observa en el cuadro 2. Las cabras en el grupo CON resultaron ser más eficientes ($P < 0.01$) en la conversión de alimento que aquellas que recibieron rastrojo de maíz y paja de frijol en la dieta como se observa en el cuadro 2. Las cabras del grupo CON consumieron menor cantidad de alimento sin embargo, consumieron mayor cantidad de nutrientes, debido a una mayor densidad de nutrientes en la ración, resultando en un mejor comportamiento productivo. Galina et al. (1992) reportan una eficiencia similar a la conversión de alimento de los animales en el grupo CON al investigar el efecto de la inclusión de hasta un 29 % de rastrojo de maíz en la ración de cabras en crecimiento. Tanto

la raza ($P = 0.83$) como la interacción raza por ración ($P = 0.80$) no influenciaron la eficiencia en la conversión de alimento.

CONCLUSION

En conclusión la inclusión de residuos agrícolas, tales como rastrojo de maíz y paja de frijol, aún cuando son una importante fuente de nutrientes para el ganado rumiantes en etapas de poca demanda de nutrientes, no fueron capaces de mantener el ritmo de crecimiento de cabras jóvenes comparados con aquellas consumiendo forrajes de buena calidad y concentrado, sin embargo, es posible lograr un crecimiento aceptable al incluir dichos residuos agrícolas en dietas para cabras de raza pura en etapa de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Crampling, R.L. 1960. Rate of food stuff through the alimentary tract of the goat. *Journal Nutrition*. 10:15.
- Diaz, G.M.O., M.M. Balderas y R.M.O. De La Torre. 1992. Efecto de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre hembras caprinas durante la época de crecimiento. in: VIII Reunión de caprinocultura. Oax. México. p. 63-67.
- Galina, M., J. Retana, A. Aguilar y J. Palma. 1992. Recrias de cabritas con caña de azúcar, rastrojo de maíz, proteína verdadera, melaza y urea en el trópico de Colima. In: IX Congreso Nacional Caprino. Monterrey, N.L. México. p. 160.
- Klopfenstein, T., L. Roth, S. Fernández and M. Lweis. 1987. Corn residues in beef production systems. *J. Anim. Sci.* 65:1139-1148.
- Martínez. L.R., R.M.Sahagun y R.H. Barretero. 1988. Crecimiento hasta el destete en dos razas de caprinos en el noreste de Jalisco. in: Congreso Interamericano de Producción caprina. Torreón Coah. México. p. A37
- McDowell y R. Bove. 1977. The goat as a producer of meat. Department of Animal Science. Cornell University Ithaca, New York.
- Mellado, B.M. s/f. Producción de caprinos en pastoreo. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coah. México. p. 361-364.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd ed. McGraw-Hill, Inc. New York.

CUADRO 1. Ingredientes y composición química de las raciones alimenticias ofrecidas a cabras en crecimiento de tres diferentes grupos raciales. FAZ-UJED.

Ingrediente, %	Ración ^a		
	CON	RMFU	RMFA
Heno de avena	81.89	72.13	--
Paja de frijol	13.93	14.75	--
Rastrojo de maíz	3.83	2.34	--
Urea	0.33	--	--
Melaza	5.00	5.00	--
Heno molido de alfalfa	--	10.76	--
Concentrado comercial (14 % PC)	--	--	53.84
Heno de alfalfa	--	--	30.76
Ensilado de maíz	--	--	15.38
Contenido de nutrientes, %			
Materia seca	95.0	94.0	95.0
Proteína cruda	14.7	10.0	9.9
Fibra cruda	22.0	29.0	29.0
Cenizas	8.9	13.1	14.2
Extracto etéreo	2.0	2.0	1.3
Extracto libre de nitrógeno	52.3	45.9	45.4

^a CON = control; RMFA = rastrojo de maíz + paja de frijol + heno molido de alfalfa; RMFU = rastrojo de maíz + paja de frijol + urea.

CUADRO 2. Consumo de alimento, incremento de peso y eficiencia en la conversión de alimentos de cabras en crecimiento de tres diferentes grupos raciales al incluir paja de frijol y rastrojo de maíz en la ración^a. FAZ-UJED.

Concepto	Raza	Ración ^b			EE ^c
		CON	RMFA	RMFU	
Consumo, g		571.5 ^d	700.9 ^e	711.6 ^e	35.6
	Nubia	426.4	590.3	958.8	
	Alpina	490.2	985.5	588.6	
	Saanen	797.7	526.8	587.4	
Aumento, g		62.0 ^d	31.9 ^e	27.9 ^e	2.7
	Nubia ^f	48.3	29.6	35.8	
	Alpina ^f	49.2	44.5	23.9	
	Saanen ^g	88.5	21.4	24.0	
Conversión, %		9.3 ^d	22.8 ^e	25.4 ^e	2.6
	Nubia	8.9	20.7	26.5	
	Alpina	10.1	24.5	24.8	
	Saanen	9.0	23.4	24.9	

^a Interacción Ración x Raza ($P < 0.01$) para las variables consumo de alimento e incremento de peso. ^b CON = control; RMFA = rastrojo de maíz + paja de frijol + heno molido de alfalfa; RMFU = rastrojo de maíz + paja de frijol + urea. ^c Error estándar, $n = 9$. ^{de} Medias de hileras con letras diferentes difieren a un nivel de $P < 0.01$. ^{fg} Diferentes a un nivel de $P = 0.02$.

SEROPREVALENCIA DE BRUCELOSIS EN MACHOS CAPRINOS PERTENECIENTES A 55 HATOS DEL MUNICIPIO DE TLAHUALILO, DURANGO

José Luis Ortega Sánchez¹, Ramón Hernández Salgado¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas
Bermejillo, Dgo.

INTRODUCCION

Se entiende por brucelosis al conjunto de enfermedades provocadas por los microorganismos del género *Brucella* tanto en el hombre como en los animales (Perea,1992; Acha, 1977). La brucelosis es una enfermedad infectocontagiosa y zoonótica de origen bacteriano que afecta a diferentes especies animales domésticas sobre todo a los caprinos, bovinos y cerdos así como al ser humano (Perea,1992; Acha, 1977). El género *Brucella* incluye a tres especies importantes : *Brucella melitensis* que afecta primordialmente a cabras pero puede infectar a bovinos y cerdos; es el agente más patógeno responsable de la mayoría de los casos humanos; *Brucella abortus*, responsable de la brucelosis bovina y de patogenicidad moderada para el hombre y *Brucella suis* cuyo reservorio primario son los cerdos (Acha, 1977).

La enfermedad en las cabras ocasiona grandes pérdidas debido a la disminución en la producción de leche, abortos e infertilidad en machos y hembras.(Laing,1991; Salman,1995; Ciprian, 1978). La brucelosis caprina es enzootica en la comarca lagunera desde 1945 y tanto su incidencia como su prevalencia son difíciles de cuantificar ya que son pocos los estudios epidemiológicos realizados sobre hatos caprinos y en lo que respecta específicamente a machos no existen reportes (Mestas,1988; Sánchez y Ramírez, 1988) Los caprinos y ovinos son los principales hospederos de *Brucella melitensis* sin que esto signifique que el microorganismo no sea patógeno para otras especies animales. *Brucella melitensis* afecta tanto a machos como a hembras produciendo en los primeros orquitis y epididimitis. En hembras no gestantes la enfermedad puede presentarse en forma crónica y se caracteriza por la colonización del sistema linforeticular. Las hembras en gestación son particularmente sensibles y la infección, se manifiesta por abortos entre las hembras primíparas o en rebaños en los que el contagio se produce por primera vez. En el caso de ovinos se tiene conocimiento de que el semen es fundamental en la difusión de *B. ovis* de acuerdo con estudios realizados por (Blasco y Barberon, 1990) el 20 % e incluso más de los moruecos con serología positiva excretan *B. melitensis* con el semen algo similar debe ocurrir en machos caprinos aunque esta aseveración no se ha comprobado para el caso de caprinos en nuestro país.

Lo anterior nos indica que el macho interviene de manera importante en la difusión de la enfermedad más aun cuando sabemos que una práctica común entre los caprinocultores es el préstamo e intercambio de sementales. El objetivo de este estudio fue determinar la seroprevalencia de brucelosis en machos caprinos.

MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron 67 muestras sanguíneas por venopunción de la vena yugular utilizando tubos y agujas vacutainer estériles pertenecientes a 55 hatos caprinos de cinco ejidos del municipio de Tlahualilo, Durango. Una vez recolectadas las muestras se mantuvieron en una hielera hasta llegar al laboratorio de la Universidad Autónoma Chapingo en Bermejillo, Dgo. Las muestras fueron centrifugadas y el suero depositado en tubos de ensaye estériles previamente identificados. A todos los sueros se les practicó la prueba de aglutinación en placa utilizando antígeno de *Brucella abortus* 1119-3 al 3 % (rosa de bengala al 3%).

Los resultados obtenidos de se analizaron mediante la prueba de análisis de datos categóricos con regresión logística, utilizando una microcomputadora .

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se puede observar la seroprevalencia de brucelosis encontrada en los sueros analizados. La seroprevalencia general en los hatos fue de 44.7 % la seroprevalencia mayor se encontró en el ejido 1 con 39%, mientras que en el ejido 5 la seroprevalencia fue de 14 % . En los ejidos 2,3 y 4 no se encontraron sueros positivos. El Cuadro 2 muestra el análisis de chi-cuadrada de máxima verosimilitud para los factores incluidos en el presente estudio donde se observa un efecto significativo ($P < 0.05$) para ejidos.

Es importante señalar que los resultados obtenidos en los ejidos 1 y 5 concuerdan con otros estudios de seroprevalencia en donde se incluyó al total de animales de cada hato (Hernández y Ortega, 1997) ; (Ortega, 1998).

CUADRO 1. Seroprevalencia de brucelosis en machos caprinos de 55 hatos caprinos del municipio de Tlahualilo Dgo.

Ejido	No. de Machos	Seropositivos	Seroprevalencia
1	35	22	32.8
2	6	0	0
3	2	0	0
4	3	0	0
5	21	8	11.9
Total	67	30	44.7

CUADRO 2. Análisis de chi-cuadrada de máxima verosimilitud para el diagnóstico positivo en ejidos

Fuente	Grados de libertad	Chi-cuadrada	Probabilidad
Intercepto	1	9.50	0.0020
Ejido	1	3.78	0.0518

CONCLUSIONES

La seroprevalencia general encontrada de brucelosis en los machos caprinos estudiados fue de 44.7% muy por encima de la seroprevalencia nacional estimada para el ganado caprino. Se observó que los sementales de 44 hatos fueron Seropositivos, no obstante que no se encontraron sementales Seropositivos en tres de los ejidos estudiados no significa que los hatos están libres de la enfermedad ya que existen estudios que demuestran que la enfermedad esta presente en las hembras.

LITERATURA CITADA

- Acha, P. N. ; Szyfres. Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a lo Animales. O. P. S. Washington, D.C. E.U.A. 1977. 6-24.
- Blasco, J. M. ; Barberan, M. Epidemiología, patogenia y cuadro clínico en "brucelosis ovina" ovis. Tratado de patología y producción ovina. 1990. 25-32.
- Ciprian, S.A. Repercusión económica de la brucelosis en México. Memoria del foro nacional sobre brucelosis. ENEP Cuautitlán . UNAM México 1978.
- Hernández, R. S. A.; Ortega, S. J. L. ; Hernández, S. J. R. Diagnóstico de la Brucelosis Caprina en once ejidos del municipio de Tlahualilo, Dgo. Memorias XVI Reunión de la asociación Mexicana de Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia. Chapingo Estado de México. 21-24 de mayo 1997. 339-342.
- Laing, J.A., Morgan, W.J.B.; Wagner, W.C. Fertilidad e infertilidad en la práctica veterinaria. Interamericana McGraw Hill. México 1991.201-235.
- Mestas, S. J. A.; Ramírez De V. J. N. Situación de la brucelosis caprina en la Comarca Lagunera. Brucelosis segundo foro nacional. México 1988. s/p.
- Ortega, S. J. L. Seroprevalencia de brucelosis en caprinocultores y ganado caprino en 12 ejidos de la Comarca Lagunera de Durango. Tesis de Maestría Universidad Juárez del Estado de Durango Facultad de Medicina. Gómez Palacio, Durango. 1998
- Perea, P. E. J. Enfermedades infecciosas y microbiología clínica. Doyma, S.A. Barcelona, España. 1992. 682-690.
- Salman, M. D. Epidemiology of brucellosis. Congreso internacional en producción caprina. Simposio internacional sobre brucelosis caprina. X reunión sobre caprinocultura . Memorias Magistrales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas Asociación Mexicana de producción caprina, A. C. Zacatecas México. Octubre de 1995. 44-48.
- Sánchez, E. de la F.; Ramírez R. A. Breve reseña clínico- epidemiológica de la brucelosis humana en la jurisdicción sanitaria (Torreón 1981-1987) Brucelosis segundo foro nacional. México 1988. s/p.

DESCRIPCION DEL SISTEMA CAPRINO DEL EJIDO STA. LIBRADA, EN EL MUNICIPIO DE MAPIMI, DGO.

J. José Quiñones Vera¹, Teodoro Sánchez Olvera¹, C. Manuel Valencia Castro¹ y G. Macías¹

1 Maestro Investigador de la División de Estudios de Posgrado. FAZ – UJED.

INTRODUCCION

Los agostaderos áridos del norte de México presentan como vegetación dominante especies arbustivas. Muchas de éstas especies son fuente de forraje para diferentes especies de ganado doméstico y animales silvestres. Sin embargo, una de las mejores alternativas de uso de éstas lo constituye su transformación a leche, carne, fibra animal o pieles, por ganado caprino.

Pese a la importante contribución para reducir el déficit nacional en estos productos, por parte de los sistemas de explotación tradicional de esta especie animal, poco se ha realizado para entender y mejorar estos sistemas de producción y no existe una descripción detallada de los mismos. Estos sistemas presentan limitaciones de muy diversa índole, como la baja productividad, la poca disponibilidad de forraje en periodos críticos del año, las enfermedades del ganado que diezman el hato, la falta de mercado y/o bajo precio de sus productos, etc.

Esta problemática es compleja y derivada de una serie de factores, controlables la mayoría de ellos, que no podrá ser solucionada mediante la propuesta obligada de intensificar las explotaciones. Sobre todo sin un entendimiento de las formas concretas en que el productor canaliza los flujos de energía y controla los ciclos de la materia, mediante el manejo primordialmente del pastoreo.

Se ha preconizado que, la ocurrencia de una precipitación escasa y errática en las zonas áridas de México y el sobre pastoreo son las causas principales de la degradación de los pastizales, de la presencia de periodos críticos de alimentación para el ganado, de bajos niveles de producción y productividad y, en último caso, de la pobreza de los habitantes de estas áreas. Sí bien existen tendencias hacia condiciones climáticas más secas, es evidente que los periodos o los ciclos de sequía son recurrentes y que el hombre no ha aprendido a lidiar con éstas. Lo anterior nos lleva a plantear la hipótesis de que la solución a gran parte de esta problemática se centra en el manejo del pastoreo, y todo lo que éste implica, por lo que el objetivo central del presente trabajo fue describir y detectar limitantes a la productividad en el sistema de producción caprina de doble propósito, en el área de Mapimí, Dgo.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio. El ejido Sta. Librada del municipio de Mapimí, Dgo. se ubica entre los paralelos 25° 39' 48" y 25° 50' 17" y los meridianos 103° 57' 24" y 104° 05' 09". El centro de población del ejido se encuentra a aproximadamente 24 km de Mapimí, Dgo., a donde se llega por camino de terracería de 11.5 km, que entronca con la

carretera Bermejillo – La Zarca. El ejido cuenta con una superficie de 8'271-94-29.25 has (INEGI 1994), de las cuales 1'004-36-33.38 has son destinadas a la agricultura de secano, en las que se cultiva maíz principalmente. Sin embargo, no toda la superficie agrícola es cultivada, ya que aproximadamente el 70 % de la misma queda excluida al pastoreo continuo y es usada como potreros de reserva para el periodo crítico de alimentación. Salvo 754 has aproximadamente que corresponden a la sierra El Rosario y 52-12-47.09 has destinadas a asentamientos humanos, el resto se aprovecha con el pastoreo de bovinos, caprinos y equinos. En el ejido se identifican cinco unidades fisiográficas, sierras, cerros, lomeríos, bajadas y planicies de inundación (bajíos). Las bajadas y las áreas de lomeríos son las unidades que soportan la mayor presión del pastoreo. Estas son las que ocupan la mayor proporción de la superficie del ejido, con pendientes que fluctúan entre el 3 y el 5 %. Los suelos presentan profundidades entre los 15 y los 40 cm, limitados por una capa cementada de caliche. La vegetación fluctúa entre el matorral subinermes y el matorral inermes, con lunares de matorral crasirrosulifolio en las bajadas a los arroyos.

Métodos

Las características generales del predio fueron establecidas un año previo al inicio de la toma de información en los hatos, mediante la consulta a diferentes fuentes de información (Planos PROCEDE y SRA y actas del ejido, cartas temáticas INEGI de escala 1:50'000 y fotografías aéreas escala 1:25'000, pláticas y encuestas realizadas a los productores, visitas y recorridos periódicos para ubicar la infraestructura y la recolección e identificación de ejemplares de vegetación. De los cuatro hatos caprinos existentes en el ejido se seleccionaron inicialmente los tres que presentaron la mayor disposición a la colaboración. Uno de estos hatos tuvo que ser descartado al ser trasladado fuera del ejido, poco tiempo después de iniciado el estudio. En cada hato seleccionado se escogieron 25 cabras cuyas edades fluctuaron de acuerdo a la estructura por edades del hato. Estas fueron identificadas con aretes de plástico, anotándose sus características fenotípicas más sobresalientes. Mensualmente se acompañó al hato en su ruta de pastoreo y se realizaron observaciones sobre las horas de salida al pastizal y de regreso a la majada, el comportamiento general del hato en pastoreo y observaciones extraordinarias sobre las cabras o el pastizal. Al día siguiente del recorrido se midió por la mañana el perímetro torácico de los animales muestra, se registraron enfermedades y en general, los acontecimientos importantes como partos, tratamientos, pérdidas, venta o muerte.

RESULTADOS Y DISCUSION

Infraestructura. De las cinco norias con las que cuenta el ejido, dos son pozos profundos fallidos. Solamente la ubicada en el centro de población abastece permanentemente con agua al ganado y a los pobladores. Sin embargo, está deficientemente equipada y produce agua de calidad regular. A pesar de que se tiene un incipiente sistema de distribución de agua hacia la parte baja del ejido, que cuenta con tanque y pila de almacenamiento, la mala condición del equipo de bombeo y del tanque elevado son a la fecha infraestructura muerta. Las perforaciones fallidas cuentan con piletas de almacenamiento. Existen al menos siete bordos para abrevadero (jagüeyes) repartidos en todo el ejido, desde muy pequeños (3) hasta de capacidad regular (4). De éstos, uno de ellos está roto desde hace años por lo que prácticamente no realiza su función de almacenamiento. En general toda esta infraestructura no cubre adecuadamente las necesidades de agua del ganado en el ciclo anual. Por lo anterior, durante el periodo de secas el ganado tiene que recurrir al abrevadero permanente (noria del poblado), recorriendo grandes distancias hacia o desde las áreas de pastoreo. Aún para el ganado caprino lo

anterior constituye una limitación, pues se observó que en los meses de mayo y junio, cuando el forraje está escaso y la vaina seca del mezquite constituye una fuente importante de forraje, el ganado no consume suficiente alimento por la falta de agua. Aun cuando los potreros no son indispensables para el manejo de los caprinos en este sistema de producción, la exclusión de áreas de pastoreo pueden impedir la competencia por forraje entre las diferentes especies animal. En este sentido solamente se cuenta con el cerco perimetral y el cercado de las dos áreas agrícolas principales. Ya que dentro de éstas cada parcela está cercada, permite que éstas sean utilizadas como pequeños potreros para alimentar el ganado durante la época crítica. El ejido no cuenta con otra infraestructura para el manejo del ganado como baños parasiticidas o corrales de manejo, salvo los corrales de ramas que usa cada productor para encerrar el ganado durante la noche, con una pequeña separación para los cabritos durante el periodo de ordeño.

Características del hato. Los siguientes valores fueron obtenidos de las encuestas realizadas al inicio en los hatos estudiados, y son presentados en el Cuadro 1. El tamaño promedio del hato fue de 143 cabras, sin considerar las crías menores de dos meses, sin embargo, se detectó una fuerte variación entre los hatos en la edad de las hembras en estado de reproducción y el número de sementales usados. En el primero de éstos las cabras mayores de 4 años constituyeron el 48%, mientras que en el segundo solamente fue el 16%. Consecuentemente, las edades promedios fueron de 3.4 años y 2.4 años, respectivamente. La cantidad de sementales fue 5 en el primero, y 1 en el segundo. En general se observaron animales encastados con la raza nubia y pocos animales totalmente criollos, entre los que sobresalen las cabras llamadas "jacas" u "orejas de ratón".

CUADRO 1. Tamaño del hato y edad de las reproductoras en hatos caprinos del ejido Sta. Librada, Mapimi, Dgo.

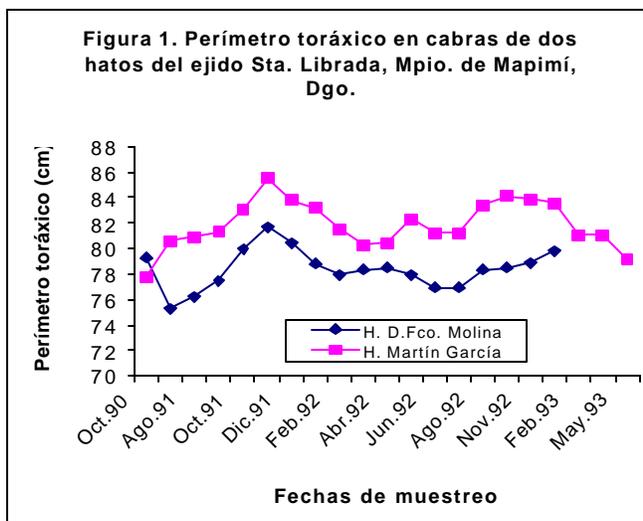
	Martín García	D. Fco. Molina	Media ± DE
Tamaño del Hato	105	181	143 ± 53.7
Vientres	60	100	80 ± 28.3
Primalas	40	80	60 ± 28.3
Sementales	5	1	3 ± 2.8
Edades:			
Promedio (años)	3.4	2.4	2.9 ± 0.7
> 4 años (%)	48	16	32 ± 22.6
2 a 4 años (%)	40	60	50 ± 14.1
< 2 años (%)	12	24	18 ± 8.5

Formas de Pastoreo. El pastoreo realizado en el sistema caprino en el ejido es actualmente de tipo sedentario, donde la majada se establece en el centro de población (la fuente segura de agua) y a partir de este punto se inician las rutas de pastoreo. La cantidad de pastores varió de 2 a 3, que se turnan las tareas de pastoreo y ordeño. La edad y experiencia varió también de los 15 a los 60 años y de 5 a 50 años, respectivamente, siendo los más viejos (44 y 60 años) las cabezas de la explotación. En periodos críticos de alimentación o frío extremo ubican temporalmente la majada en sitios alejados del poblado. Al parecer ninguno de los pastores ha delineado conscientemente un programa de pastoreo, pero es evidente que manejan un método oportunista del "mejor potrero" (Vallentine 1990).

La selección de la ruta se hace antes de salir de la majada o cuando mucho un día antes, con base a la experiencia sobre las áreas y el estado de la vegetación preferida por el ganado, la disponibilidad de agua en las fuentes conocidas y los eventos climáticos previos observados en el predio. En lo que parece haber un consenso entre los pastores es en la necesidad de variar la dieta, alternando días o en la misma ruta el pastoreo en laderas, lomas, arroyos, bajíos y parcelas. La salida al agostadero se realiza entre las 9:30 y 10:15 am, alternando el pastor la dirección de las cabras y el libre pastoreo. La distancia recorrida diariamente varía entre los 5 y 13 km en línea recta, en redondo, pero en realidad se caminan distancias mayores debido a que el ganado se traslada en círculos, retornando en ocasiones varias veces al mismo sitio de pastoreo. Durante el periodo de secas el hato recorre mayores distancias en busca de alimento, sin embargo, depende de la reserva de esquilmos en la parcela y su cercanía a la fuente permanente de agua. La falta de abrevaderos permanentes y estratégicamente distribuidos agravan la situación en este periodo, ya que el pastor tiene que regresar al centro de población entre las 16:00 y 16:30, para salir de nuevo a "tardear". La hora normal de regreso a la majada es entre las 17:00 y 18:30 pm.

Condición corporal y reproductiva del ganado. La Figura 1 muestra el cambio mensual de la condición de la muestra de cabras en los hatos, expresada a través de la medición de su perímetro torácico. Este refleja el efecto del estado fisiológico de las cabras (gestación y parto), el amamantamiento y la disponibilidad de alimento en el pastizal. La figura resalta un comportamiento muy similar en ambos hatos debido a las semejanzas en el manejo y condiciones de explotación. Es también notable la diferencia entre los valores medios de los hatos, explicadas en primer término por los promedios de edad. Durante los meses del verano, con un incremento en la disponibilidad de forraje, distancias recorridas pastoreando más cortas y los efectos positivos de la gestación, las cabras tienden a recuperar su condición corporal. En el mes de noviembre casi todas las cabras se encuentran gestando, secas y con una buena disponibilidad y calidad del forraje, alcanzando el pico de condición. Sin embargo, en el mes de diciembre cuando ya ocurrieron la mayoría de los partos se inicia la pérdida de peso, consecuencia del mismo parto, el amamantamiento y la menor cantidad y calidad del alimento disponible. Se observó también un fenómeno interesante, ya que en el año de 1991 las cabras presentaron un solo parto y para los meses de noviembre a febrero habían parido el 90% de las cabras en los dos hatos.

Durante el año de 1992, por el contrario, se realizó un empadre en los meses invernales previos, como consecuencia ocurrieron partos en la primavera y principios del verano. La mayor proporción (50%) en el hato que empadró más temprano y menor (23.8%) en el otro. Estos porcentajes no consideran las pérdidas de animales durante el periodo e incluyen los abortos. Este fenómeno con dos partos se manifiesta en los valores promedios del perímetro torácico en los periodos señalados en la figura anterior e influye en la condición lograda durante los últimos meses del año en comparación a la lograda el año anterior con un parto. La caída drástica en uno de los hatos al inicio de la gráfica es consecuencia de un cambio de la majada, desde un área cercana a la de pastoreo al centro de población, retirado de la misma.



Enfermedades y mortalidad. Durante el periodo de junio a julio se presentó en el 5% de los animales en los hatos lo que el ganadero llama cabras "remolonas", enfermedad al parecer causada por el consumo de vainas de mezquite, muriendo el 20% de las mismas. Durante el periodo de lluvias es común que cuando menos el 3% del hato permanezca en los corrales debido al "gabarro", aunque en el periodo de observación solamente un animal en uno de los hatos murió por esta causa. La mayor parte del año se observaron animales "chuecos", que resultaron ser golpes o espinas clavadas entre las pezuñas. Durante el periodo de ordeño, que coincide con el de lluvias, se detectó "mastitis" entre el 5 y 7% de los animales, además de "medios" ciegos o ubres desbalanceadas por esta causa. Se observó solamente un caso de mastitis gangrenosa que ocasionó la muerte del animal. Las lluvias invernales del 1991 propiciaron el rebrote temprano de malezas como el lampote (*Helianthus annuus*) y lampotillo (*Viguiera annua*), acumuladoras de nitratos en sus primeros estados de crecimiento. Estas ocasionaron la intoxicación de algunos animales en ambos hatos en los meses de enero a marzo y la muerte del 18 y 23% de los animales muestra, solamente en este corto periodo. Otra causa común de mortalidad fue la retención placentaria en los periodos de partos. En el hato que pastoreó áreas con abundancia de nopal cegador (*Opuntia microdasys*) se presentaron diferentes grados de conjuntivitis en el 100% del hato, desde lagrimeo continuo hasta animales ciegos.

CONCLUSIONES

En el sistema de producción caprina del distrito de temporal se observa la misma falta de coordinación entre los requerimientos nutricionales del animal y los aportes de nutrientes del pastizal, tal como ocurre en el mismo sistema del distrito de riego.

Aún cuando se observaron deficiencias en el manejo del ganado y el pastoreo, la deficiencia de agua para abrevar se puede considerar como la limitación de mayor importancia para la producción, debido a la falta de abrevaderos y una adecuada distribución de los mismos.

Una alternativa de mejoramiento del sistema sería la coordinación entre el sistema agrícola y el pecuario, de manera de eliminar o al menos amortiguar el problema de alimentación en el ganado y la pérdida de agua y suelo en la parcela.

LITERATURA CITADA

INEGI. 1994. Plano producido para el RAN del ejido Santa Librada en el municipio de Mapimí, Dgo.

Vallentine, J.F. 1990. Grazing Management. Academic Press.

SELECCIÓN DE ESPECIES VEGETALES POR CAPRINOS EN PASTOREO EN AGOSTADEROS ARIDOS DEL MUNICIPIO DE MAPIMÍ, DGO.

J. José Quiñónez Vera¹, Teodoro Sánchez Olvera[‡], C. Manuel Valencia Castro¹ y N. Bárcenas B¹.

1 Maestro Investigador de la División de Estudios de Posgrado, FAZ-UJED

INTRODUCCION

Los caprinos en el norte de México son una de las especies domésticas de mayor importancia para el sector social. Aquí esta especie animal se explota bajo condiciones de pastoreo, en agostaderos áridos. Sin embargo, es un consenso general que estos pastizales están deteriorados y por debajo de su potencial productivo y forrajero.

El conocimiento de la composición botánica las dietas de animales en pastoreo es necesario para definir el efecto de la vegetación sobre el comportamiento del animal, y/o el efecto del animal sobre el pastizal. En las dos últimas décadas pasadas se realizaron en el mundo una gran cantidad de estos estudios. La mayor parte de ellos en un solo sitio de pastizal, utilizando técnicas microhistológicas sobre muestras recolectadas con animales fistulados en el esófago o bien en muestras ruminales o fecales. Cada una de estas técnicas presenta ventajas y desventajas pero, en general, la aplicación de sus resultados se muestra difícil por su gran variación entre años, sitios de pastoreo, la condición ecológica del sitio y la forma de manejo del pastoreo.

Considerando que en nuestro país los caprinocultores pastorean diariamente grandes extensiones de pastizal, es quizás mejor utilizar técnicas menos sofisticadas y demandantes de esfuerzo, o la misma experiencia del productor, para ganar esta información. Por lo anterior, se realizó el presente estudio con la finalidad de conocer las especies seleccionadas por caprinos, bajo las condiciones reales de pastoreo.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio. El trabajo se realizó en el ejido Santa Librada, municipio de Mapimí, Dgo. Este se ubica entre los Paralelos 25° 39' 48" y 25° 50' 17" y los Meridianos 103° 57' 24" y 104° 05' 09". Al centro de población del ejido se llega por camino de terracería de 11.5 km, que entronca a la carretera Bermejillo - La Zarca, aproximadamente a 25 km de Mapimí, Dgo. El ejido cuenta con una superficie de 8'271-94-29.25 has (INEGI 1994), donde se realiza pastoreo con bovinos, caprinos y equinos y agricultura de secano. Salvo las partes más escarpadas de 754 has que corresponden a la sierra del Rosario, toda la superficie es aprovechada en una o todas las épocas del año por caprinos. En el ejido se identifican cinco unidades fisiográficas: sierras, cerros, lomeríos, bajadas y planicies de inundación (bajíos). Por sus características de vegetación dominante, pendiente, lejanía a la majada y su uso actual, éstas influyen en el uso y la selección de la dieta por los caprinos. En el ejido predomina el matorral desértico micrófilo, las áreas de bajadas con pendientes entre el 3 y 5%. Las parcelas agrícolas se ubican en los bajíos, mientras que en las sierras solamente se aprovechan por esta especie animal las laderas más cercanas a los pedimentos y bajadas.

Métodos

Al inicio del estudio se determinaron en cartas INEGI de escala 1:50'000 las unidades geológicas y de vegetación presentes en el ejido, se realizó una encuesta entre los productores sobre las especies vegetales más consumidas por las cabras y se hicieron recorridos por los sitios de pastoreo para recolectar e identificar ejemplares de la vegetación. Se seleccionaron dos hatos caprinos para acompañar mensualmente en sus rutas de pastoreo. En estos recorridos se registraron los sitios y tipos de vegetación pastoreados, las especies vegetales más abundantes, su estado fenológico y las plantas más consumidas por las cabras. Para esto último se utilizó una unidad subjetiva y relativa de consumo, considerando la intensidad de uso de la planta, el tiempo de pastoreo sobre la misma y la cantidad de animales que la consumían. El observador que realizó el trabajo anterior fue el mismo durante todo el estudio y se entrenó durante un periodo de 7 meses, previos al inicio de la toma de información. Este comenzó en Agosto de 1991 y se finalizó en agosto de 1992, debido a la venta de uno de los hatos en el mes de diciembre de este último año.

RESULTADOS Y DISCUSION

Vegetación. Como se observa en el Cuadro 1, el tipo general de vegetación predominante en el ejido corresponde a un matorral desértico micrófilo, o a un matorral xerófilo según la clasificación de Rzedowski (1978). La fisonomía es arbustiva, con la presencia difusa de crasicaulales e izotes. Dentro de las parcelas de secano abandonadas se encuentran pequeñas porciones de vegetación que, según INEGI (1977), corresponden a pastizales inducidos, pero que en realidad constituyen posibles remanentes de las sabanas existentes antes de la intervención del hombre. La medición de las superficies cartografiadas arroja un total de 26 asociaciones y tipos de vegetación relacionados en el cuadro anterior, de las cuales 11 ocupan el 92.4% de la superficie en el ejido. Esta vegetación constituye un continuo, con diferencias locales en la densidad de algunas especies vegetales. En el matorral subinermes (31.67%) resalta la presencia de la gobernadora (*Larrea tridentata*) y el largoncillo (*Acacia constricta*). En las áreas de suelos muy someros de laderas de las sierras, lomas y cerros y las paredes inclinadas de arroyos profundos y partes altas de los abanicos aluviales, la comunidad vegetal dominante es el matorral crasirrosulifolio (o rosetófilo) en diferentes asociaciones, con la predominancia de la lechuguilla (*Agave lecheguilla*). Un tipo de vegetación que no aparece en el cuadro anterior es el de "galería", tan importante en la alimentación de los caprinos, y donde se asocian especies como el mimbre (*Chilopsis linariis*), fresno o barreta (*Fraxinus greggii*), membrillo cimarrón (*Colubrina texensis*) y *Bernardia obovata* etc. En los bajíos el tipo de vegetación importante lo constituye la sabana Prosopis - Sporobolus, donde abunda el chamizo (*Atriplex canescens*).

CUADRO1. Tipos de vegetación, asociaciones vegetales y proporción de la superficie que ocupan en el ejido Sta. Librada, mpio. de Mapimí, Dgo.

Tipo de vegetación		Porcentaje de la superficie	
Matorral	Subinerme		31.67
"	"	Pastizal Natural	7.30
"	"	Crasirrosulifolio	11.80
"	"	"	Pastizal Natural
"	"	"	Nopaleras
"	"	"	Izotal
"	"	Nopaleras	0.70
"	"	"	Izotal
"	"	"	Crasirrosulifolio
"	"	Izotal	0.80
"	"	Pastizal Inducido	0.03
"	Espinoso		8.68
"	"	Pastizal natural	0.90
"	Inerme		0.03
"	"	Pastizal Natural	4.54
"	"	Izotal	0.01
"	"	Chaparral	0.50
"	"	"	Izotal
Chaparral			0.04
Matorral	Crasirrosulifolio	Subinerme	3.18
"	"	Pastizal Natural	5.21
"	"	Izotal	5.25
"	"	Inerme	0.81
Pastizal	Inducido		0.02
"	"	Matorral Espinoso	0.60
"	"	Matorral Subinerme	0.05

Especies vegetales seleccionadas por caprinos en pastoreo. El Cuadro 2 corresponde a una lista de las especies que seleccionan los caprinos en el pastoreo, según manifestaron los productores al inicio del estudio. Aún cuando no expresaron un valor relativo de la selección, la comparación de éste con los cuadros posteriores, muestra la cercana coincidencia en este caso, entre la experiencia de los pastores con las observaciones realizadas, para las especies de mayor importancia.

Ocurrieron diferencias entre los hatos en cuanto a las rutas de pastoreo y por consiguiente, entre los sitios y tipos de vegetación pastoreadas. Estas diferencias ocasionaron a su vez variaciones en la selección de las especies vegetales, además de las que pueden esperarse entre años debido al patrón de lluvias. Sin embargo, ciertas plantas son comunes a la mayoría de los tipos de vegetación presentes en el ejido. La cantidad de especies consumidas detectadas varió entre 87 y 93 de las cuales 30 y 28, respectivamente, comprendieron arriba del 5% de la dieta diaria cuando menos en una de las fechas de muestreo, coincidiendo para ambos hatos en cuando menos el 50%.

Se pueden definir dos periodos de selectividad del ganado, un periodo de abundancia que ocurre generalmente de Julio a Diciembre, y un periodo de forraje escaso entre Enero y Junio. El inicio de las lluvias no marca estrictamente una separación entre los dos periodos mencionados, ya que algunos arbustos y zacates inician su rebrote aun antes de la primera precipitación, dependiendo de las lluvias en los años previos, principalmente el inmediato

anterior, de las precipitaciones invernales y de las características del sitio de pastizal. Entrada ya la estación de lluvias, la totalidad de las especies arbustivas y herbáceas, anuales o perennes, han rebrotado, observándose una fuerte selectividad entre los caprinos.

CUADRO 2. Especies vegetales seleccionadas por caprinos en pastoreo de un matorral árido en el ejido Sta. Librada mpio. de Mapimí, Dgo. de acuerdo a productores.

Especie vegetal	D. Fco. Molina		Martín García	
	Edo. Fenológico	Epoca	Edo. Fenológico	Epoca
<u>Arbustivas:</u>				
Eysendhartia polistachya (Vara dulce)	Verde	Lluvias	Verde	Lluvias
Atriplex canescens (Chamizo)	Tierno	Lluvias	Verde	Frío
Acacia constricta (Largoncillo)	Verde	Lluvias	No	-
Parthenium incanum (Mariola)	Si	Secas	Verde	Lluvias
Parthenium argentatum (guayule)	Si	Secas	Verde	Lluvias
Leucophyllum laevigatum (Flor morada)	Si	Secas	No	-
Agave asperrima (Quiote maguey)	Si	Secas	Si	secas
Agave lecheguilla (Garrocha lecheguilla)	Si	Secas	Si	secas
Dalea tuberculata (Engorda cabras)	Si	Secas	Si	Lluvias
Fouquieria splendens (Ocotillo)	No	-	Si	Lluvias
Acacia berlandieri (Guajillo)	No	-	Si	Frío
Yucca spp. (Flor de palmas)	No	-	Si	Secas
Prosopis laevigata (Vaina de mezquite)	No	-	Si	Secas
Opuntia spp. (Nopales)	Si	secas	Si	Secas
Opuntia imbricata (Cardenche)	Si	secas	Si	Secas
<u>Zacates:</u>				
Sporobolus airoides (Z. Pajón)	Si	Lluvias y secas	No	-
Setaria macrostachya (Z. Tempranero)	Si	Lluvias y secas	No	-
<u>Hierbas:</u>				
Chenopodium spp (Quelite)	Si	Lluvias	Si	Lluvias
Amaranthus spp.(Quelite)	Si	Lluvias	Si	Lluvias
Euphorbia postrata (H. de la golondrina)	No	-	Si	Lluvias
Gordolobo	no	Luvias	Si	Lluvias

En los Cuadros 3 y 4 se concentran solamente las especies que resultaron con un valor relativo de consumo mayor al 5%. Las especies arbustivas más consumidas en este periodo son el largoncillo (*Acacia constricta*), la vara dulce (*Eysendhartia polistachya*), *Mascagnia cana*, *Calliandra eriophylla*, *Caessalpinia* sp., el membrillo cimarrón (*Colubrina texensis*), la engorda cabras (*Dalea tuberculata*) y el trébol (*Nissolia cetosa*), además de numerosas anuales como el girasol silvestre (*Helianthus annuus*). Estas especies se encuentran con hoja verde y/o fruto solamente en los meses del verano, las cuales van perdiendo conforme se adentra el otoño. Dos especies, la mariola (*Parthenium incanum*) y el guajillo (*Acacia berlandieri*) fueron consumidas durante casi todo el año en forma importante, sobre todo a partir de la entrada del otoño. Al contrario de las anteriores, estas especies conservan la hoja durante mayor tiempo o inclusive todo el año, aunque con menor cantidad de humedad. En la temporada de secas y el invierno los arbustos más consumidos por los caprinos fueron aquellos que mantuvieron la hoja u otras estructuras relativamente verdes, como las mencionadas anteriormente. La cachucha (*Coldenia canescens*), el chaparro prieto (*Cordia greggii*), la hierba del pulmón (*Tiquilia greggii*), la flor morada (*Leucophyllum laevigatum*), el guayule (*Parthenium argentatum*), el capulín (*Celtis pallida*), el mimbre (*Chilopsis linariis*) y la calderona (*Krameria grayi*), con características similares a las ya mencionadas, fueron consumidas en este periodo. Las cactáceas como el cardenche (*Opuntia imbricata*) y algunos otras plantas que se caracterizan por mantener tallos carnosos o flexibles (*Euphorbia antisiphilitica*), o que producen inflorescencias en el periodo de secas como las palmas (*Yuca* spp.) y el maguey (*Agave* spp.) fueron también consumidas en uno o los dos hatos, por periodos cortos. Estos

periodos se limitaron al tiempo de presencia de la estructura. En los dos últimos casos, el pastor cargaba algún implemento que permitía poner a disposición de las cabras el forraje. El chamizo (*Atriplex canescens*) es relativamente abundante en el matorral espinoso y en la sabana de mezquite - zacatón alcalino, y se consume al parecer durante todo el año por caprinos y bovinos. Si bien este arbusto no apareció con valores altos en las observaciones, el estado que presentó en la mayoría de las áreas fue de sobrepastoreo. Algo parecido ocurrió con el hojasén (*Flourenzia cernua*) dentro del área de sacrificio, cerca del centro de población. Ya para terminar este periodo en el mes de Junio, el ganado consume el "pelillo" de zacates y la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*), el cual tiende a constituirse en uno de los principales ingredientes de la dieta, durante un corto periodo de tiempo.

CUADRO 3. Selección de especies vegetales por caprinos en pastoreo en el ejido Sta. Librada, mpio. de Mapimí, Dgo. (H. D. Fco. Molina)

Especies vegetales	Meses												
	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Helianthus annuus	27.4	-	3.6	6.9	-	-	-	0.9	-	-	1.1	6.5	0.4
Acacia constricta	17.8	13.2	25.8	27.0	3.1	-	-	-	-	3.9	4.1	2.7	24.9
Eysendahartia polystachya	11.3	18.7	19.8	8.2	-	-	-	-	1.0	5.3	2.4	13.2	9.3
Fouquieria splendens	7.0	1.4	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	-
Anuales	5.2	5.9	-	0.6	-	-	8.7	1.3	1.3	3.0	2.9	1.0	-
Nissolia cetosa	-	9.3	1.8	-	2.2	-	-	-	1.3	0.3	-	-	0.4
Caessalpinia athropunctata	-	6.2	4.2	-	11.2	2.2	-	-	0.4	2.2	2.1	-	-
Bouteloua ramosa	-	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aristida pansa	0.4	6.9	1.2	-	-	-	1.2	-	-	-	0.8	0.2	-
Dalea tuberculata	2.6	4.8	10.1	1.3	6.6	5.2	1.7	15.6	1.7	3.6	1.3	0.5	0.4
Acacia berlandieri	3.0	0.6	6.6	0.6	11.0	17.1	8.3	3.9	19.5	9.5	20.9	-	0.7
Parthenium incanum	-	0.7	3.0	13.2	7.9	9.5	8.3	14.3	6.5	4.6	4.1	15.9	21.4
Mascagnia cana	0.9	4.8	7.6	2.4	0.4	-	-	0.9	1.7	2.0	0.5	2.7	1.5
Tiquilia greggii	-	0.4	-	6.3	0.4	1.4	-	4.8	0.4	-	-	5.1	3.9
Coldenia canescens	-	-	-	5.0	-	-	2.5	6.5	1.3	0.3	3.4	0.2	-
Flourenzia cernua	-	1.7	4.8	2.5	4.0	-	4.2	3.0	6.1	2.6	3.9	0.5	0.7
Opuntia imbricata	1.3	-	-	1.9	10.5	2.8	3.0	1.3	-	-	0.3	-	0.4
Celtis pallida	-	2.1	0.6	2.5	5.6	-	0.4	0.4	16.5	2.0	3.1	-	-
Zea maiz (rastrojo)	-	-	-	-	6.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucophyllum laevigatum	3.9	2.1	-	-	21.1	18.0	14.5	-	0.9	8.9	11.0	0.5	3.2
Hojasén cimarrón	-	-	-	-	3.1	10.0	1.2	-	-	1.0	-	-	-
Euphorbia antisiphilitica	-	0.7	-	-	2.6	8.5	4.2	4.3	-	1.6	0.3	0.7	1.8
Bouteloua curtipendula	-	0.4	-	-	-	1.3	2.8	10.8	0.9	3.0	2.4	0.2	-
Sphaeralcea angustifolia	-	-	-	3.1	0.9	-	0.8	8.2	3.0	-	0.3	0.5	-
Yucca spp (Flor)	-	-	-	-	-	-	1.2	7.8	0.4	-	-	-	-
Ephedra trifurca	3.5	-	-	-	-	1.0	0.4	-	5.6	0.7	-	-	-
Menodora scabra	3.5	2.1	-	1.9	-	-	-	4.3	5.2	5.9	0.3	0.5	0.4
Chilopsis linariis	-	0.4	0.6	-	-	-	-	0.9	1.7	0.3	6.5	-	-
Cordia greggii	3.5	2.8	-	1.3	0.8	-	-	0.4	2.6	-	-	26.9	12.5
Parthenium argentatum	-	1.0	1.8	0.6	-	4.3	0.4	-	-	-	0.5	11.0	2.5
Krameria grayi	3.0	3.1	4.2	4.4	2.4	-	-	-	0.9	4.6	1.1	4.7	4.6

CUADRO 4. Selección de especies vegetales por caprinos en pastoreo en el ejido Sta. Librada, mpio. de Mapimí, Dgo. (H. Martín García).

Especies vegetales	Meses												
	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
	%												
<i>Parthenium incanum</i>	2.6	0.6	8.2	9.4	9.5	10.3	29.4	21.1	14.0	22.4	6.0	6.2	12.5
<i>Parthenium argentatum</i>	1.3	0.9	6.7	3.8	0.9	10.6	12.2	5.6	4.0	3.1	2.5	8.7	5.1
<i>Leucophyllum laevigatu</i>	5.7	2.6	2.2	15.0	14.2	4.4	7.3	2.8	2.2	7.1	2.9	2.5	1.0
Anuales	4.5	4.6	7.5	1.5	1.2	1.8	1.4	6.7	0.5	-	0.3	0.7	5.1
<i>Flourenchia cernua</i>	-	0.3	1.5	6.9	2.6	1.8	0.7	0.6	2.5	1.1	0.9	0.2	1.0
<i>Acacia constricta</i>	9.6	17.3	37.3	13.1	3.0	0.9	-	-	0.3	5.5	3.1	4.5	22.0
<i>Mimosa biuncifera</i>	1.9	0.9	3.0	4.4	0.9	-	-	-	2.0	1.6	6.0	3.6	0.5
<i>Mascagnia cana</i>	1.3	0.9	1.5	1.3	0.4	-	-	-	3.0	0.3	0.3	11.4	-
<i>Eysendhartia polistachya</i>	16.5	24.7	0.8	3.1	0.4	-	-	-	0.8	-	1.3	24.3	8.0
<i>Dalea tuberculata</i>	1.3	8.9	0.8	7.5	7.3	3.5	-	-	4.2	0.6	3.8	4.0	8.6
<i>Nissolia cetosa</i>	5.7	8.2	0.8	0.6	3.0	-	-	-	-	-	1.9	2.5	2.2
<i>Caessalpinia sp</i>	-	7.4	-	1.5	5.2	-	-	-	1.5	-	1.9	6.7	1.9
<i>Calliandra eriophylla</i>	7.0	2.6	-	-	-	-	-	-	2.2	-	5.3	0.2	-
<i>Jatropha dioica</i>	5.7	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	1.0
<i>Helianthus annuus</i>	2.6	2.0	8.2	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea atropurpurea</i>	3.2	-	9.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia berlandieri</i>	0.6	6.0	-	5.6	16.0	12.3	4.2	-	17.2	6.0	21.9	2.2	5.4
<i>Agave lecheguilla</i>	-	2.3	-	-	1.3	0.9	0.4	-	0.3	3.8	9.7	0.4	-
<i>Opuntia imbricata</i>	-	-	-	-	6.5	14.1	3.5	-	-	0.3	-	-	-
<i>Colubrina texensis</i>	-	-	-	2.5	1.3	-	-	-	7.7	-	3.5	0.2	1.1
<i>Cordia greggii</i>	3.8	1.4	1.5	-	-	-	-	13.9	0.5	1.4	-	2.9	2.2
<i>Yuca elata</i>	-	-	-	-	-	9.7	0.4	-	-	0.3	0.3	-	-
<i>Baileya multiradiata</i>	-	-	-	-	-	0.9	7.3	-	1.3	0.3	1.3	2.7	-
<i>Coldenia canescena</i>	-	-	-	-	-	-	3.2	10.6	-	2.7	-	0.2	0.5
<i>Yuca spp (Flor)</i>	-	-	-	-	-	-	1.1	21.1	-	-	-	-	-
<i>Agave asperrima (Flor)</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	20.0	1.9	-	1.0
<i>Prosopis laevigata (vaina)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.6	-	-	-
<i>Tiquilia greggii</i>	-	-	0.8	-	-	-	2.1	3.3	-	6.6	-	3.1	6.1

CONCLUSIONES

La alimentación de los caprinos en este sistema se sustenta en los arbustos y sub arbustos la mayor parte del año.

La percepción de los pastores sobre la selección de las plantas en el agostadero es lo suficientemente precisa como para diseñar herramientas que permitan mejorar la captación de esta información por el investigador.

Son pocas las especies vegetales que las cabras utilizan en forma importante todo el año, sin embargo, una cantidad significativa de éstas se sustituyen de acuerdo a un patrón estacional.

LITERATURA CITADA

- INEGI. 1994. Plano producido por el RAN para el Ejido Santa Librada, Mpio. de Mapimí, Dgo
- INEGI. 1977. Cartas de Uso del Suelo. G13D13, G13D14, G13D23 y G13D24.
- Rzedowski, J. 1978. la clasificación Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 432 pp.

EFFECTO DE LA EXTRACCION MANUAL DE MEMBRANAS FETALES RETENIDAS EN LOS PARAMETROS REPRODUCTIVOS EN VACA HOLSTEIN FRISEAN PARA LA COMARCA LAGUNERA.

**José Ramón Hernández Salgado¹, José Luis Ortega Sánchez¹,
Eduardo Favela Reyes¹**

1 Universidad Autonoma Chapingo-URUZA, Apartado Postal No. 8

INTRODUCCION

Existen diversas causas de problemas reproductivos como son enfermedades infecciosas, deficiencias o excesos de nutrientes, el manejo del ganado y medio ambiente (Duane, 1996).

Los desordenes metabólicos (mastitis, cetosis, desplazamiento de abomaso, retención de placenta), afectaran la reproducción y normalmente son causados por un programa inapropiado de secado de la vaca siendo muy importante la transición alimenticia del periodo seco al inicio de la producción (Howard, 1998).

La retención placentaria es un problema importante que afecta del 10 al 30 % de vacas cuyo parto es espontaneo y más del 80% de las vacas que se les induce el parto (Grunert, 1988).

Albrechtsen (1997) encontró que un 20% de todas las endometritis estaban en relación directa con alguna causa de retención de placentas. Así la retención de membranas fetales, resulta en un aumento a susceptibilidad de metritis y piometra y ello influye a aumentar el intervalo al primer estro, se considera que dentro de una explotación un 5% de retención placentaria es excesivo (Wattiaux,1997).

La retención de placentas un establo productor de leche es importante debido a las pérdidas por baja producción y disminución de la eficiencia reproductora de la vaca. Los animales con retención de placentas tienden a manifestar menos número de partos en su vida productiva en comparación a los animales que las expulsan, este fenómeno contribuye a una mayor incidencia de metritis y con ello se incrementa el número de días abiertos, reducen la producción justo en el momento más importante para mantener la máxima producción como es la primera fase de lactación (Grunert, 1988).

Además la retención placentaria puede ocasionar abortos infecciosos y partos prematuros, piometra, lesiones de la mucosa uterina y heridas en el cervix, vagina y vestíbulo (Fradson, 1995),

Cuando los carunculos y cotiledones no están maduros o aptos se dificulta la extracción de las membranas fetales esto sucede en vacas con parto distocico se les haya practicado obstetricia o cualquier tipo de aborto (Sloss, 1986)

Por lo anterior se plantea evaluar los parámetros reproductivos días abiertos, servicios por concepción y días al primer servicio en ganado Holstein cuando se presenta retención placentaria y se extraen o no las placentas.

MATERIALES Y METODOS

Localización de área de estudio. El presente estudio fue realizado en el establo Santander ubicado en la zona conurbada del municipio de Gómez Palacio Dgo. Ubicada en los meridianos 102° 00' y 104° 00' longitud oeste y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte, con 1139 msnm (SSP, 1981) que presenta un clima BWhw semicalido árido con lluvias en verano y precipitación invernal entre 5 y 10% con temperatura extremosa y media anual de 22 C y su precipitación media anual de 300 mm. (SSP.1981).

Metodología

Se realizó primeramente un estudio de registros para señalar los posibles partos que se presentarían para iniciar el estudio. Se visitó posteriormente el establo los días, tomando en cuenta la fecha probable de parto, observándose partos normales con y sin retención de placenta y también distocicos, de acuerdo a esta clasificación se realizó una selección de las vacas que presentaran retención placentaria, formando dos grupos, el primer grupo de 78 vacas que no se les extrajo la placenta y el segundo de 80 vacas que se les extrajo la placenta después de 24 horas.

El desprendimiento se realizó con un guante de palpación, previa limpieza vulvar y perianal, al introducirse el brazo en el útero se identificaron los carunculas y los cotiledones y posteriormente se desprendieron los cotiledones de los carunculas por tracción del dedo índice sin estirar. Se procedió a registrar al animal y obtener los comportamientos reproductivos de cada animal para los dos grupos formados.

Análisis Estadístico

Las variables que se midieron para analizar el comportamiento reproductivo en ambas grupos de vacas fue días abiertos, días a primer servicio y número de servicios por concepción.

También fueron medidos variables como días en leche para cada animal que fue empleada como variable de ajuste (covariable) de las variables estudiadas

El diseño experimental empleado fue un completamente al azar donde se uso una covariable días en leche para analizar los registros de días a primer servicio, días abiertos y numero de servicios por concepción que fueron registrados en cada vaca dentro de cada grupo de manejo de placenta a las 24 horas postparto y el modelo estadístico correspondiente fue:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_{DL}(X_i - X_{..}) + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : días a primer servicio o días abiertos o número de servicios por concepción para cada i-esimo nivel de manejo de placentas en cada j-esima vaca.

μ media general

t_i : efecto del i -ésimo nivel de manejo de placenta

β_{DL} : coeficiente de regresión lineal de ajuste de parámetros reproductivos por días en leche

E_{ijk} : error aleatorio

RESULTADOS Y DISCUSION

La forma de manejar la placenta a las 24 horas postparto mostró un efecto altamente significativo ($P < .01$) sobre las variables medidas en el comportamiento reproductivo de las vacas, así como también los ajustes de la covariable días en leche.

Las vacas que presentaron retención placentaria en el establo y no se les extrajo la placenta mostraron un incremento de 30 días a primer servicio, y 15 días abiertos más y fue necesario 1 servicio mas para que las vacas quedaran gestantes con respecto al grupo de vacas con retención placentaria pero que les fue extraída la placenta a las 24 horas postparto (Fig 1, 2). Los resultados anteriores coinciden con Galina (1986) y Gross (1991) que atribuyen a la retención de placenta a factores mecánicos que ocasionan procedimientos traumáticos que afectan la reproducción normal de la vaca. También Howard (1983), atribuye la retención de placenta a infecciones provocadas por enfermedades que de una u otra forma influyen sobre los parámetros reproductivos. Y disminuye la producción de leche hasta en un 4%.

Wattiux (1998) menciona que el promedio de días abiertos óptimo en ganado lechero es de 85 a 110 días que se encuentran por abajo para los reportados en el presente estudio en las vacas que no fue extraída la placenta.

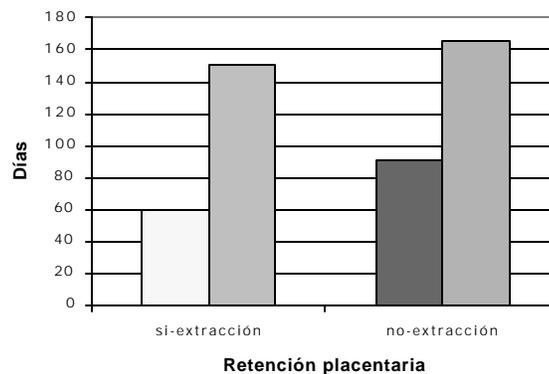


Fig 1. Medias aritméticas estandar de días a primer servicio y días abiertos en vaca Holstein con retención placentaria por manejo de placenta

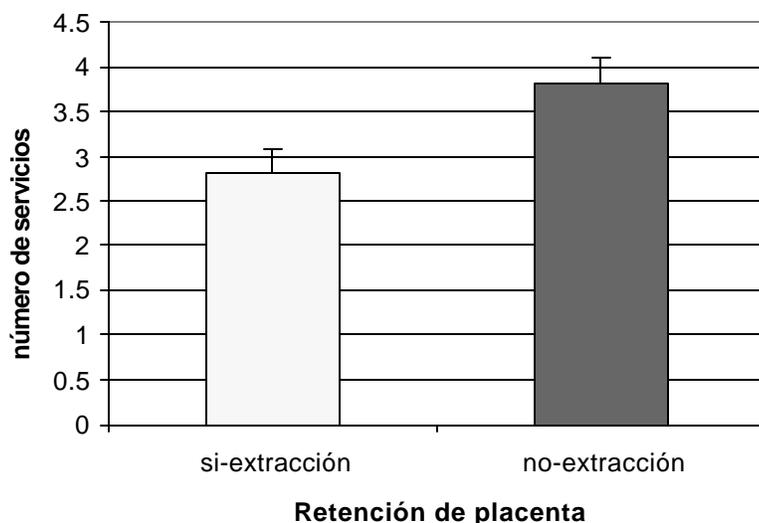


Figura 2. Medias aritméticas y error estándar de número de servicios por concepción para vaca Holstein con retención de placenta por manejo de placentas en la Comarca Lagunera

CONCLUSIONES

Las vacas que presentan retención placentaria, tan sólo al practicarles la extracción de placentas se mejoran los días a abiertos en 15 días y días a primer servicios en 30 días con respecto a la no extracción.

La extracción manual de placentas debe ser realizada después de una evaluación de la vaca dado que cada animal es variante, la extracción es un método económico y fácil de realizarse.

LITERATURA CITADA

- Duane, R. 1996. Reproductive Diseases in Cattle. File G484, In: Animal Diseases.
- Fradson, R.D. 1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Ed. Interamericana
- Galina, H. C. 1986. Reproducción en animales domésticos. Ed. LIMUSA. México DF.
- Groos, T. S. 1991. Tratamiento efectivo para reducir la incidencia de la retención placentaria In: Síntesis Lechera Vol 5.
- Grunert, E. 1988. Infertilidad en la vaca. Ed. Hemisferio Sur. México DF.

Howard, W.T. 1998. Manejo Lechero, Clínica reproductiva. Accesado de <http://www.web-entrance.com/main.cgi?ID=4>

Sloos, V. 1986. Manual de obstetricia bovina. Ed. CECSA. México DF.

SPP, 1981. Carta fisiográfica del estado de Durango. 1era. reimpresión México DF.

Steel, G. D. R., y G. H. Torrie. 1997. Bioestadística, principios y procedimientos. Ed. Mc Graw Hill. 2da. Ed. México DF.

Wattiaux, M. A. 1997. La función reproductiva del ganado lechero. Instituto Babcock, Universidad de Winsconsin, Madison. Accesado <http://babcock.cals.wisc.edu>

EFFECTO DE CETOSIS SUBCLINICA POSPARTO EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE VACAS HOLSTEIN PARA LA COMARCA LAGUNERA

Eduardo Favela Reyes¹, José Ramón Hernández Salgado¹ y José Luis Ortega Sánchez¹

1 UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO-URUZA

INTRODUCCION

La necesidad de producir más leche ha cambiado los patrones naturales de producción del ganado lechero, lo cual puede afectar sensiblemente la salud, condición física y la capacidad reproductiva. La vaca actual es el resultado de generaciones de selección genética para producción de leche cuyo resultado se refleja en un desarrollo del sistema metabólico para producir más leche a partir del alimento así como de las reservas corporales. La adecuación de alimentos balanceados en las diferentes fases de lactancia y periodo seco requiere de una gran habilidad para evitar deficiencias nutricionales o manejos inadecuados alimenticios que pueden crear problemas relacionados con la salud (Fourichon et al., 1999)

Las vacas altas en producción excede a su capacidad de alimentación y extrae reservas corporales, estos animales presentan una paradoja se alimentan y surgen en ellos cambios homeostáticos más característicos del ayuno, la mayoría de estos animales se adaptan y permanecen aparentemente normales, algunas otras muestran hipocalcemia cuando se inicia la lactancia y/o cetonias durante la fase de aumento y producción máxima de leche sin presentar signos clínicos de enfermedad, También algunas fallan las pruebas de habilidad hemostática y desarrollan síndromes clínicos de acetonemia y paresia de las parturientas (Gibbons et al., 1984). Cuando la cantidad de energía ingerida es alta durante la lactancia las vacas presentan condición corporal de gordas, de esta manera son más susceptibles a trastornos metabólicos como cetosis y fiebre de leche inclusive al no comer existe displacia del abomaso, se disminuye su resistencia a enfermedades, mastitis, retenciones placentarias y otras enfermedades asociadas a obesidad. Por lo anterior se plantea el objetivo de evaluar el comportamiento reproductivo de vacas Holstein con cetosis subclínica.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio fue realizado en un establo de la zona conurbada del municipio de Gómez Palacio Dgo. Ubicada en los meridianos 102° 00' y 104° 00' longitud oeste y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte, con 1139 msnm (SSP, 1981) que presenta un clima BWhw semicálido árido con lluvias en verano y precipitación invernal entre 5 y 10% con temperatura extremosa y media anual de 22 °C y su precipitación media anual de 300 mm. (SSP.1981).

Metodología

Se emplearon 200 vacas Holstein con diferente número de lactancia, a las cuales se les elaboró una prueba de diagnóstico con tiras reactivas Ames-Bayer "Multistix" a los 5 días postparto y con ello se formaron dos grupos de vacas, cetocicas y normales, mediante esta prueba se extrae orina introduciendo una pipeta por el meato urinario para estimular el esfínter urinario y se presente la evacuación de orina y recoger la orina en la pipeta. Posteriormente se depositan una gotas de orina en las cintas reactivas, se deja reposar un minuto y si el cojinete de la tira se de colorea de rosa a morado el animal es positivo a cetosis subclínica (ello indica la presencia de cuerpos cetonicos en orina). Esta prueba se basa en la reacción del ácido acetoacetico con el nitroprusiato de sodio colocado en las tiras. Algunas orinas con gravedad específica alta o pH bajo puede dar resultados positivos. Las lecturas negativas producen un color café claro. Niveles detectables de cuerpos cetónicos pueden aparecer por efecto de dieta, estado de tensión o estrés, ejercicio intenso, algunas consideraciones que pudieran alterar la clasificación de vacas fueron controladas mediante manejo.

Análisis Estadístico

Las características reproductivas (servicios por concepción, días abiertos) fueron medidas para dos grupos de vacas (cetosis subclínica y normales) con 100 vacas en cada grupo, las variables medidas fueron ajustadas a equivalente maduro al tercer parto por ajuste multiplicativo de ponderadores debido a que los grupos de vacas formados procedían de diferente número de lactancias, los cuales fueron analizadas mediante el siguiente modelo estadístico (Steel y Torrie, 1997).

$$g_{ij} = m + t_i + b_j(X_{ij} - X_{..}) + b(t_i)_k + e_{ijk}$$

Donde:

g_{ij} : es la medición del número de servicios por concepción o días abiertos

m : media general

t_i : es el efecto del i-esimo grupos de vaca (cetocicas o normales)

$b_j(X_{ij})$: coeficiente de regresión de ajuste para días en leche

$b(t_i)_k$: coeficiente de regresión de ajuste para época del año en cada nivel i-esimo de grupo de vaca

e_{ijk} : error experimental e_{ijk} NID $(0, \sigma^2_e)$

RESULTADOS Y DISCUSION

El estado de salud de la vaca con respecto a cetosis mostró un efecto significativo ($P < .05$) así como el ajuste de días en leche y época del año ($P < .05$).

El grupo de vacas con cetosis subclínica muestran una diferencia mayor de 0.61 en el numero de servicios/concepción en relación diferenciada del grupo de vacas normales (2.18 ± 0.18 numero de servicios) mostrado en la gráfica 1.

En relación a los días abiertos el grupo de vacas con cetosis subclínica tardaron más tiempo para concebir con un tiempo promedio de 7 días más que el grupo de vacas normales (86.18 ± 3.33 días) señalado en la gráfica 2.

Los resultados obtenidos en número de servicios y días abiertos muestran que los animales que llegan a desarrollar cetosis subclínica tienden a disminuir su eficiencia reproductiva, resultados que coinciden con lo reportado por Rukkwamsuk *et al.*, (1999) que mencionan que los retrasos en los primeros signos de celo al igual que un incremento en el intervalo parto a la primera ovulación así como la disminución de la tasa de concepción y el

intervalo más prolongado al siguiente parto son afectados por cambios bioquímicos, endocrinos y sobre todo metabólicos como son cetosis subclínica, desplazamiento de abomaso y fiebre de leche.

También se ha observado que los desordenes metabólicos presentan efecto adverso en la condición corporal, observándose una pérdida de peso de 69 kg/vaca donde el principal factor fue el desplazamiento de abomaso (Ostergaard y Grohn, 1999)

Grohn et al., (1999) estudiaron un hato de 2604 vacas Holstein multiparas con cetosis subclínica donde el grupo de vacas que recibían tratamiento diario para cetosis clínica no mostraban efecto de cetosis en la producción de leche con respecto al grupo de vacas que se trataban una vez al mes que presentaron una disminución en la producción láctea. Pérez, (2000) la disminución en la producción láctea es un reflejo en la vaca cuando esta incrementa los días abiertos, servicios por concepción e intervalo entre partos y ello ocasiona un incremento en los costos de producción y mantenimiento dentro del hato, estimando que por cada día abierto los costos por vaca improductiva son desde 0.25 a 4.68 dólares después de los 85 días en leche y no quedar preñada durante ese tiempo y se requieren 50 días de espera para el empadre después del parto para obtener resultados de fertilidad satisfactoria.

CONCLUSIONES

Las vacas lecheras que llegan a desarrollar cetosis subclínica disminuyen su eficiencia reproductiva futura medido en número de servicios por concepción y días abiertos. La repercusión de la cetosis subclínica es de incrementar 7 días más para que la vaca pueda quedar preñada con respecto a las vacas normales, en los cuales son necesarios 3 servicios para concebir en condición de cetosis subclínica.

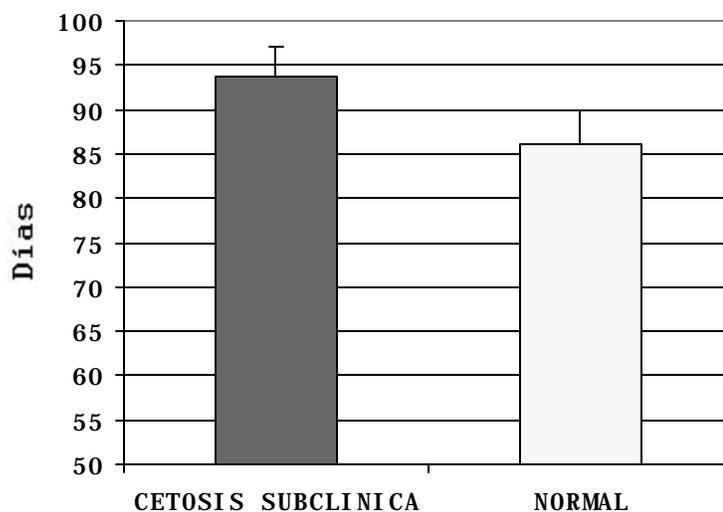
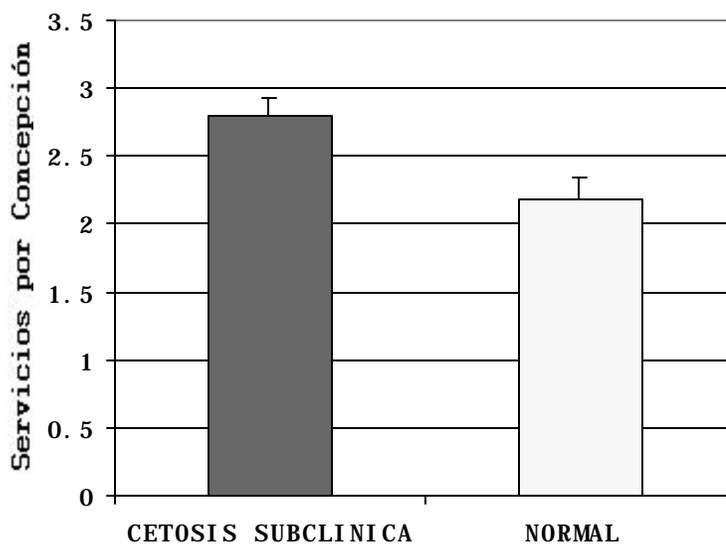
LITERATURA CITADA

- Fourichon, C., H. Seegers, N. Bereille, F. Beaudeau. 1999. Effects of disease on milk production in the dairy cows: A review. Unit of Animal Health Management, Veterinary School-INRA, Nantes, France. *Prev. Vet. Med.* 41:1-35.
- Gibbons, et al . 1984. *Medicina y Cirugía de los Bovinos* . Ed. La Prensa Medica Mexicana. México DF.
- Grohn, T., J. Mc Dermont et al. 1999. Analysis of correlated continuous repeat observations: modelling the effect ketosis on milk yield in dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 39:53-137.
- Ostergaard S., Y. Grohn.1999. Effects of diseases on test day milk yield and body weight of dairy cows from Danish research herds. *J. Dairy Sci.* 82:188-201.
- Perez, G. 2000. Intervalo entre partos y producción de leche por año y época de primavera, parición de las vacas en un establo lechero de la Comarca Lagunera. Tesis Profesional. UACH. Depto de Zootecnia . Chapingo México.
- Rukkwamsuk, T., T. Kruij, T. Wensing.1999. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. Department of Large Animal Medicine and Nutrition, Graduate School of Animal Health, Vet. Q 21:7-17.
ACCESS www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/

SPP, 1981. Carta fisiográfica del estado de Durango. 1era. reimpresión México DF.

Steel, G. D. R., y G. H. Torrie. 1997. Bioestadística, principios y procedimientos. Ed. Mc Graw Hill. 2da. Ed. México DF.

Gráfica 1. Media aritmética y error estándar de servicios por concepción en Vaca Lechera Holstein de la Comarca Lagunera por nivel de cetosis



Gráfica 2. Medias aritméticas y error estándar de días abiertos en vacas Holstein de la Comarca Lagunera por nivel de cetosis

SUPLEMENTACION DEL BOVINO DE ENGORDA A BASE DE MELAZA Y UREA EN PRESENTACIÓN LIQUIDA Y SOLIDA

Teodoro Sánchez Olvera¹ , J. José Quiñones Vera¹ y D. Gutiérrez E¹.

1 Maestro Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED

INTRODUCCION

La Comarca Lagunera es una región agropecuaria importante en México, destacando a nivel pecuario, la lechería, avicultura y las engordas estabuladas del bovino de carne. En ésta última explotación existía para el año 2000 un inventario estimado de 123, 622 cabezas de ganado (Siglo de Torreón 2001).

El sistema de engorda del bovino de carne tiene una gran cantidad de factores que influyen en su optimización, donde la alimentación es un rubro fundamental, ésta tiene como objetivo producir la máxima cantidad de carne y de buena calidad, con base a raciones equilibradas de bajo costo. La reducción del costo puede realizarse usando fuentes energéticas y proteicas baratas, ya sea como suplemento o dentro de la dieta. Por otro lado, el rumiante tiene características especiales para hacer uso del nitrógeno no proteico, pudiendo optimizarse su uso al mezclarse con fuentes de carbohidratos solubles. Por lo tanto la mezcla de melaza y urea es un potencial importante en la alimentación de bajo costo. Ahora, el uso de la mezcla en forma líquida presenta ciertas dificultades en su manejo, tanto para transportarla, como para suministrarla en consumos bajos que no sean tóxicos para el animal, de ahí que en algunos países subdesarrollados se ha utilizado la mezcla en forma sólida o de bloque, con resultados sorprendentes en la suplementación o alimentación de algunos animales

De acuerdo a lo anterior se realizó el presente proyecto con la finalidad de comparar la eficiencia de la suplementación del bovino de engorda a base de melaza y urea presentadas en forma líquida y sólida. Además de realizar la comparación de las dos etapas finales de alimentación con estos suplementos.

MATERIALES Y METODOS

El proyecto se llevó a cabo en la engorda "JOLO" ubicada en el km. 9 de la carretera Gómez Palacio-Bermejillo, iniciándose el 29 de septiembre del 2000 y finalizando el 30 de diciembre del mismo año.

Se seleccionaron 18 animales con características raciales indefinidas, teniendo como base las razas Angus, Hereford y Charole. El promedio de su peso fue de 250 kg.; con un rango de 210 a 320 kg. Los animales se identificaron y pesaron, utilizando 6 animales por nivel de suplemento. El primer nivel del factor "A" fue suplementación líquida a base de melaza (82%), urea (10%) y agua (8%). Esta se suministró mediante un suplementador de rodillo, construido con un medio tanque de 200 lts y PVC de 6 pulgadas. La mezcla tuvo una densidad energética de 1.115 Mcal/kg. de energía metabolizable (EM), y un porcentaje proteico de 20.7% en base seca, con 91% de nitrógeno no proteico (NNP) del suplemento. El segundo nivel del factor "A" fue suplementación sólida teniendo como base la melaza

(50%), UREA (%) y complementadas con cal (5%), cemento (10%) para aglutinar el bloque y salvadillo para darle estructura (15%), se agregaron además fuentes de minerales como sal (5%) y sales minerales (5%); realizándose con la mezcla anterior un bloque de 40X20X7 cm., con un peso aproximado de 9 kg. Después de secarse de acuerdo a la técnica de Sánchez y Córdova (1999). El bloque tenía una densidad energética de 1.260 Mcal/kg de energía (EM) y un porcentaje proteico de 29.1%, con un 87% de NNP, todo en base seca. El tercer nivel del factor "A" fue el testigo, donde no se suplementó al ganado. Los animales se tomaron en la segunda y tercera etapa de alimentación con 47 y 45 días cada una respectivamente, de acuerdo al manejo que tenía el productor. Estas dos etapas fueron el factor "B". Las dietas que se suministraron tanto para la segunda y tercera etapa fueron: silo de maíz 5 y 4.4 kg., de alfalfa seca 2.5 y 0.0 kg., pollinaza .250 y .350 kg., maíz grano rolado 4 y 7 kg. y sal .25 kg. para ambas etapas. Las variables que se midieron fueron aumento de peso por mes, consumo de suplemento por semana en cada etapa. Además se determinó eficiencia en canal terminal de las dos etapas.

Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial de 3x2 para dar un total de 6 tratamientos para las variables de consumo y aumento por día, en donde el factor "A" fueron los suplementos y el factor "B" las etapas, usándose como repeticiones los animales para el caso de aumento por día y las semanas para el caso de consumo. La eficiencia en canal se analizó con diseño completamente al azar, todos los datos se corrigieron mediante covarianza con el peso inicial como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de suplemento (Kg/día/animal)

En el Cuadro 1 se puede observar que en la primera etapa, donde la relación concentrado-forraje es de 50 : 50, el consumo del suplemento líquido fue superior a la sólida con 0.679 y 0.160 kg/día/animal respectivamente, existiendo una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). Lo anterior concuerda con un estudio realizado en Florida, USA donde concluyen que a mayor forraje en la ración básica, el consumo de melaza con urea en presentación líquida cuando se usa como suplemento es alta. (Clark, 1974 citado por Preston y Willis, 1975). En el caso de la presentación sólida el consumo es bajo posiblemente por su dureza. En un estudio de un país del Africa, el consumo del bloque para el bovino fue de un rango de 55 a 125 gr/día (Rajkomar 1991) considerándolo bajo, señalando como causal la dureza del bloque. En la segunda etapa el consumo de los suplementos disminuyó considerablemente, tanto en la presentación líquida como en la sólida con un promedio de consumo de 0.228 y 0.100 kg/día/animal respectivamente, con una disminución menor en la sólida, encontrándose una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre las etapas y en la misma etapa. Lo anterior se debió posiblemente al aumento de la densidad energética de la ración básica en esta segunda etapa, el maíz grano se aumenta de 4 a 7 kg. y se disminuyó el forraje en base seca de 4 a 1.5 kg. La presente información concuerda con la determinada por Hernández (1992) en un experimento con becerros donde en la segunda etapa disminuyó el consumo de 600 a 200 gr. con dietas suplementadas a base de melaza-urea y esquilmas.

Aumento de peso por día (kg/día/animal)

En el Cuadro 2 se aprecia el comportamiento de la variable, donde en la primera etapa, el suplemento sólido fue superior al testigo y al suplemento líquido con 1.36, 1.26 y 1.08 kg/día/animal, respectivamente, estadísticamente no se encontró diferencia significativa

(NS)., sin embargo al relacionar el consumo alto de la dieta líquida de esta etapa no se reflejó en el aumento de peso, coincidiendo esta información con la determinada por Martín y Col. (1968) citado por Preston y Willis (1975). La segunda etapa en el mismo cuadro dos el testigo fue superior a los tratamientos líquidos y sólidos con 1.10, 0.94 y 0,93 kg/día/animal respectivamente, tampoco se encontró diferencia estadística significativa (NS) en esta etapa. Lo anterior se puede interpretar como que al aumentar la densidad energética de la dieta base disminuyó el consumo de los suplementos, de ahí la superioridad del testigo.

Por otro lado al analizar y comparar los incrementos de peso en las dos etapas se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) a favor de la primera con 1.24 contra 0.99 kg/día/animal. Lo anterior se debió al alto consumo de la 1ª etapa por lo alto del forraje y lo bajo de la densidad energética de la dieta básica, existiendo una diferencia de aumento de peso de 280 gr entre etapas y para el suplemento sólido y 180 gr para el líquido que concuerda con los datos de Rica y Cambellos (1993).

Eficiencia en canal (%)

En el Cuadro 3 se nota que el suplemento sólido fue superior al testigo y líquido con una eficiencia de 56.26, 54.54 y 54.24 % para cada tratamiento, respectivamente. No se encontró diferencia significativa (NS) a pesar del 2% superior del sólido. Sin embargo, la información anterior se debió más que nada a la diferencia de peso al sacrificio de los animales que estaban en el tratamiento del suplemento sólido como se puede observar en el mismo cuadro, coincidiendo con lo de Willis y Col. (1968) citado por Preston y Willis (1975) donde afirman que el peso vivo final influye en el rendimiento de la canal positivamente con una relación lineal de $R = 0.83$.

CUADRO 1. Consumo de suplementos líquidos y sólidos en la engorda del bovino de carne en sus dos etapas finales de alimentación. FAZ - 2001

ETAPAS	SEMANAS	CONSUMO DE SUPLEMENTO (KG/DIA/ANIMAL)	
		TIPO LIQUIDA	TIPO BLOQUE
I	1	0.500	0.223
	2	0.714	0.178
	3	0.928	0.202
	4	0.833	0.135
	5	0.428	0.119
	6	0.880	0.111
	7	0.476	0.154
		** X = 0.679	X = 0.160
II	1	0.238	0.164
	2	0.142	0.151
	3	0.284	0.107
	4	0.284	0.076
	5	0.326	0.092
	6	0.095	0.014
		** X = 0.228	X = 0.100

** = Diferencia altamente significativa (P<0.01)

CUADRO 2. Aumento por día de becerros suplementados a base de melaza y urea en presentación líquida y sólida.

TRATAMIENTO	N° DE ANIMAL	AUMENTO KG/DIA/ANIMAL	
		I	II
MELAZA + UREA (LIQUIDA)	4	1.08	0.64
	17	1.46	1.31
	94	0.95	1.10
	97	1.12	0.80
	98	1.12	0.75
	93	0.80	1.00
		NS X = 1.08	X = 0.94 *
MELAZA + UREA (BLOQUE)	25	1.76	1.42
	24	1.70	1.17
	22	1.40	1.00
	12	1.06	0.93
	26	1.60	0.60
	16	0.68	0.48
		NS X = 1.36	X = 0.93 *
TESTIGO SIN SUPLEMENTO	15	0.97	0.60
	21	0.78	1.22
	19	1.63	1.00
	20	1.46	1.00
	18	1.55	1.26
	23	1.21	1.57
		NS X = 1.26	X = 1.10 *

NS = No significancia entre suplementos * = Significancia al 0.05 en etapa

CUADRO 3. Peso final y eficiencia en canal de becerros suplementados con mezcla de melaza- urea en presentación líquida y sólida. FAZ-2001.

SUPLEMENTO	PROMEDIO PESO VIVO (KG)	PROMEDIO EFICIENCIA EN CANAL (%)
Melaza-urea (líquida)	369	NS 54.59
Melaza-urea (sólida)	393	56.26
Sin suplemento	382	54.24

No = Significancia

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y bajo las condiciones que se llevó a cabo la presente investigación, se puede concluir que una suplementación a base de melaza y urea tiene buenos resultados cuando se usa en las etapas de engorda, donde la densidad energética es baja y tiene alta cantidad de forraje como es el caso de las primeras etapas de una engorda de ganado bovino.

Además el uso de la presentación sólida resulta superior a la líquida, tanto por su manejo como por su eficiencia y consumo en las primeras etapas,

LITERATURA CITADA

El Siglo de Torreón, 2001. Resumen del 2000 de Actividades Económicas de la Comarca Lagunera, Torreón, Coah.

Hernández García J., 1992. Diferentes niveles de proteína y melaza en la engorda de vaquillas. Tesis profesional de licenciatura. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo.

Preston R. T. y M. B. Willis, 1975. Producción intensiva de carne. Editorial DIANA 1ra. Edición. México, D.F.

Rajkomar B., 1991. La tecnología de los bloques de melaza en Mauricio y su perspectiva en África. Investigación sobre ganado para el desarrollo rural, volumen 3, número 3. Bogotá, Colombia.

Ricca y Cambellos 1993. Influence of multinutrient blocks on live weight gain of young bulls grazing sorghum stubble during the dry season. Livestock research for rural development. Vol. 5, number 2. Maracay, Venezuela.

Sánchez O. T. y Córdova R. I., 1999. Características físicas y consumo voluntario en cabras de bloques multinutricionales basadas en melaza y urea. Datos sin publicar-FAZ-UJED

CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS DE ENGORDA DE GANADO BOVINO DE CARNE EN LA COMARCA LAGUNERA

Teodoro Sánchez Olvera¹, J. José Quiñones Vera¹ y Judith Puentes G².

1 Maestro Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia. UJED

2 Alumna de Licenciatura. FAZ-UJED

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una región agropecuaria importante en México, donde destaca a nivel pecuario la lechería, avicultura y las engordas estabuladas de bovino de carne. En esta última explotación existía para el año 2000 un inventario estimado de 123 622 cabezas de ganado. (El Siglo de Torreón 2001). La engorda del ganado de carne se lleva a cabo prácticamente en todos los países del mundo y tiene como objetivo fundamental producir cantidad y calidad de carne a base de una optimización del aspecto alimenticio, manejo, prevención de enfermedades, genética y buenos precios de compra y venta de ganado entre otros factores. Los métodos de explotación usados son tan variados como la gente que los emplea, donde cada productor se considera el mejor engordador, existiendo así una gran variedad de manejo y alimentación en las engordas. Esta variación posiblemente se deba a una gran cantidad de factores, destacando principalmente, la cantidad de animales manejados y la experiencia del engordador, como también las relaciones que tenga el engordador para la compra y venta de ganado, así como los insumos de alimentación para ganado. De acuerdo con lo anterior se planteo el presente proyecto con la finalidad de caracterizar los sistemas de engorda de bovino de carne en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto se llevó a cabo la Comarca Lagunera que se encuentra situada al Noreste del estado de Durango y Suroeste del estado de Coahuila entre los meridianos 101° 40' de longitud Oeste y los paralelos 24° 05' y 26° 54' de latitud Norte con una altura que varía de 1100 a 1140 msnm. El proyecto inició el 19 de febrero y el área de campo terminó el 18 de mayo del presente año.

Para obtener la información se realizó un cuestionario dividido en los principales factores que impactan el manejo óptimo de una engorda de ganado bovino, dentro de los que se contemplaron datos generales de la engorda donde se preguntó la ubicación, años de experiencia y cantidad de ganado explotado. Para el factor alimentación se consideraron las preguntas para conocer etapas de alimentación, costos de insumos, tipos de alimentos usados, así como los implantes utilizados. En el aspecto sanidad se tomó en cuenta las principales enfermedades, la mortalidad y tipos de prevención. En lo que respecta al factor administrativo se consideró si existía capacitación para con los trabajadores, y cuáles eran las principales áreas capacitadas y si tiene alguna motivación para con los trabajadores, además de los organigramas. En cuanto al manejo postproducción se preguntó cuál era la forma de vender los animales, que destino y proceso tiene la piel. Con relación a la genética se tomó en cuenta únicamente lo que se refiere al uso de razas puras y cruzamientos. Los datos se organizaron y analizaron estadísticamente por frecuencias.

Análisis de resultados

Datos generales. En la Figura 1 se muestran las características de los datos generales, donde se puede observar en la cantidad de ganado explotado por cada engorda. La gráfica 1 de la misma figura nos muestra que la mayoría de los engordadores tienen entre 500 y 1000 cabezas de ganado con un 47 % y el restante de los ganaderos representan el 53 % donde los de 1000 a 5000 tienen un porcentaje de 40 % y > 5000 el 13 %. Respecto a la gráfica 2 que es la de ubicación la mayor parte de las engordas se encuentran en el municipio de Gómez Palacio con un 53 %, en Torreón con 40 % y San Pedro 7 %. De ante mano se sabe que existe un municipio como lo es Lerdo, Dgo., que también tiene una gran cantidad de engordas, sin embargo, por limitantes económicas solamente se muestrearon los municipios mencionados. En la misma figura pero gráfica 3 se muestra el aspecto de la experiencia donde se observa que el mayor número de ganaderos tienen una experiencia de entre 15 y 30 años con un 46.7 % y menos de 15 años un porcentaje de 33.33 % y en el rango de > 30 un 20 %.

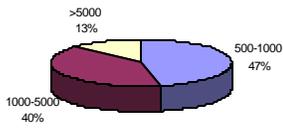
Alimentación. En la Figura 2 se muestran las características sobre la alimentación del bovino de carne, y como se puede observar en la gráfica 1 que nos presenta las etapas, la mayoría de las engordas tienen 4 etapas representando el 33 % mientras que las engordas que tienen 3 etapas representan un 27 %, las de 2 etapas un 20 %, las de 1 etapa un 13 % y las que tienen 5 etapas representan el 7 %. En la gráfica 2 de la misma figura que se refiere a implantes se puede observar que las engordas que utilizan únicamente el Revalor representan un 33 %, el Sinovex un 20 %, y las engordas que utilizan diferentes tipos de implante representan el 47 %, dentro de los cuales el Sinovex más otros implantes representan un 14.28 %, el Revalor más otros un 14.28 % y otros implantes como Acetato de Tremolona, Sinovex Plus, Ralgro, Benzoato de Estradiol, e Implemax tienen un 71.44 %. En la gráfica 3 de la misma figura donde se muestran los principales energéticos usados se observa que las engordas utilizan en mayor cantidad el maíz más la melaza con un 53 % mientras que el uso de otros energéticos representa el 47 % dentro de los que se encuentran el maíz más otros con un 14.28 %; melaza más otros 14.28 % y otros energéticos que no incluyen maíz ni melaza tal como Sorgo, Avena, Cebo y Pulpa de Dátil el 71.44 %. En la misma figura pero gráfica 4 nos muestra los principales proteicos usados, observando la Pollinaza como principal proteico con un 27 %, también se utilizan algunos concentrados representando el 13 %, y el uso de diferentes tipos de proteicos que representan mayor porcentaje con el 60 % de los cuales que incluyen Pollinaza más otros proteicos representan el 33.33 %, concentrado más otros proteicos con un 11.11 % y otros tipos de proteicos que no incluyen Pollinaza ni concentrado tal como Soya, AP - 20, Alfalfa, Canola, Harinolina, tienen un porcentaje de 55.56. En b que se refiere a la gráfica 5 de la misma figura que nos muestra el uso de forrajes se observa que hay 3 grupos de alimento que se utilizaron en mayor cantidad por las engordas como son alfalfa mas silo de maíz, alfalfa más otros y sin alfalfa. Estos tres forrajes representaron un 27 % cada uno mientras que los que utilizan únicamente alfalfa representan el 19 %.

Sanidad. En la Figura 3 donde nos muestra las características sobre sanidad, se observa en la gráfica 1 las enfermedades más frecuente que se presentan en una engorda como son la neumonía con un 47 % y la diarrea más neumonía con 53 %. En la misma figura pero refiriéndose a la gráfica 2 sobre la mortalidad en las engordas se puede observar que existe en el rango de 0 a 3 % de mortalidad, un porcentaje de 87 % mientras que en >3 % representa el 13 %.

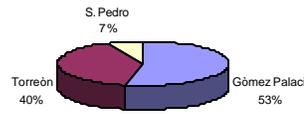
Razas. En la Figura 4 donde se muestran las características sobre las razas se puede apreciar que la mayoría de las engordas utilizan razas puras con 46 % y las que utilizan cruzamientos y razas puras más cruzamientos tienen un 27 % cada una.

Administración. En la Figura 5 que nos muestra las características sobre administración en las engordas se observa en la gráfica 1 el rubro capacitación donde el 60 % está capacitado, y el 40 % no tiene capacitación, al desglosar las áreas capacitadas como es la de únicamente alimentación con un 22.22 %, manejo únicamente con un 22.22 % y otras áreas capacitadas en conjunto con alimentación y manejo representan el 55.56 %. En lo referente a la gráfica 2 de la misma figura se observa que el 60 % de las engordas tiene motivación para con sus trabajadores esto incluye prestamos, premios por asistencia, etc., mientras que el resto no los motiva (40 %).

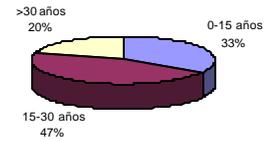
Manejo postproducción. En la Figura 6 donde se incluye la forma de vender el animal se aprecia que los animales que se venden en pie representan el 13.33 %; en canal el 66.67 % y en canal y pie el 20 % y se observa que en las ventas que se realizan en canal y canal mas pie en la venta de la piel posterior fuera de la región tiene un 53.88 % y la venta inmediata en la región representa el 46.15 %.



Gráfica 1 Cantidad de Ganado en

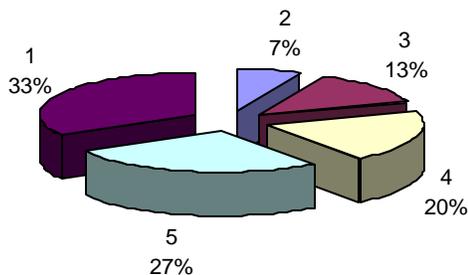


Gráfica 2 Ubicación de la Engorda

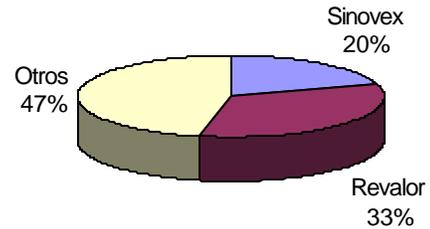


Gráfica 3 Experiencia del productor

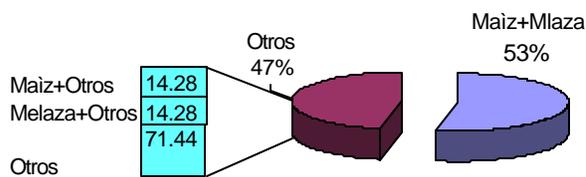
Figura 1. Características de datos generales de las engordas de bovino de carne en la Comarca Lagunera. FAZ-2001



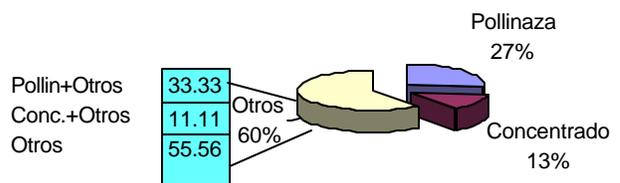
Gráfica 1. Etapas de Alimentación



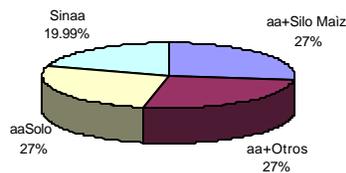
Gráfica 2. Tipos de Implante



Gráfica 3. Principales Energéticos

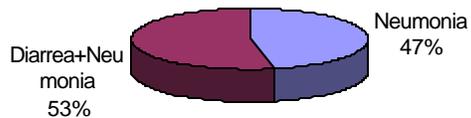


Gráfica 4. Principales Proteicos

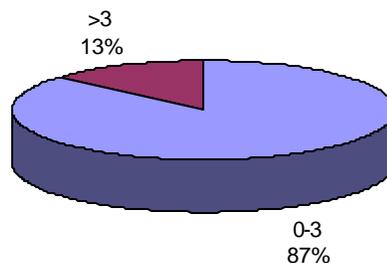


Gráfica 5. Principales Forrajes

Figura 2. Características del factor alimentación de las engordas de bovino de carne en la Comarca Lagunera. FAZ-2001

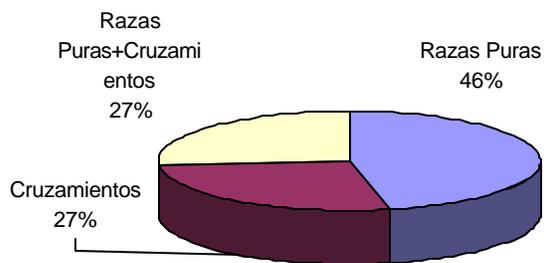


Gráfica 1. Enfermedades más Frecuentes



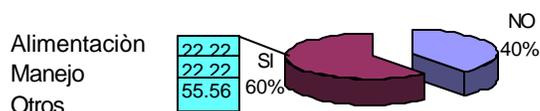
Gráfica 2. Mortalidad

Figura 3. Características del factor sanidad en las engordas de ganado bovino de carne en la Comarca Lagunera. FAZ-2001

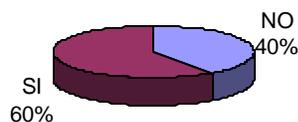


Gráfica 1. Tipos de Razas

Figura 4. Características de las principales razas y cruzamientos utilizados en las engordas de bovino de carne en la Comarca Lagunera. FAZ-2001

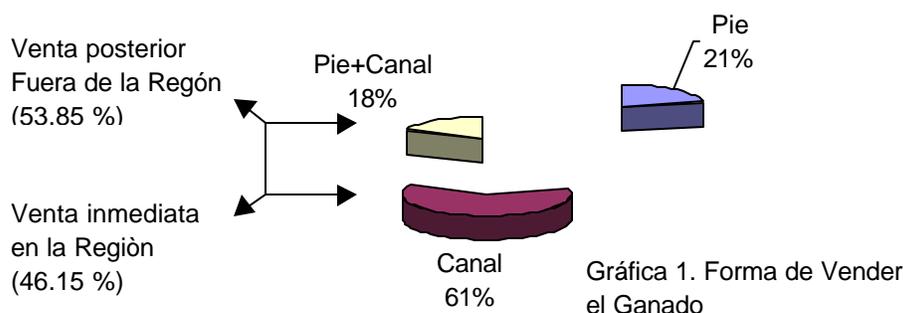


Gráfica 1. Capacitación para los Trabajadores y áreas Capacitadas



Gráfica 2. Motivación para los Trabajadores

Figura 5. Características del factor administración usada en las engordas de bovino de carne en la Comarca Lagunera. FAZ-2001



Gráfica 1. Forma de Vender el Ganado

Figura 6. Características del manejo postproducción en las engordas de bovino de carne en la Comarca Lagunera. FAZ-2001

CONCLUSIONES

En base a las condiciones en que se realizó el proyecto se llegó a la siguiente conclusión.

En forma general se puede concluir que las mayor parte de las engordas tienen de 500 a 100 animales ubicados en los municipios de Gómez Palacio Dgo. y Torreón Coah.. Además, tienen una gran experiencia (15 a 30 años). En el aspecto de **alimentación** la mayoría de los engordaderos manejan de 3 y 4 etapas alimenticias usando el maíz y la melaza como principal energético y como protéicos la pollinaza principalmente aunado a otros como el concentrado, Soya, AP-20. Respecto a los forrajes los que más se emplean son alfalfa sola o mezclada con silo de maíz u otros como sorgo y avena. En el rubro de los implantes los que más se utilizan son el Revalor y Sinovex. En lo que se refiere a **sanidad** la mayoría de las engordas tienen una mortalidad baja (0-3 %), donde las enfermedades que más frecuentemente se presentan son la neumonía y diarrea. En cuanto a **genética** las razas que más se utilizan en las engordas son el Angus, Charolae y Hereford, además de los

cruzamientos de estas con otras razas como el cebú o animales encastados, híbridos y otras razas europeas. Referente a la **administración** la mayoría capacita al personal siendo el manejo y la alimentación las áreas más capacitadas. En el aspecto de **manejo postproducción**, la mayor parte de los ganaderos vende el animal en canal, sacrificándolo en los rastros regionales. La piel se conserva en sal para su venta posterior fuera de la región, principalmente en León, Gto.

LITERATURA CITADA

Cantú B. 2001. Sistema de Producción de Ganado Bovino Productor de carne 2ª Edición, Torreón, Coah.

El Siglo de Torreón, 2001. Resumen del 2000 de Actividades Económicas de la Comarca Lagunera, Torreón, Coah.

SUPLEMENTACION DE BECERRAS HOLSTEIN EN DESARROLLO CON MOREA SOLIDA Y LIQUIDA EN LA COMARCA LAGUNERA

**Sánchez O. T¹., J. J Quiñones V¹., H. D García S¹ y A.K Cervantes P².
Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED**

1 Maestro Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia. UJED.

2 Alumna de Noveno Semestre de Zootecnia

INTRODUCCION

La producción lechera en la Región Lagunera, es una actividad fundamental en la economía del país y de la región, existiendo 393,057 cabezas de ganado en total y 15,000 vaquillas de reemplazo (Siglo de Torreón 2001). En la región existen 1,482 productores lecheros, que han tenido que importar vaquillas de reemplazo cuando no las han podido criar, lo que ha aumentado sus costos de producción. La crianza de becerras de reemplazo es un punto clave en la industria lechera, el buen crecimiento y desarrollo de éstas garantizan el futuro de empresas y proporcionan grandes posibilidades de éxito. Muchos establos de la comarca están buscando expandirse y han tenido que recurrir a las importaciones de Canadá o de los Estados Unidos, sin embargo, un alto porcentaje de éstas pueden estar infectadas de diversas enfermedades que causan abortos, problemas de mastitis y patas en las mismas vaquillas o en el ganado receptor (Flores, 1998).

Una de las alternativas para propiciar el buen desarrollo de vaquillas de reposición y bajar sus costos es el uso de ciertos ingredientes baratos tales como la melaza y urea, como mezcla básica en la suplementación de los animales; sin embargo, esta mezcla tiene problemas para su manejo, tanto por su estado físico natural, como para mezclarla y suministrarla. En algunos países subdesarrollados como el nuestro, han investigado últimamente bloques sólidos que tienen como base la melaza y urea y otros ingredientes tales como minerales y salvadillo de trigo (Sansoucy y col, 1986; Citado por Rajkomar, 1999), lo más interesante de esta alternativa es la aglutinación que se ha logrado con el cemento y la cal en porcentajes de 5 a 15%.

De acuerdo a lo anterior, se planteó el presente proyecto con la finalidad de determinar el efecto de dos tipos de presentación física de morea como suplemento en becerras Holstein en desarrollo en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

Este proyecto se llevó a cabo en el área de crianza de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de Venecia Dgo. Ubicada en el Km. 32 de la carretera Gómez Palacio – Tlahualilo Dgo, iniciándose el 29 de noviembre del 2001, con una duración de 125 días, los cuales incluyen dos períodos de adaptación a la urea-melaza con una duración de 25 días.

Se utilizaron 12 becerras Holstein con edades entre 4-7 meses de edad, con pesos entre 100- 230 kg. Utilizando tres animales para cada nivel de suplemento, donde el primer nivel fue el testigo suministrando solo la dieta basal la cual se compuso de 30 kg. De ensilaje de

maíz, 225 gramos de pasta de soya, 225 gramos de grano de destilería, 225 gramos de semilla de algodón, 225 gramos de minerales y 100 gramos de bicarbonato. El segundo nivel, fue dieta basal más suplementación líquida a base de melaza (82%), urea (10%) y agua (8%). Suministrándose mediante un suplementador de rodillo, realizado con un medio tanque de 200 litros, y tubo pvc de 6", la mezcla tubo una densidad energética de 1.115 Mcal/kg de energía metabolizable (EM), y un porcentaje proteico de 20.7% de proteína cruda (PC) en base seca, con 91% de nitrógeno no proteico (NNP) del suplemento. El tercer nivel fue dieta basal más suplementación sólida teniendo como base melaza (50%), urea (10%) y complementando con cal (5%), cemento (5%), para aglutinar el bloque, para darle estructura se usó salvadillo (20%), además, se complementó con fuentes de minerales como sal (5%) y sales minerales comerciales (5%). Elaborando con la mezcla anterior un bloque con dimensiones de 40 X 20 X 7cm., y de un peso de 9 kilogramos después de secarse en el medio ambiente, de acuerdo a la técnica de Sánchez y Córdova (1999). El bloque tenía una densidad energética de 1.368 Mcal/kg de energía metabolizable (EM), y un porcentaje proteico de 29.1% de PC con un 87% de nitrógeno no proteico (NNP), todo en base seca. El cuarto nivel fue la dieta basal más en conjunto el suplemento sólido, mas suplemento líquido. Los cuatro niveles de suplemento (factor A) se utilizaron en dos etapas (factor B). Las variables que se midieron fueron cambio de peso por mes, consumo de suplemento por semana. Los datos se analizaron con un diseño experimental de bloques al azar, con covarianza para peso inicial en un arreglo bifactorial 4X2, siendo 8 tratamientos.

CUADRO 1: Consumo de suplementos de becerras Holstein en desarrollo con morea sólida y líquida

Suplemento	Consumo (kg)					Consumo (kg)					Promedio de las etapas		
	Etapa I					Etapa II							
	Semanas					Semanas							
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Media		
Dieta basal + Suplementación líquida	0.214	0.452	0.919	0.592	0.142 *	0.4638	0.619	0.571	0.321	0.226	0.464 *	0.4402	*0.6839
Dieta basal + suplemento sólido	0.331	0.348	0.547	0.666	0.671	0.816	0.529	0.397	0.306	0.440	0.4976	0.5551	
Dieta basal + suplementación líquida + sólida	0.664	0.628	1.538	0.542	0.545	0.873	1.044	0.934	0.690	0.490	0.8162	0.7998	

• Significancia al 0.05

** Significancia al 0.01

CUADRO 2: Aumento de peso de becerras Holstein en desarrollo suplementadas con morea sólida y líquida

SUPLEMENTOS	AUMENTO (KG) / ANIMAL/ DIA ETAPA I ANIMALES				AUMENTO (KG) ANIMAL/ DIA ETAPA II ANIMALES				Prom. de las etapas
	1	2	3	Media	1	2	3	Media	
No suplementación	1.225	1.129	1.516	N. S 1.290	1.033	0.966	1.033	* 1.010	*1.150
Dieta basal + suplementación líquida	1.129	1.096	1.354	1.193	1.033	1.266	0.900	1.066	1.129
Dieta basal + suplementación sólida	1.258	1.129	1.354	1.247	1.066	1.066	0.933	1.021	1.134
Dieta basal + suplementación líquida y sólida	1.193	1.322	1.387	1.300	0.966	1.066	0.733	0.921	1.110

NS. No significancia

* Significancia al 0.05

• Significancia al 0.01

RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de suplemento (kg/día/animal).- En el cuadro 1, se puede observar que en la primera etapa, el consumo de suplemento que se ofreció en conjunto (morea líquida + morea sólida) fue superior al consumo de morea líquida y sólida en forma individual, con 0.783, 0.463, 0.512 kg/día/animal respectivamente. Existiendo estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05$). Al realizar una prueba de medias con DMS se encontró que la diferencia existía entre el suplemento que se ofreció en conjunto (morea líquida + morea sólida) y los otros suplementos; sin embargo, no hubo diferencias entre las medias del suplemento líquido y sólido. Posiblemente el alto consumo de suplemento en conjunto (morea líquida +morea sólida) se debió a la doble disponibilidad que existía de los dos tipos de morea (líquida +sólida) en el mismo corral. En el mismo cuadro también se observa que en la segunda etapa el consumo del suplemento en conjunto aumento a 0.816 kg/día/animal, y el consumo de morea sólida disminuyó a 0.497 kg/día/animal, como también el de la

morea líquida que disminuyó a 0.440 kg/día/animal. Encontrándose una diferencia significativa ($P < 0.05$). El comportamiento de la comparación de medias fue semejante que en la primera etapa. El aumento que se observa de consumo de una etapa a otra fue posiblemente porque los animales aumentaron de peso y por ende sus requerimientos, además de que la dieta basal fue la misma, de ahí que donde existía mayor disponibilidad como en el caso del suplemento en conjunto, aumentó su consumo, sin embargo, en lo individual el suplemento sólido y líquido no se observó el aumento del consumo, posiblemente por la forma de la presentación de la morea que dificultaba su ingesta.

Aumento de peso (kg/día/animal).- En el cuadro II, se aprecia en la primera etapa el aumento de peso de los animales, observándose que en donde se ofreció el suplemento en conjunto (Morea líquida + morea sólida) fue superior al testigo, al suplemento líquido y al sólido individualmente con 1.300, 1.290, 1.193 y 1.247kg/día /animal respectivamente. Sin embargo, no existió diferencia significativa estadísticamente (NS). En la segunda etapa el comportamiento de aumento de peso fue de 1.066, 1.021, 1.010 y 0.921, para el suplemento líquido sólido, testigo y suplemento (líquido + sólido) respectivamente, observándose que el aumento de peso con el suplemento líquido fue superior a los demás, el que obtuvo menor aumento de peso fue el suplemento (líquido + sólido). Sin embargo, no existió diferencia significativa (NS). Al relacionar en esta etapa el consumo con el aumento de peso, se aprecia que no impactó positivamente el alto consumo de suplemento (Líquido + sólido) en el aumento de peso, coincidiendo con los datos de Martin (1968); citado por Preston y Willis (1975).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento, se concluye lo siguiente : en lo que respecta al consumo si existió diferencia donde destacó el suplemento en conjunto tanto para la primera etapa como para la segunda etapa. Sin embargo en el aumento de peso no existió diferencia significativa entre los tipos de suplementos. Por lo tanto el suplementar y no suplementar no impactaría en el aumento de peso de los animales. Por consiguiente el uso de morea en cualquier tipo de presentación, no es recomendable usarla en becerras en desarrollo en condiciones mencionadas en este experimento.

LITERATURA CITADA

- El Siglo de Torreón, 2001. Resumen del 2000 de Actividades Económicas de la Comarca Lagunera, Torreón Coah.
- Flores, A. W. 1998. Area de Crianza de Reemplazos. Coordinadora del Area de Crianza. Gerencia Técnica. Grupo Industrial LALA. Gómez Palacio, Dgo.
- Preston R. T. Y M. B. Willis, 1975. Producción intensiva de carne. Editorial DIANA 1ra . Edición. México, D.F.

Rajkomar B.,1991. La tecnología de los bloques de melaza en Mauricio y su perspectiva en Africa. Investigación sobre ganado para el desarrollo rural, volumen 3, número 3. Bogotá, Colombia.

Sánchez O. T. Y Córdova R. I., 1999. Características Físicas y Consumo Voluntario en Cabras de Bloques Multinutricionales basadas en Melaza y Urea. Datos sin publicar. FAZ - UJED.

DOS SUSTITUTOS DE LECHE EN DOSIFICACIONES BAJAS EN EL ULTIMO MES DE DESTETE EN TERNEROS HOLSTEIN EN LA COMARCA LAGUNERA

Teodoro Sánchez Olvera¹, J. José Quiñones Vera¹ y Córdova G.

1 Maestro Investigador. Facultad de Agricultura y Zootecnia. UJED

INTRODUCCION

La Región Lagunera se considera la cuenca lechera más importante del país, contando para el año 2000 con un inventario de 393,057 animales y alrededor de 15,000 vaquillas de reemplazo. (Siglo de torreón 2000). Cabe hacer mención que uno de sus principales problemas es reemplazar a sus animales improductivos, donde algunos productores los importan de Canadá y Estados Unidos a precio de 12 a 15 mil pesos mexicanos, otros buscan producirlos en sus establos, y construyen centros de crianza; sin embargo, al producir sus propios reemplazos se encuentran con varios factores que tienen que optimizar, y uno de ellos es la alimentación en sus primeras etapas, que es calostro y lactancia, ya que la becerria se comporta como monogástrico lactante, esta etapa tiene un período generalmente de 60 días, la cual es alimentada a base de leche, resultando costoso e inhumano para la sociedad. Considerado lo anterior, se han producido sustitutos de leche para alimentar a los becerros, circulando en el mercado diferentes tipos y marcas de sustitutos, destacando el que usa la mayoría de los socios de Lala, que es el Lala Milk. Por otro lado el becerro que se alimenta a temprana edad con grano tiene un gran desarrollo del rumen-retículo, así como papilar permitiendo que el destete se pueda realizar más pronto de lo tradicionalmente acostumbrado, bajando los costos al destete o aumenta el peso al destete tradicional, preparando a los becerros para usar eficientemente los forrajes y concentrados en las etapas subsecuentes de crecimiento. De acuerdo a lo anterior se realizó el presente proyecto de investigación donde los objetivos son comparar el sustituto Apligén y Lala Milk, en dosificaciones bajas en el último mes de destete con terneros Holstein. determinando costo, aumento de peso y consumo de concentrado, además comparar las tres etapas en que se dividió la lactancia.

MATERIALES Y METODOS

El proyecto se realizó en las instalaciones de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, en su área de crianza. Se encuentra ubicada en el km. 32 de la carretera Gómez Palacio - Tlahualilo localizada en el Ej. Venecia Dgo. Municipio de Gómez Palacio Dgo.

Se inició el 22 de mayo y finalizó 27 de julio con una duración de 60 días donde se utilizaron 8 machos Holstein de tres días de edad, calostreados y un peso promedio de 41 kg, los becerros se manejaron en corrales individuales, alimentándose además de los sustitutos, con concentrado PEL - ROL 305 de Lala con 18.5% de PC, agua a libre acceso y agregando electrolitos en los dos sustitutos. Se manejaron 3 periodos, el primero fue de 30 días suministrando 4 litros de sustituto. Tres por la mañana y 1 por la tarde, el segundo 15 días suministrando dos litros por la mañana, el tercero de 15 días suministrando 1 litro por la mañana. Los tipos de sustituto fueron Apligén y Lala Milk. Usando cuatro animales por cada uno. El primer sustituto se basa en una fórmula de suero de sangre de bovino, Células sanguíneas secadas por aspersión (hemoglobina), suero de leche en polvo, aceite vegetal, grasa animal (con etoxiquina como conservador), fortificadas con vitaminas y minerales. El

segundo sustituto es basado en la formula de 50% de leche, 25% de soya, 25% de trigo, además, fortificadas con vitaminas y minerales. Las variables que se midieron fueron: aumento de peso cada 3 días hasta cumplir 15 ,después se realizó cada 5 días. El consumo de concentrado por día, número de día con diarrea. Al final del experimento, se determinaron los costos de los sustitutos y del consumo de concentrado para cada etapa. Finalmente se sacrificó a dos becerros seleccionados de acuerdo al mayor y menor consumo de concentrado, con la finalidad de observar el desarrollo del rumen, retículo, omaso y abomaso, además su crecimiento capilar y ruminal. Para analizar los datos se utilizara un diseño completamente al azar con un arreglo bifactorial donde los factores fueron dos sustitutos y tres periodos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de Concentrado (kg/día/animal). - En el Cuadro 1, se puede apreciar la primera etapa , donde el sustituto apligén el consumo de concentrado tuvo un promedio de 0.150 kg./día/animal, que comparado con el sustituto Lala Milk fue superior este ultimo con promedio de 0.322kg. En lo que respecta a la segunda etapa el sustituto Apligén tuvo un promedio de consumo de concentrado de 0.785 kg, y Lala milk obtuvo un promedio mayor de 1.193kg. En la tercera etapa el consumo de concentrado en el sustituto Apligén, fue de un promedio de 1.482 kg, en el sustituto Lala Milk se puede observar que el consumo fue mayor con promedio de 1.851 kg/dia/ animal. Existiendo una diferencia altamente significativa en las tres etapas ($P<0.01$). Analizando el mismo cuadro, el comportamiento de las tres etapas en conjunto se observa que el sustituto Apligén obtuvo los promedios de 0.150, 0.785 y 1.482kg, separado por cada etapa notando que el mejor fue la tercera etapa con 1.482kg . Respecto al sustituto Lala Milk los resultados fueron de 0.322, 1.193 y 1.851 kg/día/animal por cada etapa, enontrandose una diferencia altamente significativa ($P<0.01$).

Los resultados anteriores se deben posiblemente a que el sustituto Apligén presenta más días de diarreas (ver cuadro 3) en la primera etapa impactando, el consumo de la etapa dos y el promedio final.

En lo que respecta el consumo de concentrado total a la edad de ocho semanas, el cuadro 1 indica que los becerros que se le suministró Apligén consumieron 1482 gramos y el Lala Milk 1851 gramos encontrándose diferencia altamente significativa ($P<0.01$). Los datos anteriores no coinciden con los reportados por Wattiaux (2000) donde el afirma que una becerro a las ocho semanas deben consumir 1000 gramos, lo anterior se debe a la restricción del sustituto que se suministró en el último mes en el estudio.

Aumento de peso (Kg/día/Animal).- En el Cuadro 2, se puede observar en la primera etapa el aumento de peso en el sustituto Apligén, teniendo un promedio de 0.041kg, comparado con el sustituto Lala Milk que tuvo un aumento de peso superior con un promedio de 0.356kg, en la segunda etapa en el sustituto Apligén se puede apreciar que su promedio de aumento de peso es de 0.516kg, que comparado con el sustituto Lala Milk siguió siendo superior con 0.665kg, En lo que respecta a la tercera etapa, el promedio del aumento de peso del sustituto Apligén fue de 0.748kg, que comparado con el sustituto Lala Milk siguió teniendo un aumento de peso superior con 0.883kg/día/animal en las tres etapas se encontró diferencia significativa ($P<0.05$).

Comparando los resultados obtenidos en las tres etapas, se apreció que el sustituto Apligén obtuvo un promedio de aumento de peso de 0.421 kg/dia/animal y el sustituto Lala Milk un promedio de 0.635kg. existiendo diferencias significativas entre etapas ($P< 0.05$). Al

realizarse la comparación de medias a base de la prueba de Tukey no se encontró diferencia entre etapa tres y dos pero si de éstas dos con la etapa uno ($P < 0.01$).

Análisis económico.- En el Cuadro 4, se analizan los costos del consumo del sustituto de leche y concentrado. Donde el Apligén en su primera etapa tuvo un costo de \$ 262.65/animal y el costo del concentrado fue de \$10.21/ animal, que comparado con Lala Milk que tiene un costo de \$283.47/animal, y de concentrado \$21.85/ animal. En la segunda etapa se puede observar que el costo que el consumo de sustituto de leche Apligén fue de 65.81/ animal, y de concentrado \$26.61/animal. Respecto al costo de consumo del sustituto Lala Milk fue de \$71.03/ animal, y un costo de concentrado de \$46.35/ animal. En la tercera etapa el costo de consumo de sustituto de leche fue de \$32.90/animal y de concentrado de \$59.30/animal, en el sustituto Lala Milk tuvo un costo de consumo de sustituto de leche de \$35.51/animal y de concentrado \$62.85.

Analizando el costo total de la lactancia se observa en el mismo cuadro que el costo del consumo del sustituto Apligén y de concentrado fue de \$ 450.02. Respecto al otro sustituto que fue Lala Milk el costo fue de \$ 515.24 en total por becerro. Así también se pudo observar que al sacrificio el de menor y mayor consumo, el tamaño del rúmen fue de diferente, el de menor consumo tuvo un rumen pequeño y un desarrollo papilar muy limitado, pesando 1.255 kg, en el de mayor consumo fue diferente ya que tuvo un peso de 2.750 kg, teniendo un desarrollo papilar superior.

CUADRO 1.- Cambio de consumo en comparación de dos sustitutos de leche en dosificaciones bajas en el último mes del destete en terneras holstein en la Comarca Lagunera. FAZ- 2001.

Sustitutos	#Beceros	Consumo (Kg/día/animal)			Media
		Etapa I	Etapa II	Etapa III	
Apligén	1	0.163	0.764	1.596	0.841**
	2	0.140	0.812	1.696	0.883
	3	0.170	0.896	1.557	0.874
	4	0.129	0.667	1.078	0.625
	Media**	0.150	0.785	1.482	0.806
Lala Milk	5	0.278	0.900	1.584	0.922
	6	0.239	0.809	1.707	0.918
	7	0.457	1.722	2.181	1.453
	8	0.313	1.343	1.929	1.196
	Media**	0.322	1.193	1.851	1.122

** Diferencia altamente significativa ($p < 0.01$)

CUADRO 2.- Aumento de peso en comparación de dos sustitutos de leche en dosificaciones bajas en el último mes del destete en terneros holstein de la Comarca Lagunera. FAZ-2001.

Sustitutos	# Becerros	Aumento de peso (Kg/día/animal)			Media
		Etapa I	Etapa II	Etapa III	
Apligén	1	0.033	0.400	0.733	0.378**
	2	0.066	0.400	0.860	0.420
	3	0.033	0.733	0.800	0.511
	4	0.033	0.533	0.600	0.378
	Media*	0.041	0.516	0.748	0.421
Lala Milk	5	0.360	0.333	0.866	0.520
	6	0.300	0.533	0.733	0.522
	7	0.333	0.860	0.866	0.686
	8	0.433	0.933	1.066	0.810
	Media *	0.356	0.665	0.883	0.635

• Diferencia Significativa (P<0.05)

** Diferencia altamente significativa (P<0.01)

CUADRO 3.- Frecuencia de diarreas en comparación de dos sustitutos de leche en dosificaciones bajas en el último mes del destete en terneros holstein de la Comarca Lagunera. FAZ-2001.

Sustitutos	# Becerros	Etapa I	Etapa II	Etapa III	Total
Apligén	1	3	0	3	6
	2	8	0	0	8
	3	10	0	0	10
	4	8	0	0	8
	Total	29	0	3	32
Lala milk	5	1	0	0	1
	6	5	0	0	5
	7	9	0	0	9
	8	8	0	3	11
	Total	23	0	3	26

CUADRO 4.- Analisis economico de la comparación de dos sustitutos de leche en dosificaciones bajas en el último mes del destete en terneros holstein en la Comarca Lagunera. FAZ-2001.

Sustitutos	#Beceros	Etapa I		Etapa II		Etapa III		Total	
		Consumo (Kg./Animal)	\$ Costo						
Apligén	1	0.163	11.07	0.764	25.80	1.596	54.15	2.523	91.02
	2	0.140	9.50	0.812	27.57	1.696	57.39	2.648	94.46
	3	0.170	11.54	0.896	30.42	1.557	89.07	2.623	89.07
	4	0.129	8.76	0.670	22.65	1.078	36.60	1.874	68.01
	Media		10.21		26.61		59.30		85.64
Lala Milk	5	0.278	18.87	0.900	53.89	0.587	53.89	2.765	103.32
	6	0.239	16.23	0.809	27.47	1.707	57.96	2.755	101.66
	7	0.457	31.03	1.722	58.47	0.181	74.06	4.360	163.58
	8	0.315	21.29	1.343	45.60	0.929	65.50	3.587	132.39
	Media		21.85		46.35		62.85		125.23

Nota: El consumo del sustituto Apligén en la etapa I fue de 120 lts/Animal con un costo de \$ 262.65/Animal, en la etapa II fue de 30 lts/Animal con un costo de \$ 65.81/Animal y en la etapa III fue de 15 lts/Animal con un costo de \$ 32.90/Animal. Teniendo un costo total de \$ 361.36. Consumo del sustituto Lala Milk en la etapa I fue de 120 lts/Animal con un costo de \$ 283.47/Animal, el consumo de la etapa II fue de 30 lts/Animal con un costo de \$ 71.03/Animal y en la etapa III el consumo fue de 15 lts/Animal con un costo de \$ 35.51/Animal.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones, en que se llevó a cabo el experimento, se puede concluir que el sistema de alimentar los becerros con leche restringida en el último mes, disminuyen los costos y preparan fisiológicamente al animal para alimentarlo en etapas subsecuentes, y posiblemente no resentirán el cambio al puro concentrado y forraje. Así también, en la comparación de los dos substitutos fue superior el Lala Milk al Apligen tanto en aumento de peso, como en consumo de concentrado.

LITERATURA CITADA

El siglo de Torreón, 2001. Resumen de Actividades Económicas en la Comarca Lagunera, 1 de enero. p 29

Wattiaux .M.A. 2000. Crianza de Becerras del nacimiento al destete, Alimentadas con Heno,

Concentrado y agua. Esenciales Lecheras del Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria lechera Universidad de Wisconsin. P. 119.

INCLUSION DE SUERO LACTEO EN DIETAS DE CERDOS RECIEN DESTETADOS

**J. Santos Serrato Corona¹, H. Corona Rico¹, Edmundo Castellanos Perez¹ y
José Dimas Lopez Martínez¹**

Facultad de Agricultura y Zootecnia - UJED. Ej. Venecia, Dgo. México.
s-serrato@correoweb.com

INTRODUCCION

En la actualidad los costos de alimentación son sin lugar a dudas la principal preocupación de los productores pecuarios. Encontrar nuevas alternativas alimenticias para incrementar la relación beneficio-costos se ha convertido en una necesidad. La actividad porcícola de la Región Lagunera a tenido un crecimiento negativo debido a los altos costos de insumos, registrando pérdidas en algunas explotaciones y creando una dependencia en otras regiones productoras de cerdos, introduciendo animales principalmente de Sonora, El Bajío y Nuevo León. Actualmente se cuenta con un inventario estimado de 58 405 cabezas (SAGAR, 2000). La Comarca Lagunera es considerada una de las principales cuencas lecheras del país. Un porcentaje importante de la producción láctea es utilizada para elaborar quesos, generandose un subproducto; el suero. El suero, contiene una gran proporción de los nutrientes de la leche (Judkins y Keener, 1983) que pueden utilizarse satisfactoriamente en la alimentación de cerdos, por su alta digestibilidad y valor biológico (Potter, 1973). Morrison (1977) describe que cuando se fabrica el queso casi toda la proteína y la mayor parte de la grasa queda en el queso, permaneciendo en el suero el azúcar de la leche, albúmina y la mayor parte de los minerales. Considerando lo expuesto anteriormente se realizó un estudio con el objeto de determinar el grado de aceptación de suero lácteo por cerdos destetados a diferentes edades y evaluar su efecto en el cambio de peso corporal y eficiencia en la conversión de alimento.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en las instalaciones porcinas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Localizada en el km 35 de la carretera Gómez Palacio - Tlahualilo, Dgo., ubicada geográficamente a los 25°46'44" de latitud Norte y 103°21'44" de longitud Oeste, a 1110 m sobre el nivel del mar (CETENAL - UNAM, 1970). De la posta porcina de la Facultad se seleccionaron 36 cerdos comerciales York - Landrace con una edad y peso de 30 días y 5.37".45; 35 días y 6.31".36; 40 días y 8.58".58, recién destetados y sometidos al manejo normal de la granja, el cual consistió en; tratamiento del ombligo, descolmillado, aplicación de hierro, vacunación, castración e identificación. Considerando que los cerdos empleados en el experimento estaban recién destetados, el período de adaptación a la nueva dieta y manejo rutinario al cual fueron sometidos fue solamente una semana. Al finalizar dicho periodo los animales se pesaron y separaron por sexo, asignandose aleatoriamente a uno de los tres tratamientos, los cuales consistieron en ofrecer diferentes cantidades de suero lácteo y concentrado comercial como se aprecia en el Cuadro 1. Los cerdos del grupo control (CON) recibieron solamente 0.5 kg de concentrado, mientras que los otros dos grupos recibieron un nivel bajo de suero (BSUE) 0.5 l de suero + 0.4 kg de concentrado y un nivel alto de suero (ASUE) 1.0 l de suero + 0.37

kg de concentrado en forma separada. Los cerdos se mantuvieron por parejas del mismo sexo en corraletas pero fueron alimentadas individualmente. El consumo de alimento se midió diariamente, pesando lo ofrecido y rechazado. El cambio de peso corporal se determinó pesando los animales dos días seguidos aproximadamente a la misma hora antes de la aplicación de los tratamientos y posteriormente cada semana. Los resultados obtenidos correspondientes a consumo de alimento, incremento de peso por día y conversión de alimento se evaluaron estadísticamente, mediante un análisis de varianza de acuerdo con el diseño bloques al azar con arreglo factorial 3x3, con tres edades al destete y tres niveles de suero en la dieta (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

No se detecto efecto de interacción ($P = 0.45$), por lo que se realizó el análisis de efectos principales. El nivel de suero en la dieta influenció ($P < 0.01$) el consumo de alimento (Cuadro 2), incrementandose a medida que se aumento el nivel de suero en la dieta. Los cerdos en el grupo CON consumieron menos cantidad de alimento que los animales consumiendo suero lácteo. Los datos obtenidos en este trabajo son similares a los que reporta Flores (1986) al emplear suero de leche y maíz en la alimentación de cerdos destetados a 30 días de edad. Flores y Agraz (1981) recomiendan utilizar el suero en lechones recién destetados mezclándolo con harina de cereales en la porción de 30 a 40 g de harina por litro. El incremento observado en el consumo de alimento se debió a que la composición química (Cuadro 1) especialmente contenido de proteína (1 %) en el suero es muy inferior al del concentrado (17 %), de tal manera que mientras 100 g de concentrado aportan 17 g de proteína, la misma cantidad de suero solamente aporta 1 g, por lo que al incrementar la cantidad de suero se incremento el peso de la ración, sin embargo, se disminuyó también la cantidad total de proteína disponible de acuerdo con el consumo observado. El consumo de alimento aumentó ($P < 0.01$) de manera inconsistente a medida que se incrementó la edad al destete (Cuadro 2). El grupo de animales destetados a mas temprana edad consumieron la menor cantidad de alimento (1715.3 g), aquellos destetados a 35 días de edad registraron el mayor consumo (1920.1 g), registrando valores intermedios (1854.1 g) aquellos animales destetados a mayor edad. El sexo no influenció ($P = 0.27$) el consumo de alimento, aunque los machos consumieron aproximadamente 22 g más de alimento por día que las hembras. Suárez et al. (1991) tampoco encontraron efecto del sexo en el consumo de alimento en cerdos castrados en finalización. La cantidad de suero en la dieta influencio ($P = 0.05$) de forma inconsistente el peso corporal como se observa en el cuadro 2. Observandose los mayores incrementos de peso en los animales del grupo BSUE (377.5 g), los mas bajos en el grupo ASUE (311.5 g), mientras que los animales del grupo CON registraron un incremento de 363.1 g. El incremento de peso en el grupo ASUE fue menor debido probablemente a que el contenido de proteína de la ración fue menor en aproximadamente 10 g al sustituir 125 g de concentrado por 1 l de suero lácteo. De Alba (1971) encontró que el consumo de suero líquido en cerdos jóvenes fue de hasta 12.5 l para lograr un incremento de un kilogramo de peso corporal cuando se utilizo suero de leche como alimento único. Pinheiro (1973) reporta que ensayos realizados en Argentina, se demostró que cuando se suministro suero de queso y ración a voluntad se lograron aumentos de peso de 791 g por día. Este mismo autor reporta que al ofrecer suero a voluntad y 0.5 kg de ración por animal por día se logran aumentos de peso diario de 681 g además de ser el tratamiento mas económico en ese experimento. No se encontró diferencia en el cambio de peso corporal debido la edad al destete ($P = 0.13$) sin embargo, los cerdos destetados a 35 días tuvieron un incremento de 54 g sobre aquellos que se destetaron a 40 días. El sexo no influencio ($P = 0.53$) el incremento de peso. Suárez et al. (1991) encontraron

cambios de peso similar en cerdos de diferente sexo durante la etapa de crecimiento. Los animales que recibieron el nivel alto de suero mostraron una menor ($P < 0.01$) eficiencia en la conversión de alimento, requiriendo 7.9 kg de alimento para incrementar un kilogramo de peso, el grupo de animales que recibieron el nivel bajo de suero requirieron 5.6 kg de alimento, mientras que aquellos del grupo CON requirieron solamente 2.4 kilogramos de alimento para incrementar un kilogramo de peso. La eficiencia en la conversión de alimento no fue influenciada por la edad al destete ($P = 0.11$), ni por el sexo ($P = 0.70$), sugiriendo que a esta edad tanto machos como hembras tienen un comportamiento similar.

CONCLUSIÓN

El suero lácteo fue bien aceptado por cerdos recién destetados, pero disminuyó ligeramente el comportamiento productivo, debido básicamente a su reducido valor nutritivo con relación al del concentrado y a las cantidades ofrecidas en el experimento.

LITERATURA CITADA

- CETENAL - UNAM. 1970. Carta de climas. Durango 13 R-VIII. Dirección de planeación. Cetenal-Instituto de Geografía/UNAM. Talleres Graficos de la Nación.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. 2a ed. Fournier, S.A. México. p. 349.
- Flores, M.J.A. 1986. Manuales de alimentación animal. Tercera parte. Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. México. p. 185.
- Flores, M.J.A. y A.G. Agraz. 1981. Ganado porcino. Cría, explotación, enfermedades e industrialización. Limusa. México. p. 91.
- Judkins, H.F. y H.A. Keener. 1983. La leche, su producción y procesos industriales. 10 edición. Ed CECSA. México.
- Morrison, F.B., E.B. Morrison, H. Spencer, R.B. Morrison, H.W. Morrison y C.F. Morrison. 1973. Compendio de alimentación del ganado. Uteha. México. p. 558.
- Pinheiro, M.L.C. 1973. Los cerdos. Emmisferio sur. P. 444-446.
- Potter, N. 1973. La ciencia de los alimentos. EDUTEX. México.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics a bimetrical approach. 2nd ed. McGRAW -HILL, INC. New York, USA.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Social, Alimentación y Pesca. Delegación Región Lagunera. 2000. Resumen económico anual de la Comarca Lagunera. El Siglo de Torreón. Enero 1 del 2001.
- Suárez, G.L., V.H.R. Tijerina, R.C. García y G.C. Quijano. 1991. Efecto de la frecuencia de alimentación con tiempo fijo sobre el comportamiento y características cuantitativas de la canal de cerdos en finalización. In: Memorias de la XXIII Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

CUADRO1. Dietas suministradas a cerdos comerciales York - Landrace destetados a diferente edad y consumiendo distintas cantidades de suero lácteo^a.

Tratamiento ^b	Etapa		
	1 - 15 días	16 - 30 días	31 - 45 días
CON			
Suero, l	0	0	0
Concentrado ^c , kg	0.05	1.0	1.5
BSUE			
Suero, l	0.5	1.5	2.5
Concentrado, kg	0.4	0.8	1.2
ASUE			
Suero, l	1.0	2.0	3.0
Concentrado, kg	0.375	1.6	0.9

^a Los animales fueron destetados a 30, 35 y 40 días de edad. El suero lácteo contenía 5.6 % de sustancia seca, 1.0 % de proteína, 0.4 % de cenizas y 3.9 % de lactosa,

^b CON = control; BSUE = nivel bajo de suero lácteo; ASUE = nivel alto de suero lácteo.

^c Concentrado comercial con un contenido de 17 % de proteína cruda.

CUADRO 2. Comportamiento productivo de cerdos comerciales York - Landrace destetados a diferente edad y consumiendo diferentes cantidades de concentrado comercial y suero lácteo^a.

Concepto	Tratamiento ^b				Destete ^c			
	CON	BSUE	ASUE	EE ^d	30	35	40	EE
Consumo, kg	880 ^e	2139 ^f	2470 ^g	16.5	1715 ^h	1920 ⁱ	1854 ^j	16.5
Incremento, kg	363 ^h	377 ⁱ	311 ⁱ	16.6	351	377	323	16.6
Conversión, %	0.41 ^e	0.17 ^f	0.12 ^g	0.01	0.25	0.24	0.21	0.01

^a Concentrado comercial con un contenido de 17 % de proteína cruda.

^b CON= control; BSUE = nivel bajo de suero lácteo; ASUE = nivel alto de suero lácteo.

^c Los animales fueron destetados a 30, 35 y 40 días de edad.

^d Error estandar.

^{efg} hileras con letras diferentes difieren al 0.01.

^{hij} hileras con letras diferentes difieren al 0.02.

FLUCTUACION POBLACIONAL DEL GUSANO BARRENADOR DEL RUEZNO, *Cydia caryana* FITCH Y SU RELACION CON DAÑOS EN LA COMARCA LAGUNERA Y NAZAS, DURANGO.

Arnulfo Sifuentes Ibarra¹, Manuel Ramírez Delgado², Urbano Nava Camberos².

¹UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. ²CELALA-INIFAP. Apdo. Postal #247 Torreón, Coahuila CP 27000. Tel. 01(176)20202 al 05. E-mail: celala@halcon.laguna.ual.mx

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, una de las plagas clave es el gusano barrenador del ruezno, *Cydia caryana* Fitch, ya que en los últimos años sus poblaciones se han incrementado de forma importante (Nava y Ramírez, 1999).

El mayor daño de este insecto es después que la cáscara de la nuez se endurece (agosto a septiembre), ya que al barrenar el ruezno, interrumpe el suministro de nutrientes esenciales para el llenado de la almendra, reduciendo así la calidad. No existen reportes en relación a niveles de daño de esta plaga y hasta dónde puede afectar la producción de nuez y calidad de ésta (Harris, 1975).

Ante esta situación, en este trabajo se plantearon los siguientes objetivos: determinar la fluctuación poblacional de adultos del gusano barrenador del ruezno (GBR) en la Comarca Lagunera y en la región de Nazas, Durango y su relación con los niveles de daño, así como el efecto en la calidad de la nuez.

MATERIALES Y METODOS

Fluctuación poblacional. Se llevó a cabo en tres huertas en la Laguna de Coahuila y tres del municipio de Nazas, Dgo. Se utilizaron tres trampas tipo delta con feromona sexual en cada localidad del CELALA, El Perú y El Consuelo en la Laguna y Paso Nacional 2, Nazas y El 10 de Abril en el municipio de Nazas, Dgo. Las trampas se revisaron semanalmente de abril a noviembre del 2,000, obteniendo así el promedio por localidad.

Daño directo. El porcentaje de daño se determinó mediante muestreos directos cada dos semanas de julio a septiembre del 2,000 en las localidades de: CELALA, El Consuelo, El Perú, La Barranca y Hormiguero, colectando 200 nueces al azar por localidad. Para estimar el impacto del daño en la calidad de la nuez al momento de la cosecha, en cada localidad se tomaron al azar 200 nueces, de las cuales se procesó una submuestra de 20 secándola en estufa a una temperatura de 60°C durante 24 horas, se quebraron con un cascanueces para separar la almendra y la cáscara obteniendo el % de almendra por diferencia de peso antes y después del quebrado. Se registró también peso promedio por nuez y número de nueces por kilogramo. Se procesaron en la estufa otras dos submuestras (20 nueces) por localidad, en forma dirigida, una con daño externo del GBR (manchado en cáscara) y la otra sin este daño, registrando los mismos datos considerados.

Relación de la fluctuación poblacional y el daño del barrenador del ruezno. Se efectuó mediante análisis de regresión con el modelo lineal y cuadrático. El peso promedio por nuez y el porcentaje de almendra se analizó por medio de una prueba de "T" para ver si existía diferencia entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fluctuación poblacional. En forma global podemos decir que para la Laguna hubo tres incrementos importantes de la población del GBR: el 1° de finales de agosto a mediados de septiembre, el cual coincide con la etapa del inicio del endurecimiento de la cáscara de acuerdo con Salas (1997) y Arreola y Lagarda (1997). El 2° incremento fue de la última semana de septiembre a la primera de octubre, etapa crítica para el control de plagas del nogal que es el llenado de la almendra (Salas, 1997). Y el 3° fue de la última semana de octubre a la primera de noviembre, que es cuando en la Laguna los rueznos ya están abiertos y se está cosechando (Figura 1).

En Nazas (Figura 2), se aprecia un incremento más en la población de esta plaga, presentándose como 1^{er} período para las tres localidades, de la última semana de junio a la primera de julio, lo cual coincide con el inicio del estado acuoso. El 2° período importante ocurrió de la primera a la segunda semana de agosto. Este segundo período coincide con el llenado de la almendra. El 3^{er} incremento fue de finales de agosto a mediados de septiembre, coincidiendo con el momento en que la cáscara está endureciendo y está en pleno crecimiento y llenado de la almendra (Arreola y Lagarda, 1994). El 4° y último incremento poblacional del barrenador del ruezno en Nazas, el cual coincidió con la plena apertura del ruezno, se observó de la última semana de septiembre a la primera de octubre, según lo reportado por González (1991) en Parras, Coahuila.

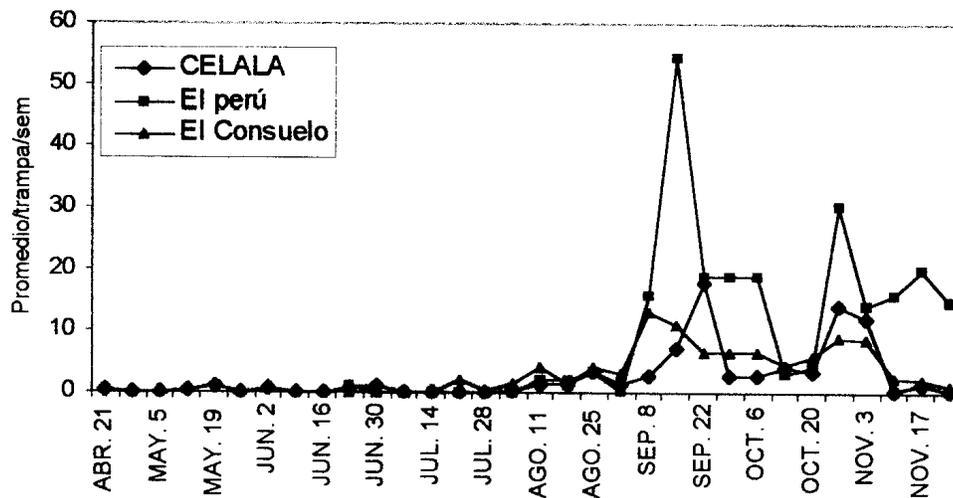


Figura 1. Fluctuación poblacional del gusano barrenador del ruezno en trampas con feromona, en tres huertas de la Comarca Lagunera, 2000.

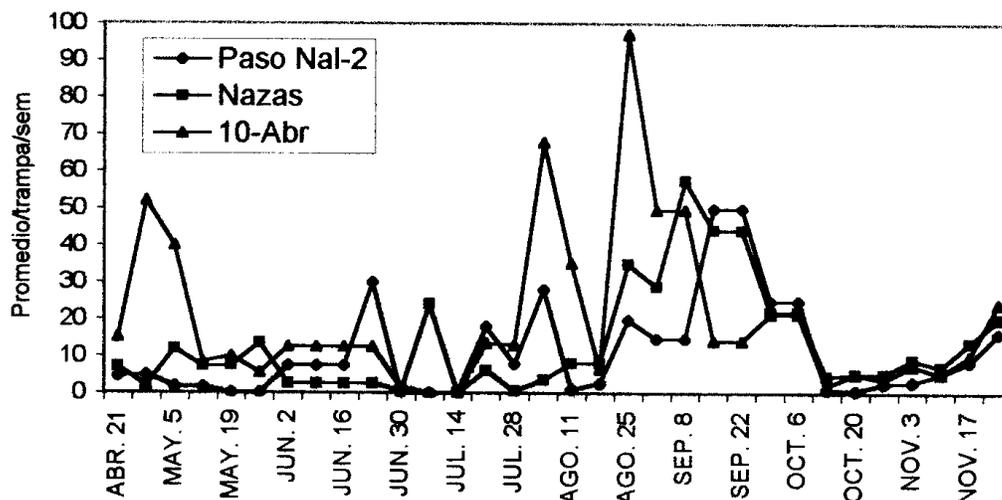


Figura 2. Fluctuación poblacional del gusano barrenador del ruezno en trampas con feromona, en tres huertas del Municipio de Nazas, Durango, 2000.

Daño directo. Los niveles de daño de julio a principios de agosto fueron bajos (de 0 a 3%) con un promedio general regional de 1.2%, lo cual coincide con el inicio del endurecimiento de la cáscara. A partir de la segunda quincena de agosto, el daño acumulado por esta plaga se incrementa, sobretodo en La Barranca y Hormiguero con 12 y 8%, respectivamente en agosto 19 (Cuadro 1). En el primer muestreo de septiembre se registraron porcentajes de daño de 26.5% en La Barranca y 35% en Hormiguero. Para el segundo muestreo en septiembre, los niveles de daño fueron los más altos, con un 62.5% en Hormiguero y La Barranca con 23% y el promedio general para esa fecha fue de 24.8% lo cual coincide con inicio de la maduración de la nuez y llenado de la almendra.

Cuadro 1. Porcentaje de daño del gusano barrenador del ruezno en diferentes fechas de muestreo en la Comarca Lagunera, 2000.

Localidad	Fecha de muestreo				
	Julio 22	Agosto 4	Agosto 19	Sept. 1	Sept. 22
CELALA	0.5	0.0	1.0	7.4	9.5
El Consuelo	0.5	0.5	2.0	2.5	12.5
El Perú	0.5	0.0	4.0	8.5	16.5
La Barranca	2.0	2.5	12.0	26.5	23.0
Hormiguero	1.0	3.0	8.0	35.0	62.5
Promedio general	0.9	1.2	5.4	16.0	24.8

Relación de la fluctuación poblacional y el daño del barrenador del ruezno. El mayor daño por esta plaga se empezó a manifestar el 1 de septiembre (Cuadro 1), con niveles que fluctuaron de 2.5 a 35%. Los promedios de capturas a esta fecha se mantuvieron alrededor de 30 palomillas por trampa como máximo. El análisis de regresión lineal entre estas dos

variables muestra una correlación de 77.5% ($R^2= 0.7756$), mientras que con el modelo cuadrático esta relación es mayor. En la 2ª semana de septiembre se inició la maduración de la nuez, en esta etapa se realizó el último muestreo para evaluación de daño (22 septiembre). El daño acumulado hasta esta fecha (poco antes de la cosecha) se estimó entre 9.5 y 62.5%, en tanto que el promedio de capturas por trampa por semana se mantiene alto, con un máximo de 30 palomillas. En el análisis de regresión entre las dos variables mostró una relación bastante buena, con un valor de R^2 de 0.8872, lo cual indica un grado más alto de explicación entre estas dos variables. Mediante el modelo cuadrático se estimó un $R^2=0.9802$, por lo que la confiabilidad a esta fecha está cercana al 100%.

El modelo de regresión lineal obtenido hasta la segunda quincena de septiembre para la Comarca Lagunera, fue $Y = 10.32 + 0.5016(X)$, lo cual indica que por cada unidad que varíe en el promedio de capturas de adultos por trampa por semana, tendremos una variación en el porcentaje de daño de 0.5 con una confiabilidad del 88.7%.

Efecto del daño del barrenador del ruezno en la calidad de la nuez. En el Cuadro 2 se puede apreciar que en la Laguna la disminución en el peso promedio en las nueces con daño externo visible del GBR con respecto a las que no tuvieron daño, fue alto, con una diferencia de 1.36 g. La tendencia es similar para el porcentaje de almendra, con 43.73% en promedio en nueces con daño por un 56.77% en nueces sin daño. En la región de Nazas, se observaron resultados similares, el peso promedio de la nuez fue de 4.38 g en nueces dañadas y 5.25 g en las nueces sin daño; en tanto que los porcentajes de almendra fueron de 53.71 y 59.77% en nueces dañadas y sin daño, respectivamente.

Cuadro 2. Parámetros de calidad de la nuez con y sin daño del gusano barrenador del ruezno, para la Comarca Lagunera y Nazas, Durango, 2000.

Región	Localidad	Peso promedio por nuez		Porcentaje de almendra	
		Con daño	Sin daño	Con daño	Sin daño
Lagunera	CELALA	----*	6.05	----*	58.91
	Hormiguero	5.48	6.53	53.34	58.20
	El Perú	3.82	5.11	44.99	56.41
	La Barranca	5.03	5.76	53.30	62.03
	El Consuelo	5.63	8.01	23.33	50.46
	Promedio	4.99	6.35	43.73	56.77
Nazas, Durango	J. G. Rdz. 1	4.53	4.99	57.73	58.68
	J. G. Rdz. 2	4.48	4.85	54.42	60.45
	10 de Abril 1	4.30	5.07	48.22	58.43
	10 de Abril 2	4.01	4.56	52.22	59.24
	Nazas	4.16	5.36	54.52	60.24
	Paso Nal. 1	3.85	5.21	50.04	59.10
	Paso Nal. 2	5.37	6.75	58.82	62.31
	Promedio	4.38	5.25	53.71	59.77

- No hubo nueces dañadas en la muestra.

Con los datos de calidad se estimaron las pérdidas económicas a causa de esta plaga en el 2,000. La producción total de nuez en la Laguna fue de 5,625 ton y el daño promedio de 24.8%, lo cual equivale a 1,395 ton afectadas por el GBR a nivel regional. De esta cantidad, de acuerdo al Cuadro 3, la reducción en el peso fue 21.41%, igual a 298.6 ton. Si el precio promedio de una tonelada de nuez fue de \$25,000, tenemos un total de pérdidas económicas de \$7' 466,737.

Cuadro 3. Daño estimado del gusano barrenador del ruezno y la reducción de este en el peso de la nuez en la Comarca Lagunera para el 2000.

Localidad	% daño	Nueces por kg	Peso prom/nuez		% de reducción
			C/daño	S/daño	
CELALA	9.5	162	**	6.05	**
El Consuelo	12.5	138	5.63	8.01	29.71
El Perú	16.5	172	3.82	5.11	25.24
La Barranca	23.0	181	5.03	5.76	12.67
Hormiguero	62.5	155	5.48	6.53	16.08
Promedio	24.8	161	4.99	6.35	21.41

** No existieron nueces con daño en esta localidad.

CONCLUSIONES

Se presentaron tres incrementos en la población del GBR en la Comarca Lagunera y cuatro en la región de Nazas, Durango. En el mes de septiembre se registraron los niveles más altos de daño en la Comarca Lagunera, con un promedio general para antes de la cosecha de 24.8%. La relación entre la fluctuación poblacional y el daño del GBR es muy buena, en donde el modelo de regresión cuadrático explica mejor esta relación a un grado de 98% ($R^2 = 0.9802$) en el mes de septiembre. El porcentaje de almendra se redujo un 22.9% en promedio en nueces con daño de esta plaga con respecto a nueces sin daño, así mismo, la reducción en el peso de la nuez fue de 21.4% en promedio en nueces dañadas, por lo que para el año 2,000 la pérdida estimada por esta plaga fue de \$7'466,737.

LITERATURA CITADA

- Arreola A., J. G. y A. Lagarda, M. 1994. Fenología del nogal. *In*: El nogal pecanero. Libro técnico No. 1. Primera edición. INIFAP.-Campo Agrícola Experimental La Laguna. Julio. Matamoros, Coahuila. p. 50.
- González R., A. 1991. Fluctuación poblacional del gusano barrenador del ruezno *Cydia caryana* Fitch (Lepidoptera: Tortricidae) su relación con el clima y la fenología del nogal. Tesis de Maestría. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 53 p.
- Harris, M. K. 1975. Considerations concerning economic losses due to potential introduction of pecan nut casebearer pecan weevil and hickory shuckworm in to Culberson, Hudspeth and El Paso, Texas. Pecan Orchard Management shirt course: 176 p.
- Nava C., U. y M. Ramírez, D. 1999. Manejo Integrado de plagas del nogal. Primer curso de actualización fitosanitaria en el cultivo del nogal. ITESM, Campus Laguna. Torreón, Coahuila. Marzo 11. s/p.
- Salas A., F. 1997. El cultivo del nogal Capítulo 1: Manejo integrado de plagas del nogal. INIFAP Cd. Delicias, Chihuahua. Fundación Produce. p. 26.

COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN EL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) IRRIGADO CON AGUA ARSENICAL.

Salvador Berúmen Padilla¹., Rentería E. A.¹, San Miguel S. M. F.², Figueroa V. R.¹, Salazar S. E.¹

¹ División de Estudios de Posgrado. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango., ² Laboratorio de Investigaciones Biomédicas. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Coahuila.

INTRODUCCIÓN

El problema del arsenicismo en el agua se ha constituido en un serio problema de contaminación ambiental en algunas regiones del mundo, tales como de Bangladesh, la provincia Córdoba en Argentina, la provincia de Antofagasta en Chile, Costa suroeste de Taiwán, y la región de la Comarca Lagunera, en México (Cantu, 1982), y con algún grado de afectación en USA, Francia, Chile, India (CRC, 1999). Se reporta que el problema de hidroarsenicismo en la Comarca Lagunera data desde 1956, y se atribuye a la pérdida del equilibrio de los mantos acuíferos a consecuencia de la sobreexplotación, a los altos contenidos de As de plaguicidas a base de este elemento, los cuales se aplicaban en las áreas de cultivos agrícolas en los años 40's, a la explotación de minerales por la industria metalúrgica ubicada en Torreón, Coahuila, y desde el punto de vista geológico, se pudo haber originado debido a que el agua subterránea estuvo en contacto por un periodo de tiempo bastante prolongado con los diferentes tipos de roca y cuerpos volcánicos, a partir de los cuales el agua pudo haber adquirido los elementos tóxicos como el As (Enriquez y García, 1994).

En estas regiones con problemas de hidroarsenicismo, los cultivos que son irrigados con esta agua contaminada pueden incrementar sus niveles de contaminación de As. Actualmente existe alguna información referente a cultivos regados con aguas arsenicales, donde se reporta acumulación de este elemento en las plantas. La información disponible hasta ahora esta muy limitada en cuanto a diversidad de cultivos, etapas de desarrollo de máxima acumulación, niveles de concentración del As en el agua de riego y su repercusión en la acumulación en las plantas. Dado lo anterior se estableció un experimento para evaluar el comportamiento de la concentración de As en los tejidos de la planta de maíz para grano irrigada con aguas arsenicales. El trabajo se realizo con este cultivo dado que su producto es utilizado en esta región como fuente de alimento directo para el humano.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Ejido Batopilas perteneciente al municipio de Fco. I. Madero, Coah., debido a que es una de las regiones en la que se reportan serios problemas de contaminación del agua de riego por As. Esta localidad se ubica a los 25°55'53" de latitud Norte y a los 103°18'15" de longitud Oeste (INEGI, 1972).

Establecimiento y manejo del experimento

El cultivo que se utilizó en el presente estudio es el maíz de grano [(*Zea mays* L.) cv. A7573] por ser un cultivo importante en la alimentación regional y por ser un cultivo que se reporta como susceptible a la acumulación de As en los diversos tejidos de la planta. El suelo donde se llevó acabo el experimento es de tipo migajón arenoso. En cuanto al

establecimiento y manejo del cultivo, se hizo en base al paquete tecnológico de (BANRURAL, SARH,1993). Este paquete consiste en :

Época de siembra: Se sembró durante el ciclo primavera – verano 19 y 20 de abril, se sembró a tierra venida tirando la semilla a chorrillo a doble hilera sobre cama melonera de 1.60 m., de ancho.

Densidades de siembra : Se utilizaron 10 kg de semilla la cual fue tratada con un insecticida-fungicida llamado Germate plus (Gustafson, LLC.) para proteger a la semilla contra enfermedades y plagas del suelo.

Riegos : Se dio un riego de aniego ó presiembra, tres y cuatro riegos de auxilio dependiendo del tratamiento.

*Fertilización :*Se aplicaron 25.6 kg de fósforo (formula 11–52–00) y 40 kg de nitrógeno (urea 46–00–00) y el resto del nitrógeno se aplico después del primer auxilio.

Labores de cultivo : se dio una escarda mecánica el 29 de mayo para mantener al cultivo libre de malas hierbas.

Control de plagas : las plagas que se presentaron fueron : gusano cogollero (*Spodoptera exigua*) y gusano elotero (*Heliothis zea*), las cuales estuvieron en poblaciones bajas (abajo del umbral económico), por lo cual no hubo necesidad de aplicar un insecticida.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos evaluados fueron tratamiento 1 con cuatro riegos y tratamiento 2 con tres riegos. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con seis repeticiones.

Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron en este estudio fueron: La concentración de As en los diferentes tejidos (raíz, tallo, hoja, olote, grano) durante diferentes etapas de desarrollo del cultivo : emergencia, espigamiento, elote (grano tierno) y mazorca (grano seco). Se tomó una planta de cada una de las repeticiones para cada uno de los tratamientos en cada una de las etapas fonológicas del maíz (emergencia, espigamiento, elote y mazorca) y separadas por tejidos (raíz, tallo, hoja, olote, grano).

Metodología para determinar As.

En el caso de las muestras de raíz, estas se lavaron con agua destilada para eliminar cualquier residuo de suelo y arsénico en la parte exterior del tejido. Las muestras ya deshidratadas y molidas de todos los tejidos fueron homogenizadas. Se realizaron pruebas para determinar el peso ideal de la muestra, tomando como base 0.05, 0.010, 0.10, 0.15, y 0.20 gr, siendo las óptimas las siguientes: para raíz, tallo y hoja 0.010 gr; para olote y grano 0.10 gr., y de 0.003 g de suelo. La Técnica de Cox modificada fue la utilizada para el análisis de Arsénico en los tejidos, agua y el suelo. El proceso de determinación de arsénico total a través del Espectrofotómetro de Absorción Atómica marca Varian Spectra 55 con Generador de Hidruros VGA-77. La técnica de digestión de Cox se basa en la ruptura de los enlaces carbono-arsénico presentes en la muestra, bajo condiciones ácidas y a altas temperaturas. Las determinaciones de arsénico se realizaron en el laboratorio del Departamento de

Bioquímica del Centro de Investigaciones Biomédicas de la Facultad de Medicina de la U.A. de C.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico para cada una de las variables evaluadas. Utilizando análisis de varianza, comparación de medias (DMS) de acuerdo al objetivo planteado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el presente trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales se separan en diferentes puntos para tener una mejor comprensión de los mismos.

Concentración de As en el agua de riego.

La concentración promedio de As encontrada en el agua de utilizada en los riegos fue de 0.56 mg L^{-1} , mostrándose diferentes concentraciones, así mismo, podemos observar que tales concentraciones de As son superiores a las permisibles para regar cultivos que es de 0.1 mg L^{-1} establecido por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1989., Enríquez, 1993).

Concentración de As en el suelo.

Las concentraciones de As encontradas en el suelo utilizado para el estudio antes de la siembra, encontrado a la profundidad de 0-30 cm una concentración promedio de As de $3097.7 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ de suelo. Sin embargo en la etapa después de la cosecha encontramos concentraciones promedio de As de $3403.3 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$. Tales datos nos indican una menor concentración de As después de la cosecha, posiblemente esa menor concentración de As se puede atribuir a que parte de la concentración de As contenido en suelo y agua fue absorbido por la planta y translocado a los diversos tejidos de la planta. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, 1985), la concentración de As máxima permisible en suelo es de $6 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ de suelo.

Concentración de As en los diversos tejidos de la planta de maíz (*Zea mays* L.) en función de los tratamientos.

Al realizar un análisis de varianza de los datos de tejidos de la planta de acuerdo a tratamientos, encontramos que para las variables: raíz, tallo, hoja, olote y grano, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en la concentración de As ($P = 0.9294$, $P = 0.2492$, $P = 0.8034$, $P = 0.0742$, $P = 0.3371$) respectivamente, lo anterior se puede observar en el Cuadro 1.

Sin embargo podemos observar que las mayores concentraciones de As se encuentran en la raíz y las concentraciones de As más bajas son encontradas en el olote y grano, tales condiciones son semejantes con las comentadas por Woolson (1973) en USA, en donde menciona que las mayores concentraciones de As son acumuladas en la raíz, típicamente en raíces fibrosas, las cuales no son usadas para consumo humano y cuando la planta absorbe el As esta lo transloca a las partes superiores en donde las concentraciones de As son más bajas. Más sin embargo el mismo autor comenta que tales condiciones

anteriores no son presentadas en remolacha, zanahoria y espinaca, ya que estas plantas almacenan el As en sus partes comestibles.

CUADRO 1. Concentración de As en tejidos de la planta de maíz en base a tratamientos y su relación con Ps, ejido Batopilas, Coah. 2000.

Tratamientos	Ps #	Media de la Concentración de As en tejidos				
		Raíz	Tallo	Hoja	Olote	Grano
T 1	12.0625a	1011.88a	258.86a	490.96a	26.375a	20.683a
T 2	12.050a	1005.58a	288.94a	483.63a	31.075a	22.425a

Tratamiento 1, 4 riegos; tratamiento 2, 3 riegos.

Medias de tratamientos con las mismas letras no son significativamente diferentes (DMS, 0.05).

PS = contenido de humedad

Concentración de As en los diversos tejidos de la planta de maíz (*Zea mays* L) de acuerdo a etapa fonológica.

Al realizar un análisis de varianza, tomando como datos las etapas fenológicas del cultivo de maíz (en días julianos) y los diversos tejidos de la planta, encontramos que para la variable raíz se presentó una diferencia significativa en la concentración de As ($p = 0.0271$), en las diversas etapas fenológicas, así mismo se puede observar que en la etapa de mazorca (grano seco) se tiene la mayor concentración de As promedio en la raíz. En el tejido raíz la menor concentración de As fue encontrada en la etapa de emergencia, tal como lo muestra el Cuadro 5.

Para el caso de tallo, hoja, olote y grano, se presenta una diferencia altamente significativa en la concentración de As en los diversos tejidos a través de las diversas etapas fenológicas ($P = 0.0001$, $P = 0.0001$, $P = 0.0001$, $P = 0.0008$) respectivamente.

Para el tejido tallo, se puede observar que la mayor concentración de As se tiene en la etapa de mazorca (grano seco) con $444.17 \mu\text{g g}^{-1}$, y la menor concentración se presenta en la etapa de emergencia $178.68 \mu\text{g g}^{-1}$. Sin embargo para el tejido hoja se observa que la menor concentración de As se presenta en la etapa de espigamiento ($345.33 \mu\text{g g}^{-1}$) y la mayor concentración de As la encontramos en la etapa de emergencia con ($649.33 \mu\text{g g}^{-1}$), tal y como lo indica el Cuadro 2. En el caso de olote encontramos que la mayor concentración de As la encontramos en la etapa de mazorca con $40.592 \mu\text{g g}^{-1}$ y la menor concentración de As es encontrada en la etapa de elote con $16.858 \mu\text{g g}^{-1}$. El tejido Grano presenta el mismo comportamiento que el olote, teniendo mayor concentración de As en la etapa de mazorca con $25.042 \mu\text{g g}^{-1}$ y menor concentración en la etapa de elote con $18.067 \mu\text{g g}^{-1}$.

CUADRO 2. Concentración de as en tejidos de la planta de maíz y su relación con el ps en base a etapas fenológicas del cultivo, ejido Batopilas, Coah.,2000.

Etapa de muestreo y día juliano	Ps #	Media de la Concentración de As en tejidos ($\mu\text{g g}^{-1}$)				
		Raíz	Tallo	Hoja	Olote	Grano
Emergencia (124)	13.12a	906.25 b	178.68c	649.33a		
Espigamiento (189)	13.6b	1008.08ab	263.00b	345.33c		
Elote (209.5)	10.02b	928.83b	209.75bc	439.42b	16.858b	18.067b
Mazorca (230.5)	11.47c	1191.75a	444.17a	515.08b	40.592a	25.042a

Medias de tratamientos con las mismas letras no son significativamente diferentes (DMS, 0.05).

#PS = contenido de humedad

Así mismo podemos observar que las mayores concentraciones de As son encontradas en la etapa de mazorca en los tejidos raíz, tallo, olote y grano, no así en el tejido

hoja. Sin embargo la concentración de As en la hoja en la etapa de mazorca tiene una concentración considerable 515.08 $\mu\text{g}/\text{gr}$ tal dato ocupa el segundo lugar en cuanto a concentración de As en tal tejido (cuadro 1). Lo anterior mantiene la tendencia de acumulación de As para esta etapa fenológica. Por otra parte también podemos observar en el cuadro 5, que la mayor concentración de As se tiene en primer lugar en la raíz, posteriormente en la hoja, luego en el tallo, en seguida en el olote y por último en el grano. Tal comportamiento es observado al tomar en cuenta las etapas fenológicas de la planta y los diversos tejidos de la misma. Lo anterior concuerda con lo reportado por Rosas et al (1997) en donde dice que el 40% del As se acumula en la raíz. Aunque las concentraciones de As en el olote y grano son menores que en los otros tejidos se tienen concentraciones que sobrepasan los límites fijados por FAO/OMS.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La concentración promedio de As en el agua de riego fue superior a la permisible (0.1 mg L^{-1}). La concentración de As en suelo fue superior a la permisible para cultivo (6 $\mu\text{g g}^{-1}$), tales condiciones nos permitieron evaluar la concentración de As en los diversos tejidos de la planta de maíz. Se presentaron concentraciones de As en los diversos tejidos de la planta de maíz. El tejido grano presentó concentraciones de As superiores a las permisibles para consumo humano (0.002 mg kg^{-1}). La mayor concentración de As fue presentada en la raíz en las diversas etapas fenológicas. El aplicar 3 ó 4 riegos estadísticamente no presenta diferencia significativa en el incremento de la concentración de As en los tejidos. No existe una buena correlación entre el Ps y la concentración de As en los diversos tejidos de la planta de maíz.

LITERATURA CITADA

- Benin AL, Sargent JD, Dalton M, Roda S. 1999. High concentrations of heavy metals in neighborhoods near ore smelters in northern Mexico. *Environ Health Perspect* Apr;107(4):279-84. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post/Entrez/query?uid=10090706&form=6&db=m&Dopt=b>).
- Cantu, B.C.G. 1982. Estudio de la frecuencia de intercambios de cromátides hermanos en individuos residentes en zonas de arsenicismo endémico. Facultad de Medicina. U.A. de C. Tesis. Profesional : 1, 7.
- CRC. 2001. Cleaning up arsenic and algae from worldwide drinking water. (http://www.crcwmpc.com.au/Media%20Releases/99%20media/16_april_99Arsenic.htm)
- Enriquez, S. M. y G. García. 1997. El problema de hidroarsenicismo en la región Lagunera. *Ciencia Ambiental y Desarrollo sostenible, internacional tomson, México, D.F.* : 410.
- Guo HR, Chiang HS, Hu H, Lipsitz SR, Monson RR. 1997. Arsenic in drinking water and incidence of urinary cancers. *Epidemiology* 1997 Sep;8(5):545-50 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post/Entrez/query?uid=10090706&form=&db=m&opt=b>).
- Woolson, E. A. 1973. The story on arsenic and vegetables. In: doses pressure treated wood belong in your garden. *Kitchen garden magazine*.1-6.

DIRECTORIO

M.A. JOSE RAMON HERNANDEZ MERAZ
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO

LIC. CARLOS SILERIO MEDINA
SECRETARIO GENERAL DE LA UJED

C.P. RUBEN CALDERON LUJAN
TESORERO GENERAL DE LA UJED

M.C. MANLIO ENRIQUE RAMIREZ RAMIREZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

M.C. MIGUEL FERNANDO SANCHEZ
SECRETARIO ACADEMICO FAZ-UJED

C.P. MANUEL VAZQUEZ PULGARIN
SECRETARIO ADMINISTRATIVO FAZ-UJED

Ph.D. JUAN JOSE MARTINEZ RIOS
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO FAZ-UJED