

## **I. AGRICULTURA ORGÁNICA**

Eficiencia de recuperación de nitrógeno de estiércol bovino y fertilizante en una rotación sorgo trigo para forraje.

**José Luis Márquez Rojas, Uriel Figueroa Viramontes, José Antonio Cueto Wong y Arturo Palomo Gil**

**145**

## **II. PRODUCCIÓN PECUARIA**

Mastitis y otras enfermedades causadas por *Mycoplasma* spp.

**Concepción García Luján, Fernando Castro Barraza y Aurora Martínez Romero**

**153**

## **III. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Estudio de progenitores e híbridos de tomate de cáscara.

**Elfego Gordillo Moreno, José Gerardo Ramírez Mezquitic, José Hernández Dávila, Valentín Robledo Torres y María Margarita Murillo Soto**

**163**

Efecto del thidiazuron en el desarrollo y producción del nogal pecadero.

**Ma. del Consuelo Medina Morales**

**171**

Evaluación de la fitotoxicidad del herbicida sigma "s" (mesosulfuron + iodosulfuron methyl) sobre las principales variedades de trigo (*Triticum aestivum* L. y *T. durum* L.) sembradas en el bajío durante el ciclo otoño-invierno.

**Tomás Medina Cazares, Josefina Martínez Saldaña y M. Antonio Vuelvas Cisneros**

**179**

Zonificación agroecológica del maíz, frijol, trigo y sorgo en la Región Lagunera.

**Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto Alonso Catalán Valencia y S. Felipe Mendoza Moreno**

**189**

## **IV. RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA**

Determinación del coeficiente de cultivo (kc) de tomate en una zona árida de Baja California, México.

**Álvaro González Michel, Bernardo Murillo Amador, Julio César Peralta Gallegos, José Luis García Hernández y Ricardo David Valdez Cepeda**

**197**

Rendimiento de brócoli con acolchado plástico y criterios de riego por cintilla.

**Segundo Felipe Mendoza Moreno, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena y Abel Román López**

**205**

Manejo del fertirriego y poblaciones de plantas de chile bell en invernadero.

**Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia, Abel Román López, Juan de Dios Bustamante Orañegui, Marco Antonio Inzunza Ibarra y Segundo F. Mendoza Moreno**

**211**



**AGOSTO 2006**

**ISSN: 1665-8892**

## **V. EXPLOTACIÓN RACIONAL Y MONITOREO DE ECOSISTEMAS**

Uso de ácido sulfúrico en el mejoramiento de la sodicidad del suelo y la producción de nuez pecanera.  
**Uriel Figueroa Viramontes, Ma. del Consuelo Medina Morales y J. Francisco Chávez González**

**219**

## **VI. RECURSOS FORESTALES**

Modelos para estimar volumen y biomasa de árboles individuales de *Prosopis glandulosa*, var. torreyana en el Ejido Jesús González Ortega No 1, Mpio. de Mexicali, B.C.  
**Jorge Méndez González, Aurelio Santos Méndez, Juan Abel Nájera Luna y Vladimir González Ontiveros**

**225**

## **VII. INDUSTRIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS**

Alianzas público-privadas para la investigación en los eslabones de producción primaria, procesamiento y comercialización de la cadena agroalimentaria.  
**José de Jesús Espinoza Arellano, Ignacio Orona Castillo, Georgel Moctezuma López, Homero Salinas González y Jorge Miguel Paulino Vázquez Alvarado**

**241**

La comercialización de nuez pecanera (*Carya illinoensis*) en la Comarca Lagunera, norte de México.  
**Ignacio Orona Castillo, Manuel Fortis Hernández, José de Jesús Espinoza Arellano, Guillermo González Cervantes, Enrique Salazar Sosa y Miguel Rivera González**

**251**

## **VIII. EDUCACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA**

Comportamiento de los actores desde su perspectiva en una facultad universitaria de educación pública.  
**Felipe Del Río Olague, María Guadalupe Candelas Cadillo y John Farrand Rogers**

**263**

Opciones para la reconversión productiva en áreas productoras de frijol en Durango, Dgo.  
**Arnulfo Pajarito Ravelero, Horacio González Ramírez y Oscar Homero Velasco**

**273**

Producción de hortalizas en huertos familiares.  
**Josefina Martínez Saldaña, Magdalena Villa Castorena e Ignacio Sánchez Cohen**

**285**



**AUGUST 2006**

**ISSN: 1665-8892**

## **I. ORGANIC AGRICULTURE**

Efficiency of nitrogen recovery from dairy manure and fertilizer in a sorghum wheat crop rotation.

**José Luis Márquez Rojas, Uriel Figueroa Viramontes, José Antonio Cueto Wong y Arturo Palomo Gil**

**145**

## **II. LIVESTOCK PRODUCTION**

Mastitis and others diseases caused by *Mycoplasma* spp.

**Concepción García Luján, Fernando Castro Barraza y Aurora Martínez Romero**

**153**

**163**

## **III. AGRICULTURAL PRODUCTION**

Husk tomato progenitors and hybrids study.

**Elfego Gordillo Moreno, José Gerardo Ramírez Mezquitic, José Hernández Dávila, Valentín Robledo Torres y Maria Margarita Murillo Soto**

**171**

Effect of the thidiazuron in the development and production of the pecan tree.

**Ma. del Consuelo Medina Morales**

Evaluation of the fitotoxicity of herbicide sigma "s" (mesosulfuron + iodosulfuron methyl) about the main wheat varieties (*triticum aestivum* l. y *t. durum* l.) sowed in the bajo during the fall-winter season.

**Tomás Medina Cazares, Josefina Martínez Saldaña y M. Antonio Vuelvas Cisnero**

**179**

Agro-ecological zones of maize, bean, wheat and sorghum in the Laguna Region.

**Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto Alonso Catalán Valencia y S. Felipe Mendoza Moreno**

**189**

## **IV. WATER-SOIL-PLANT RELATIONSHIP**

Determination of coefficient (kc) of tomatoes crop in arid zone in Baja California, Mexico.

**Álvaro González Michel, Bernardo Murillo Amador, Julio César Peralta Gallegos, José Luis García Hernández y Ricardo David Valdez Cepeda**

**197**

Yield response of broccoli to plastic mulching and criteria of drip tape irrigation.

**Segundo Felipe Mendoza Moreno, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena y Abel Román López**

**205**

Fertirrigation management and plant populations of bell chile in greenhouse.

**Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia, Abel Román López, Juan de Dios Bustamante Orañegui, Marco Antonio Inzunza Ibarra y Segundo F. Mendoza**

**211**

## **V. RATIONAL EXPLOITATION AND MONITORING OF ECOSYSTEM**

Use of sulfuric acid in sodic soil reclamation and pecan nut production.

**Uriel Figueroa Viramontes, Ma. del Consuelo Medina Morales y J. Francisco Chávez González**

**219**



**AUGUST 2006**

**ISSN: 1665-8892**

## **VI. RESOURCES FOREST**

Model for estimating volume and biomass of individual trees of *Prosopis glandulosa*, variety torreyana in Ejido Jesus Gonzalez Ortega N° 1, Municipio of Mexicali, B.C.  
**Jorge Méndez González, Aurelio Santos Méndez, Juan Abel Nájera Luna y Vladimir González Ontiveros**

**225**

## **VII. INDUSTRIALIZATION OF AGRICULTURAL AND LIVESTOCK PRODUCT**

Public-private partnerships for research in the primary, processing and commercialization links of the agrifood chain.

**José de Jesús Espinoza Arellano, Ignacio Orona Castillo, Georgel Moctezuma López, Homero Salinas González y Jorge Miguel Paulino Vázquez Alvarado**

**241**

Pecan nut (*carya illinoensis*) marketing in the Comarca Lagunera, northern Mexico.  
**Ignacio Orona Castillo, Manuel Fortis Hernández, José de Jesús Espinoza Arellano, Guillermo González Cervantes, Enrique Salazar Sosa y Miguel Rivera González**

**251**

## **VIII. EDUCATION AND TECHNICAL ASSISTANCE**

Behavior of actors from their own perspective in a faculty of a public university.  
**Felipe Del Río Olague María Guadalupe Candelas Cadillo y John Farrand Rogers**

Options for productive reconversion in productive zones of beans in Durango, Dgo.  
**Arnulfo Pajarito Ravelero, Horacio González Ramírez y Oscar Homero Velasco**

**273**

Horticultural crops production in homegardens.  
**Josefina Martínez Saldaña, Magdalena Villa Castorena e Ignacio Sánchez Cohen**

**285**

# DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (KC) DE TOMATE EN UNA ZONA ÁRIDA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

## Determination of Coefficient (KC) of Tomatoes Crop in Arid Zone in Baja California, Mexico

Álvaro González Michel<sup>1</sup>, Bernardo Murillo Amador<sup>1</sup>, Julio César Peralta Gallegos<sup>1</sup>,  
José Luis García Hernández<sup>1</sup> y Ricardo David Valdez Cepeda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Mar Bermejo No. 195 Col. Playa Palo de Santa Rita. Tel. (conmutador) +52-612-123-84-84 Ext. 3440. Directo: 123-84-40. Fax. +52-612-123-85-25. La Paz, Baja California Sur C. P. 23090, México. E-mail: bmurillo04@cibnor.mx.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte, MCDRR. Apdo. Postal 196, CP 98001, Zacatecas, Zacatecas. México. Fax No. +52 492 9246147.

### RESUMEN

Se determinó el suministro del agua en el cultivo basado en el método de la evaporación. Se analizaron cuatro coeficientes de cultivo (Kc) en tomate, se generó información que permite la utilización de una metodología en el sistema de riego por goteo. Se presentan los resultados obtenidos en tomate (*Lycopersicum esculentum* var. Momotaro) determinándose la aplicación del riego de acuerdo a la evaporación (Epan). De los tratamientos en estudio, en el tratamiento T-3 con un volumen de agua aplicado de 352.1 mm y 82 por ciento de evaporación en su ciclo, con una lámina de 2 mm por día, se obtuvieron los mejores resultados; fue más significativo tanto en calidad como en producción con un ahorro de agua considerable en relación a los otros tratamientos T-1, T-2 y T-4 con 43, 62 y 93 por ciento de evaporación y láminas de 1.1, 1.5 y 2.3 mm por día, respectivamente.

**Palabras clave:** Evaporación (Epan), *Lycopersicum esculentum*, Láminas de riego.

### SUMMARY

The results obtained in tomato appear (*Lycopersicum esculentum* var. Momotaro) determining the application of the irrigation according to the evaporation (Epan). Of the treatments in study; In treatment T-3 with a volume of water applied of 352,1 mm and 82 percent of evaporation in their cycle, with a lamina of 2 mm per day, the best results were obtained; it was but

significant as much in quality as in production with a considerable water saving in relation to the other treatments T-1, T-2 and T-4 with 43, 62 and 93 percent of evaporation and laminate of 1,1.1,5 and 2,3 mm per day, respectively.

**Key words:** Evaporation (Epan), *Lycopersicum esculentum*, Depth irrigation.

### INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales de clima, suelo y agua son necesarios para la producción agropecuaria, desafortunadamente no se tienen distribuidos de una manera óptima y quedan limitados severamente por las condiciones climáticas (Torres, 1983). La eficiencia global de riego que se maneja en nuestro país es del orden del 45 por ciento lo que indica que se desperdicia más de la mitad del agua que se destina a la agricultura (Rodríguez, 1982). Debido a la escasa precipitación pluvial que se presenta en zonas áridas como la región noroeste de México, principalmente en el estado de Baja California Sur y particularmente en la comunidad de Guerrero Negro B. C. S., con una precipitación alrededor de 90 mm anuales, alta evaporación con más de 1000 mm (González, 1996), es necesario encontrar una metodología en riego por goteo que permita economizar al máximo el recurso agua. El objetivo del presente estudio fue determinar el suministro de agua en el cultivo basado en el método de la evaporación, determinando el coeficiente de cultivo (Kc) y generando información que permita la utilización de sistema

de riego por goteo minimizando la lámina de riego aplicada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características del Sitio de Estudio

El área de estudio fue el campo experimental del CIBNOR-Unidad Guerrero Negro, B.C.S., México, localizado a los 28° LN y 114° LO, en la parte media de la península de Baja California sobre la costa oeste del desierto de Vizcaíno, una porción del Desierto Sonorense. El clima es seco durante la mayor parte del año, presentándose variaciones de cálido a semicálido. La precipitación pluvial es de 96.12 mm anuales. La evaporación es de 1436 mm. Se presentan temperaturas máximas del aire de 30 °C en el mes de agosto, con un promedio de 20 °C y una mínima de 8 °C, en el mes de enero. En las costas del Océano Pacífico en otoño e invierno aparecen neblinas mismas que humedecen los suelos arenosos y que se deben a las condensaciones de la humedad del aire, dado que el aire húmedo del Océano Pacífico, antes de entrar a la península, se encuentra con la corriente marítima fría que baja del pacífico norte y que enfría el aire haciendo que se condense la humedad, la cual para esta zona es alta, con máximas de 100 por ciento y mínimas de 10 por ciento, con un promedio de 80 por ciento (Aguilera y Martínez, 1986). Los vientos predominantemente son del noroeste alcanzando velocidades que oscilan de 0.0 a 12.0 m s<sup>-1</sup>, con un promedio de 5.3 m s<sup>-1</sup> (ESSA-CIBNOR, de 1982-2000; González, 1996). Los suelos de Guerrero Negro se componen de tres tipos: rocas de granito erosionadas, arena y limo o aluvión. En las dos primeras se limita la vegetación, pero en suelos de aluvión hay poblaciones de cactáceas, leguminosas, compositas y quenopodiáceas, características de los desiertos, las cuales a pesar de la escasa lluvia anual, se mantienen con vida. El suelo del campo experimental se clasifica como arenoso, con 96 por ciento de arena y un 3.5 por ciento de limo + arcilla, con pH que oscila de 8.5 a 9.4; con una conductividad eléctrica de 0.2 dS m<sup>-1</sup> a 1.6 dS m<sup>-1</sup>, clasificado como suelo no salino. El contenido de materia orgánica es de 0.2 por ciento. La

concentración de nitrógeno es baja, mientras que el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio se encuentran en cantidades suficientes (Endo *et al.*, 2000a, b).

### Material Vegetativo y Desarrollo de Plántulas

En el presente estudio se utilizó la variedad de tomate *Momotaro*, la cual presenta crecimiento indeterminado, buena adaptabilidad, resistente a sequía y a los nematodos (Rodríguez *et al.*, 1989). Las semillas se sembraron en charolas con las medidas: 65 x 35 x 7 cm, de 200 cavidades (3.3 cm x 3.3 cm cada cavidad), utilizando como sustrato una mezcla de terra-lite: arena en proporción 1:1. Las charolas se regaron diariamente con agua potable hasta que las plántulas emergieron. Después del 90 por ciento de emergencia, las plántulas se fertilizaron cada tercer día con una solución conteniendo 300 ppm de N-P-K, utilizando fertilizante Triple 17 (17-17-17). Las plántulas se mantuvieron en un invernadero durante 39 días, en el cual se controló la temperatura mediante la apertura y cierre de las ventanas laterales, siendo en promedio el termo período de 15 °C/26° C (noche/día) y el fotoperíodo de 11 h.

Antes del transplante, el terreno se barbechó a una profundidad de 30-35 cm realizándose además rastreo y nivelación, posteriormente se instalaron las mangueras de riego por goteo. Se prepararon *camas* de 50 m de largo por 0.80 m de ancho, en las cuales se colocaron dos cintas de riego (Ro-drip) con emisores cada 20 cm. Las plántulas se transplantaron a un lado de la cinta de riego, a una profundidad entre 4 a 6 cm, con una separación de 40 cm entre planta y planta, con un total de 125 plantas por cama. El transplante se realizó en húmedo para facilitar la recuperación rápida de la planta, la lámina de riego aplicada en los primeros cuatro días fue de 4.2 mm día<sup>-1</sup>, con un total de 168 litros por línea. La aplicación de fertilizantes se realizó a través del sistema de riego utilizando triple 15 (15-15-15) y fraccionando las aplicaciones semanalmente. También se aplicó nitrato de amonio (34-00-00), fraccionando las aplicaciones semanalmente (20 kg N ha<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>) hasta alcanzar un total de 160 kg N ha<sup>-1</sup>. Se realizó un control estricto de plagas y enfermedades.

### Tratamientos y Diseño Experimental

El área total del experimento fue de 10 x 50 m, para una superficie total de 500 m<sup>2</sup>, con 120 m<sup>2</sup> por tratamiento. Los tratamientos (cuatro en total) consistieron en suministrar el agua de acuerdo con la evaporación diaria y el coeficiente de cultivo (Kc) del tomate, colocándose una válvula controladora por tratamiento en la línea principal de riego de 1.5", mismas que además cuentan con un inyector para controlar las dosis de fertilización. Considerando que en esta zona árida las condiciones climatológicas no difieren significativamente, se utilizó el promedio semanal para el dato de la evaporación. Por lo general, el riego por goteo se calcula para el área húmeda, sin embargo, en este estudio el riego se determinó para toda el área. Debido a que los suelos del sitio de estudio son arenosos y que su heterogeneidad es mínima, se utilizó un diseño completamente al azar con 3 repeticiones de 3 camas o líneas cada una.

La aplicación del riego se determinó según la evaporación mediante la siguiente fórmula:

$$I = E_{pan} \times P \times A \times K_c \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

I es la Irrigación (mm día<sup>-1</sup>), E<sub>pan</sub> la evaporación pan, diámetro de 120 cm color blanco (promedio semanal anterior), K<sub>c</sub>: el coeficiente de cultivo (0.16, 0.33, 0.5 y 0.66 para T-1, T-2, T-3 y T- 4, respectivamente), P el bulbo de humedad (0.40 m) y A es el área de cultivo (40 m<sup>2</sup>/línea (cama de siembra).

### VARIABLES MEDIDAS EN EL SUELO

Se determinó la textura del suelo utilizando el método del hidrómetro de Bouyoucos. La densidad aparente se determinó después de secar la muestra de suelo (100 cm<sup>3</sup>) a 105 °C. La velocidad de infiltración se midió mediante el método de Kostiakov-Lewis, utilizando un cilindro de 30 cm de diámetro y 50 cm de altura, colocándose de 10 a 15 cm de profundidad del suelo. Se utilizó la

siguiente ecuación para calcular la velocidad de infiltración (en mm h<sup>-1</sup>):

$$K = 60 \cdot C \cdot n \{600 \cdot (1-n)\}^{n-1} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

K es la velocidad de infiltración básica (mm h<sup>-1</sup>), D es igual a C\*Tt; D igual a Infiltración acumulada (mm), I es igual a 60\*C\*n\*T<sup>n-1</sup>; I es igual a la velocidad de infiltración (mm h<sup>-1</sup>), T es el tiempo paso (min); C, n: constantes

El contenido de humedad del suelo se midió al realizar los muestreos de suelo perpendiculares a la manguera a 0, 20 y 40 cm a diferentes profundidades (de 0 a 10, de 10 a 20, de 20 a 30 y de 30 a 35 cm) por tratamiento y semanalmente. Para calcular el contenido de humedad del suelo se utilizó la siguiente ecuación:

$$H = \frac{PSH - PSS}{PSS} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

% H es el por ciento de humedad del suelo, PSH el peso de suelo húmedo y PSS el peso de suelo seco.

La temperatura del suelo y del aire se midieron utilizando sensores, mismos que se colocaron a diferentes profundidades (0, 10 y 20 cm) y se conectaron a un almacenador de datos (Li-Cor Data Logger Li-1000; Nebraska, USA.) programándose para obtener valores de temperatura cada hora durante las 24 horas del día. Los datos que se presentan corresponden a los valores promedio de cada 10 días (al inicio, a mediados y a finales de cada mes).

### VARIABLES MEDIDAS EN LA PLANTA

Crecimiento de plantas. Se seleccionaron 30 plantas por tratamiento (10 por repetición), a las cuales se les midió durante 12 semanas la altura, el número y la longitud de hojas. Para cuantificar el rendimiento, se pesaron todos los

frutos cosechados en cada tratamiento y repetición.

### **VARIABLES MEDIDAS EN EL FRUTO**

Calidad del fruto. En cada cosecha y tratamiento se seleccionaron 90 frutos, a los cuales se les midió largo y ancho. El contenido de azúcar se midió en cada cosecha, seleccionando tres frutos por tratamiento y repetición, utilizando un refractómetro (Atago hand refractometer, Japan). El peso promedio de fruto se midió seleccionando 30 frutos.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizaron análisis de varianza y cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las diferentes variables, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $P = 0.05$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **VARIABLES MEDIDAS EN EL SUELO**

Textura, densidad aparente y velocidad de infiltración

Los resultados mostraron que la textura del suelo del sitio de estudio es arenosa, con 96 por ciento de arena y cuatro por ciento de limo + arcilla. El valor de la densidad aparente fue de  $1.4 \text{ g cm}^3$ , mientras que la velocidad de infiltración calculada fue de  $47.3 \text{ mm h}^{-1}$  (Figura 1). Análisis adicionales mostraron un ligero incremento en el contenido de carbonato de calcio en el suelo.

Contenido de humedad

El contenido de humedad mostró que la distribución del agua en el suelo en el T-1 presentó un deslizamiento horizontal, manteniéndose seco la mayor parte. Los T-2 y T-3 presentan un deslizamiento del agua levemente vertical, mientras que en el tratamiento T-4 el área es más húmeda que el resto de los tratamientos, con un deslizamiento vertical del agua (Figura 2). Este diferencial de deslizamiento de agua se presentó

por las diferencias en el suministro del agua en los tratamientos y por las características físicas del suelo. El área húmeda en el T-1 a una profundidad de 15 cm es de 15 cm, en el T-2 es de 30 cm, en el T-3 es de 40 cm y en el T-4 fue de 50 cm.

Temperatura del suelo

No se presentaron diferencias significativas en esta variable, sin embargo, se presentó una fluctuación dado que en los meses de septiembre a octubre el rango fue de  $24$  a  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , disminuyendo conforme avanzó hacia la estación de invierno, con un promedio de  $16 \text{ }^\circ\text{C}$ . La temperatura del aire se mantuvo en un promedio de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  en los meses de septiembre a octubre, disminuyendo a partir del mes de noviembre hasta enero, con un promedio mensual de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  (Figura 3)

Evaporación total

La evaporación total desde la fecha del trasplante en campo hasta la última semana de cosecha fue de 430 mm. La Figura 4 muestra la evaporación promedio mensual del cultivo de tomate y su aplicación de riego. La evaporación en los meses de septiembre, octubre y noviembre fue mayor que en los meses de diciembre, enero y febrero, por lo que los riegos se ajustaron a la evaporación prevaleciente, observándose una variación de  $5.2 \text{ mm día}^{-1}$  en septiembre y disminuyendo hasta menos de  $1 \text{ mm día}^{-1}$  en el mes de enero.

### **VARIABLES MEDIDAS EN LA PLANTA**

Altura

La altura de la planta de tomate (Figura 5) fue mayor en las plantas del tratamiento T-1, la cual se incrementó a partir de los 35 días después del trasplante. En los tratamientos T-2, T-3 y T-4 no se presentaron diferencias significativas. Sin embargo, en el T-2 se incrementó, en el T-3 se mantuvo, mientras que al inicio el T-4 mostró un incremento ligero. Este resultado determina que la planta de tomate muestra una mayor altura con menor cantidad de agua. Se observó que el

diámetro del tallo disminuyó conforme disminuyó la cantidad de agua suministrada, el follaje tiende a caer por el peso de las hojas y por el peso del incremento en el número de frutos.

#### Longitud y número de hojas

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para estas dos variables, sin embargo, se observó que durante las primeras tres semanas después del trasplante, las hojas mostraron un crecimiento promedio muy rápido (de 15 a 30 cm), mientras que en los siguientes dos meses, el crecimiento promedio fue menor (de 30 a 35 cm). Las hojas de las plantas del tratamiento T-4 mostraron un crecimiento promedio menor. En las primeras cinco semanas después del trasplante, el número de hojas fue de 7 a 18 por planta, para posteriormente incrementarse y mantenerse en un rango de 18 a 25.

#### Rendimiento

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, observándose que el rendimiento disminuyó en los tratamientos con menor cantidad de agua. El T-3 mostró el mayor rendimiento, con una lámina promedio diaria de 2 mm, seguido del T-4, T-2 y del T-1 (Figura 6 A).

### **Variables Medidas en el Fruto**

#### Calidad

En cuanto a calidad del fruto, en el T-3 se presentaron los frutos de mejor calidad, los frutos mejor formados en su diámetro mayor, diámetro menor y longitud de fruto. Le siguen en orden de

aplicación de tratamientos de humedad el T-4, T-2 y T-1, mostrando que la calidad se presentó acorde a la cantidad de agua aplicada al cultivo (datos no mostrados), resultados que coinciden con los de Widders y Lorenz (1979) quienes señalan que el suministro de agua influye en la calidad de los frutos y el rendimiento de tomate.

#### Contenido de azúcar

El presente estudio determinó que el tomate suele presentar mayor cantidad de azúcar con menores láminas de riego, ya que los frutos con mayor contenido de azúcares se presentaron en el T-1, seguido del T-2, T-3 y finalmente del T-4, en éste último los frutos mostraron el menor contenido de azúcares (Figura 6 B).

#### Peso promedio

Los frutos de las plantas del T-3 presentaron el peso promedio de fruto mayor, seguido del T-4, T-2 y T-1 (Figura 6 C), mostrando también que esta variable está fuertemente influenciada por la cantidad de agua para la planta disponible en el suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la cantidad de agua influye notablemente en los rendimientos, calidad de los frutos y la eficiencia del riego se debe en gran parte a las condiciones locales del suelo y del clima, generándose información para minimizar el suministro del agua en tomate, se determinó el coeficiente del cultivo para tomate, por lo que el método de la evaporación (Epan) es un método que puede ser utilizado por los productores en la aplicación del agua a los cultivos con buenos resultados, utilizando los coeficientes de cultivo para tomate en un rango de 0.2 a 0.6 bajo las condiciones prevalecientes en la zona de estudio.

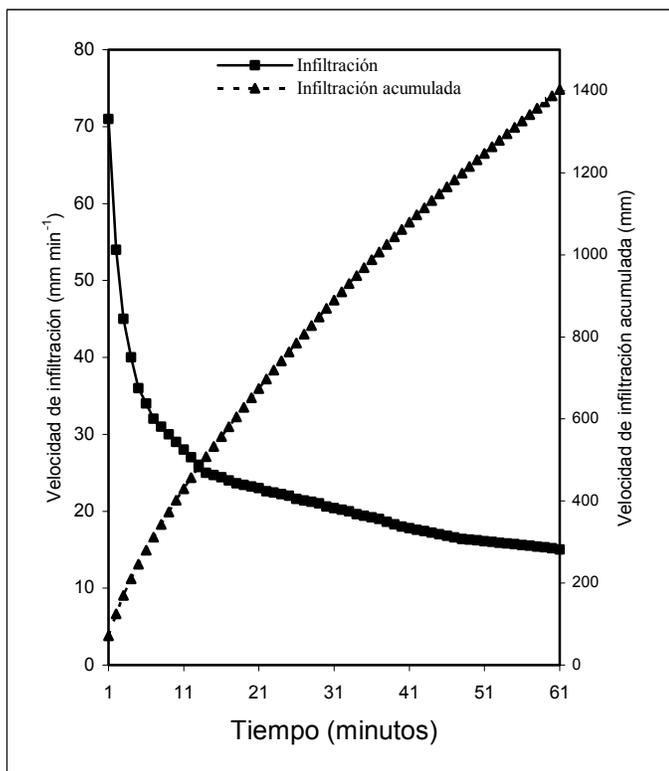


Figura 1. Curva de velocidad de infiltración y velocidad de infiltración acumulada.

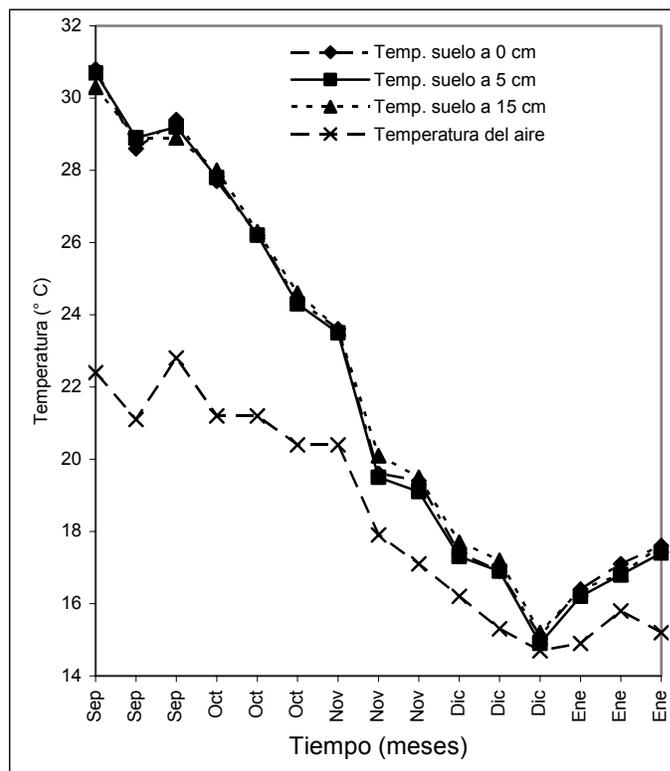


Figura 3. Temperaturas del suelo y del aire en la parcela experimental de tomate.

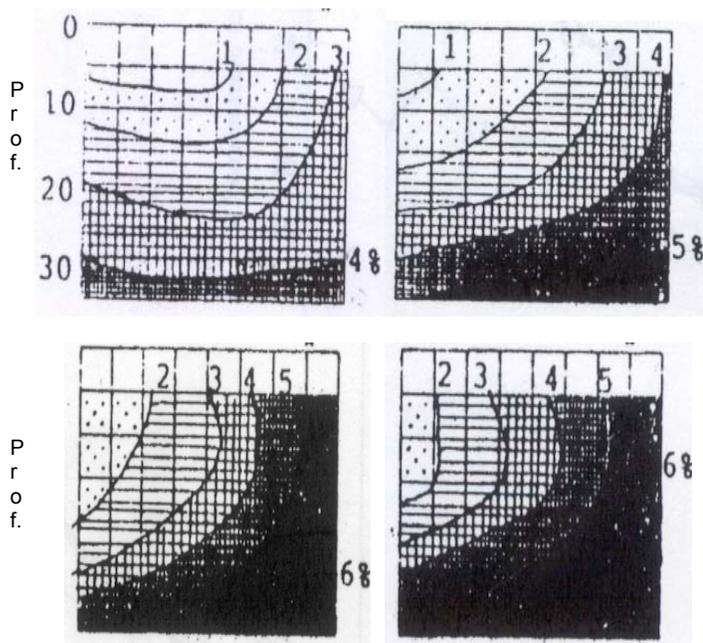


Figura 2. Distribución del agua en el suelo por tratamiento (promedio de septiembre a noviembre). Profundidad de 0 a 30 cm.

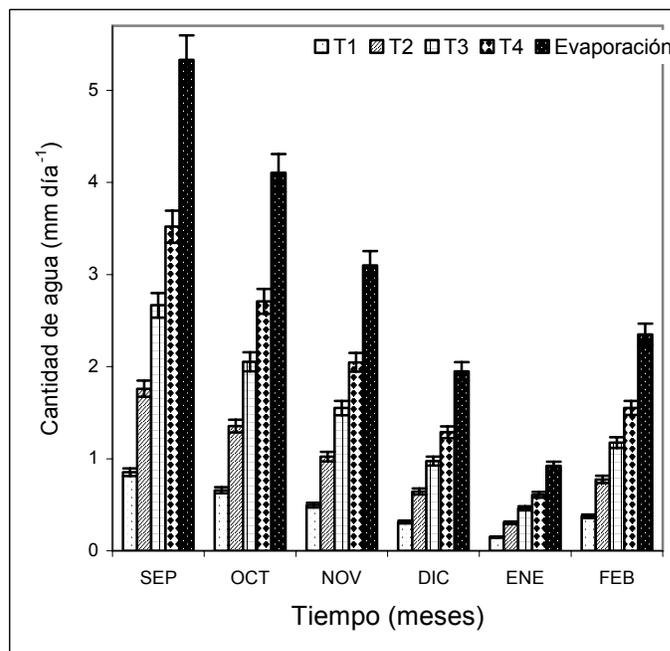


Figura 4. Irrigación y evaporación *Epan* promedio mensual.

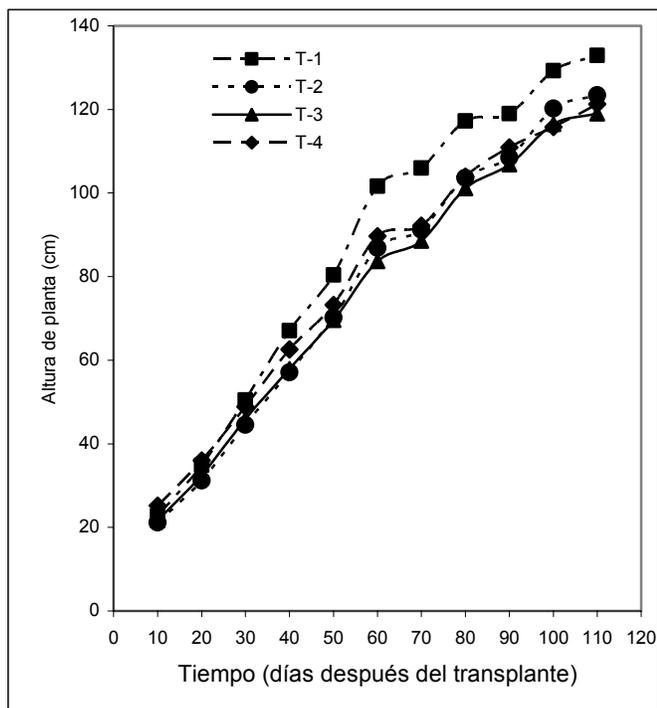


Figura 5. Cinética de crecimiento de plantas de tomate a partir del trasplante hasta la cosecha.

### CONCLUSIONES

Acorde a los resultados obtenidos, la cantidad de agua influye significativamente en el rendimiento y en la calidad de los frutos de tomate, mientras que la eficiencia del riego se debe en gran parte a las condiciones del suelo y del clima del área de estudio. Se generó información para minimizar el suministro del agua en tomate, determinándose que para tomate es posible utilizar coeficientes de cultivo entre los rangos de 0.2 a 0.6 bajo las condiciones agroecológicas del área de estudio, por lo que el método de la evaporación (Epan) es un método que puede ser utilizado por los productores en la aplicación del agua a los cultivos con buenos resultados.

#### Agradecimiento

Se agradece a la Fundación Produce Baja California Sur el financiamiento para el desarrollo del presente estudio, así como al proyecto institucional ZA3.1 del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

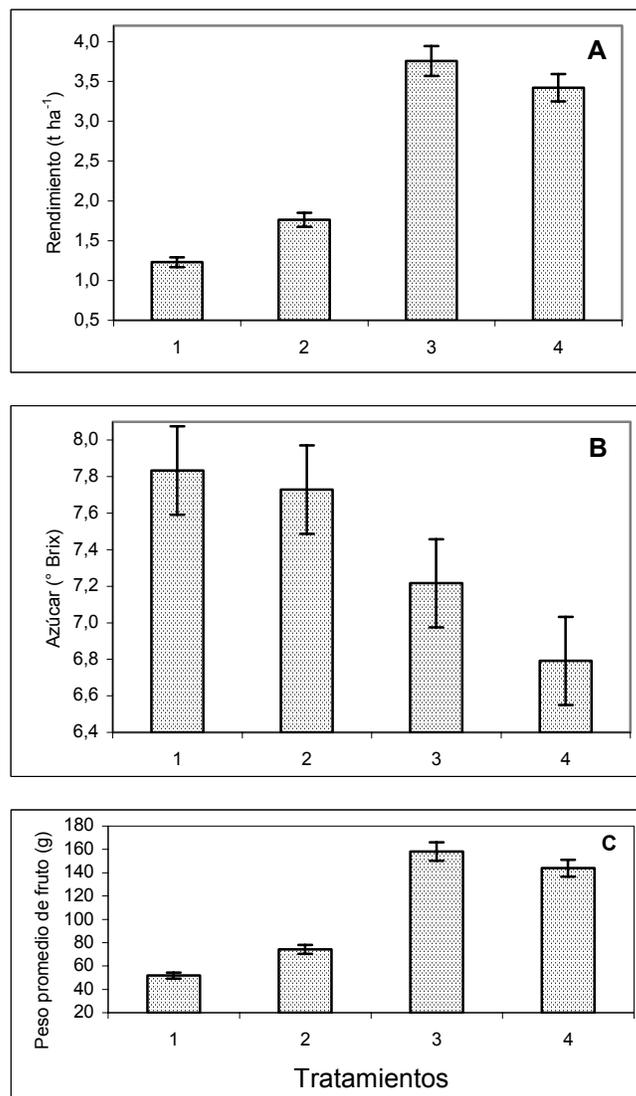


Figura 6. Rendimiento, contenido de azúcares y peso promedio de fruto.

### LITERATURA CITADA

- Aguilera, C. M. y R. Martínez, E. 1986. Relaciones agua, suelo, planta y atmósfera. 3ª edición. Departamento de enseñanza investigación y servicio en irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Endo, T., S. Yamamoto, T. Honna, K. Imura, R. López A. y M. Benson R. 2000a. Morphological and physico-chemical properties of soils in the middle of Baja California, Mexico. Japan. J. Soil Sci. Plant Nutr. 71: 9-17

- Endo, T., S. Yamamoto, T. Honna, M. Takashina, K. Imura, R. López A. y M. Benson R. 2000b. Behavior and distribution of salts under irrigated agriculture in the middle of Baja California, Mexico. Japan. J. Soil Sci. Plant Nutr. 71:18-26.
- ESSA-CIBNOR. 2000. Reporte de datos de las estaciones meteorológicas ubicadas en las instalaciones del CIBNOR y ESSA en Guerrero Negro, B.C.S. Reporte impreso mensual-anual de uso interno.
- González M., A. 1996. Efecto de la cantidad de agua en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) var. Momotaro basado en las condiciones climatológicas. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 60 p.
- Rodríguez S., F. 1982. Riego por goteo. 1ª edición. AGT editor, S.A. México, D. F.
- Rodríguez R. R., J. Tabares, R. y J. Medina, S. 1989. Cultivo moderno del tomate. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Torres R., E. 1983. Agrometeorología. 1ª Edición. Editorial Diana. México, D. F.
- Widders, J. E. y O. A. Lorenz. 1979. Tomato root development as related to potassium nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 216-220.