

Evaluación del rendimiento de algodón (*Gossypium hirsutum* L) con cuatro niveles de humedad aprovechable en suelo franco en el Valle de Mexicali

Cotton (*Gossypium hirsutum* L) yield evaluation under four levels of soil moisture content in a loamy soil in the Mexicali Valley

LUIS FERNANDO ESCOBOZA-GARCÍA¹, ALEXIS NIEBLA-AGUILAR¹, ROBERTO SOTO-ORTÍZ¹, OSCAR A. VIRAMONTES-OLIVAS^{2,3} JESÚS A. ROMÁN-CALLEROS¹, DANIEL ARAIZA-ZÚÑIGA¹, ADOLFO PÉREZ-MÁRQUEZ¹, SILVIA M. AVILÉS-MARÍN¹, ÁNGEL LÓPEZ-LÓPEZ¹, VÍCTOR A. CÁRDENAS SALAZAR¹ Y MARÍA I. ESCOBOZA-GARCÍA¹.

Recibido: Junio 25, 2008

Aceptado: Octubre 02, 2008

Resumen

En el Valle de Mexicali, Baja California, durante el subciclo primavera-verano 2005, se sembraron 30 mil ha de algodón, dándose riego superficial en surcos con número indistinto de aplicaciones determinadas empíricamente por el agricultor, obteniéndose rendimientos variables por falta de conocimiento en aplicación del riego para suministrar humedad y obtener máximos rendimientos. El objetivo del presente estudio, fue evaluar cuatro niveles de humedad aprovechable en el suelo antes del riego (20, 40, 60 y 80 %) sobre rendimiento del algodón. Se construyó una función de respuesta que permite predecir la ganancia de algodón en hueso. Se evaluó la variedad precoz Delta Pine 565 en dos etapas fenológicas (X_1 y X_2), donde X_1 , comprende desde la germinación hasta el inicio de la floración y X_2 del inicio de la floración (50 % de plantas con flores) hasta la formación de capullos. Para cuantificar el balance hídrico, se midió humedad en suelo con una sonda de neutrones en capas de 15 cm hasta una profundidad de 105 cm. Se utilizó un arreglo factorial (4^2) y el análisis estadístico de la información se realizó por un modelo de regresión múltiple y análisis de varianza. El mejor ajuste ($R^2=0.72$) se obtuvo con la función $Y=0.6705553+0.15830168X_2 - 0.0014X_1$. El ANOVA mostró diferencias significativas ($P < .05$) entre tratamientos. Los valores X_1 y X_2 más favorables de humedad aprovechable fueron 35 % y 57 % respectivamente. Los resultados indican que la humedad aprovechable en la segunda etapa presentó mayor efecto sobre el rendimiento de algodón en hueso.

Palabras clave: riego, regresión, humedad, rendimiento y algodón.

Abstract

During the 2005 spring-summer period, at the Mexicali, Baja California Valley, 30,000 ha of cotton crop were sowed, using furrow surface irrigation. The number of irrigations was variable, and its calculation was empirical by farmers. As a result of this method, results of yields were also variable. Due to the lack of knowledge about the right moment to apply the plant water needs, in order to obtain the maximum yield, an experimental plot was designed. The main goal of this study was to evaluate four levels of soil moisture content (20, 40, 60 y 80 %), before irrigation, under the cotton crop yield. Therefore, it is necessary to establish techniques to get the highest yield for both bone and fiber cotton crop. A precocious seed were used for evaluation, Delta Pine 565, in two phenological stages (X_1 y X_2), where X_1 goes from germination all the way through the early stage of flowering, and X_2 is from start of flowering (50 % of flowered plants) until the cotton fiber formation. In order to calculate the hydrological balance the soil moisture content was measured with a neutron probe in 15 cm. layers until 105 cm. depth was reached. A factorial array was used. (4^2) and the data statistical analysis was made through a multiple regression model, and a variance analysis also was utilized. The best array ($R^2=0.72$) was obtained with the $Y=0.6705553+0.15820168 X_2 - 0.0014X_1$ function. The ANOVA showed significant differences ($P<0.05$) among treatments. The most favourable X_1 and X_2 values of available soil moisture content were 35% and 57% respectively. The results show that the available soil moisture content on the second stage had a higher effect on the bone and cotton yield.

Keywords: irrigation, regression, moisture, yield and cotton.

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, fernando_escoboza@uabc.mx; Calle a Delta/Oaxaca S/N, CP 21705, Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México. Tel: 01(686) 523-00-79/89. Fax 01(686) 523-02-17.

²Maestro investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km 1. Tel. 01 (614) 157-97-93

³Dirección electrónica del autor de correspondencia: oviramontes@gmail.com y oviramontes@uach.mx

Introducción

El algodón es un cultivo de impacto socioeconómico en el Valle de Mexicali, Baja California, debido a la magnitud de la superficie que se siembra y la generación de divisas para los agricultores (Machain *et al.*, 2000). En el subciclo primavera-verano 2005, se sembraron 30 mil ha de este cultivo, utilizándose riego superficial en surcos

con un número indistinto de aplicaciones determinadas en forma empírica por el agricultor, obteniéndose rendimientos variables. Es necesario determinar la humedad aprovechable necesaria para cubrir la demanda evapotranspirativa del cultivo a fin de planificar la calendarización de los riegos que permitan optimizar el recurso agua.

En condiciones de baja disponibilidad y alta competencia por el agua, se requiere estrategias integrales para su manejo que mejore la productividad sin llegar a mermar rendimientos normales del cultivo en cuestión (Wanjura y Upchurch, 2000). Los requerimientos de riego en cultivos, varían temporal y espacialmente en función del clima, manejo, fase de crecimiento y la variedad sembrada, por lo que su cálculo debe ser hecho de manera local (Ojeda *et al.*, 2006).

La implantación de programas de uso eficiente de riego para el algodón, requiere certidumbre para el cálculo de los requerimientos de humedad por parcela (Doorenbos y Pruitt, 2000). El uso del riego ha incrementado la producción algodонера, permitiendo que el cultivo se desarrolle en regiones áridas donde, de otra forma, sería imposible cultivarlo o tener rendimientos importantes. Finalmente, el riego por goteo, hace más fácil mantener el contenido de humedad edáfica dentro de límites más angostos de disponibilidad causados por la salinidad (Gillham *et al.*, 2001).

El cultivo del algodón, tiene una nascencia débil por lo que necesita de

cuidados para su desarrollo, siendo el agua el recurso más importante (Aujula y Buttar, 2005). La falta de humedad durante el crecimiento inicial, puede ocasionar una disminución en el rendimiento del cultivo debido a la formación inadecuada de estructuras (tallos, hojas, ramas, bellotas y capullos), traduciéndose en bajo crecimiento y poco desarrollo de la planta (Méndez-Natera *et al.*, 2007). Es importante que exista buen crecimiento en las etapas iniciales en algodoneiros, de manera que provean una estructura suficiente del vegetal para el éxito de la fructificación en presencia de humedad en el suelo que debe ser apoyada de cualquier práctica antes de la primera floración beneficiosa para el desarrollo vegetativo (Viramontes *et al.*, 2008). En contraste, en el Valle de Mexicali, una práctica agrícola común, es someter al cultivo a estrés hídrico en la etapa inicial de desarrollo, a fin de propiciar que el sistema radicular explore mayor profundidad como una medida para que la planta disponga de importantes niveles de humedad en la etapa de mayor demanda, concordando con los resultados obtenidos en este estudio por Longenecker y Erie (2000).

El suministro de agua, está directamente vinculada con la formación de la estructura anatómica de la planta, crecimiento, desarrollo, procesos fisiológicos, bioquímicos y con los rendimientos del algodón en rama (Wallace, 2000). La mayoría de los estadios de fructificación deben ser cuidados antes

de que abran las primeras flores, así, los riegos post-emergencia deberán ser planificados para que ocurra el mínimo estrés hídrico en plantas hasta la floración (Aujla y Buttar, 2005).

La introducción de variedades precoces a provocado un cambio de tecnología en la producción de algodón en el Valle de Mexicali, donde surge la necesidad de evaluar nuevas cultivares que sean tolerantes a diferentes niveles de humedad residual en el suelo (Clark y Carpenter, 1995). Méndez-Natera *et al.*, (2007) sugieren que la programación del riego en grandes áreas de algodón, demandan el uso de nuevas metodologías de fácil codificación en sistemas más tecnificados. La incorporación del concepto de días grado-crecimiento para describir los parámetros asociados a la calendarización del riego, es una alternativa factible en parcelas algodonerías y su aplicación a grandes distritos que facilitará la programación computarizada del riego parcelario para un mejor análisis y aplicación de políticas para la asignación y uso eficiente del agua (Barboza *et al.*, 2007).

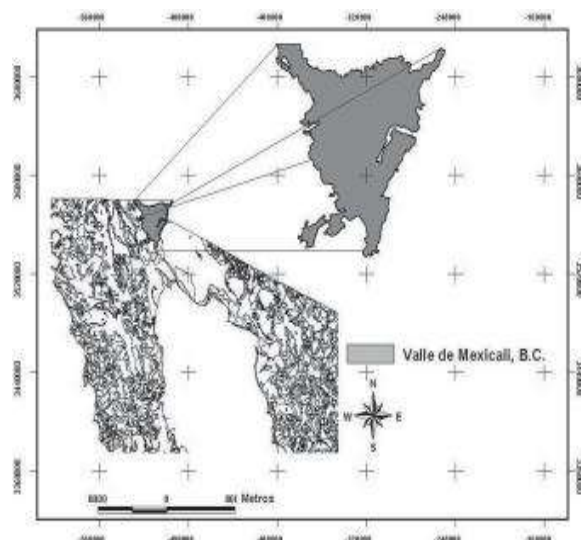
En base a lo anterior, se planteó el siguiente objetivo: desarrollar una ecuación de función de respuesta en ganancia de hueso del algodonomero precoz, variedad Delta Pine 565 (Y) usando cuatro niveles de humedad (H) aprovechable antes del riego (20, 40, 60, y 80 %) en dos etapas fenológicas (X_1 y X_2) durante el ciclo 2005.

Materiales y métodos

El presente estudio, fue realizado en el ejido Guerrero que se ubica en el Distrito de Desarrollo Rural 002, Valle de Mexicali, Baja California (Figura 1) cuyas

coordenadas son 32° 03' latitud norte y 115° 01' longitud oeste, con una altitud de 12m snm (CNA, 2007).

Figura 1. Localización del área de estudio en el Valle de Mexicali, Baja California.



Durante la etapa experimental del 14 de abril al 10 de septiembre de 2005, no se registraron precipitaciones. Las temperaturas oscilaron entre 5 °C la mínima y 47 °C la máxima. El tipo de suelo es Cambisol crómico con capacidad de campo de 17.4 y 38 % en base a la masa de suelo seco (pF 2.5); en tanto que la humedad de punto de marchitamiento permanente fue de 9.6 y 20.1 % en base a la masa de suelo seco (pF 4.2) según la capa edáfica explorada con una densidad aparente de 1.15 y 1.30 g cm³. Se evaluaron cuatro niveles de humedad aprovechable 20, 40, 60 y 80 % en dos etapas fenológicas (X_1 y X_2), donde X_1 , comprende desde la germinación hasta el inicio de la floración y X_2 , desde el inicio de la floración (50 % de plantas con flores) hasta la formación de capullos durante el ciclo 2005 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de tratamientos de humedad aprovechable por etapa fenológica en algodónero.

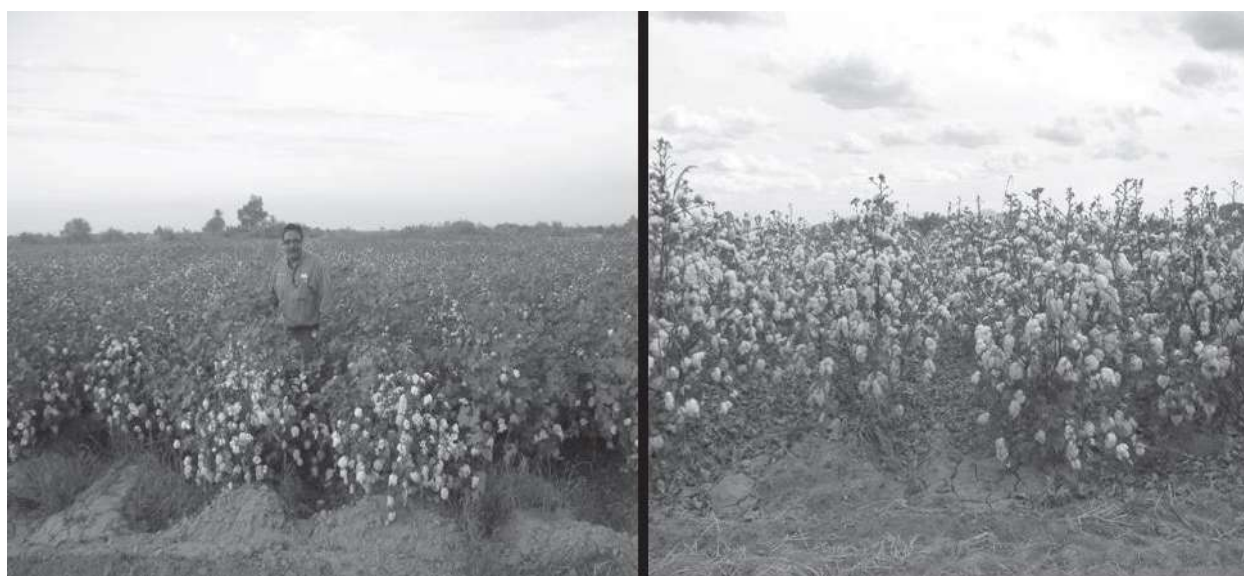
| Tratamientos | % Humedad aprovechable | % Etapa fenológica |
|--------------|------------------------|--------------------|
| 1 | 80 | 20 |
| 2 | 80 | 40 |
| 3 | 80 | 60 |
| 4 | 80 | 80 |
| 5 | 60 | 20 |
| 6 | 60 | 40 |
| 7 | 60 | 60 |
| 8 | 60 | 80 |
| 9 | 40 | 20 |
| 10 | 40 | 40 |
| 11 | 40 | 60 |
| 12 | 40 | 80 |
| 13 | 20 | 20 |
| 14 | 20 | 40 |
| 15 | 20 | 60 |
| 16 | 20 | 80 |

Se utilizó un arreglo factorial (4^2) y cuatro repeticiones, estableciéndose 16 unidades experimentales con cinco surcos (5 m x 20 m) con una superficie de 100 m² cada una, utilizando el surco central como área útil. El análisis estadístico de la información se realizó por medio de un modelo de regresión múltiple ($Y = \beta_0 + \beta_1(X_1) + \beta_2(X_2^2)$) con efectos lineales y cuadráticos con un análisis de varianza

$$(Y = b_0 + b_{1x_1} + b_{2x_2} + b_{3x_1^2} + b_{4x_2^2} + b_{5x_1x_2} + e).$$

Los tratamientos se seleccionaron teniendo como factores los períodos fenológicos de la planta, determinados por las siguientes momentos: establecimiento de la primera etapa de plantación (10 d después de la germinación) al inicio de la floración (50 % de plantas con al menos una flor abierta) y la segunda, la productiva (floración), hasta tener 30 % de bellotas maduras (Figura 2).

Figura 2. Establecimiento de tratamientos de cultivo de algodón en diferentes niveles de humedad en el Valle de Mexicali.



Se evaluó la variedad precoz Delta Pine 565, por su ciclo corto y alto rendimiento, con una densidad de siembra de cinco plantas por m². La fertilización fue nitrogenada y fosfórica en concentraciones de 100 y 30 kg ha⁻¹, respectivamente. Como fuente de nitrógeno se utilizó urea y UAN-32 y de fósforo el 11-52-00. Para medir la humedad del suelo se implementó una sonda de neutrones en capas de 15 cm hasta la profundidad de 105 cm, la cual se calibró previamente con el método gravimétrico. Estas mediciones permitieron establecer el balance de humedad, y con ello la lámina de riego, la percolación, la evapotranspiración total por capas y la definición del momento de riego. En base a lo anterior, se construyó una función de respuesta que permite predecir la ganancia de algodón en hueso con el método descrito por Escoboza (1983).

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se indican los tratamientos correspondientes a los niveles de humedad que se midieron en campo y los rendimientos obtenidos. Los tratamientos 5 y 6 con rendimiento de 5.5 y 4.9 ton ha⁻¹ respectivamente, fueron superiores en comparación al resto, en tanto que los rendimientos más bajos se registraron en el 8 y 12, con 1.5 y 1.6 ton ha⁻¹.

En los tratamientos 5 y 6, la humedad en etapa vegetativa osciló de 30.4% a 45.7% y en la etapa productiva de 37.3% a 62.5%, mientras que en el 8 y 12 la humedad aprovechable en etapa vegetativa fue de 9.5% a 26.4% y finalmente en la etapa productiva de 13.5% a 14.4%. Los bajos rendimientos, se deben a que la planta estuvo sometida al estrés hídrico durante todo el ciclo. Por otro lado, el manejo de los niveles de humedad en etapa vegetativa y moderada en etapa productiva, se reflejaron en mejores rendimientos siendo similares a los reportados por Adkinson *et al.* (2000).

El rendimiento del cultivo en pluma, fue equivalente a 37% del algodón en hueso, sin presentar grado de asociación con los niveles de humedad. Esto coincide con los resultados reportados por Godoy *et al.* (2001) al encontrar semejanzas en parcelas del citado cultivo en similares regímenes de humedad.

Cuadro 2. Comparación de medias de rendimiento (ton ha⁻¹) de algodón en hueso debidas a la humedad aprovechable en las etapas fenológicas de desarrollo vegetativo y productivo.

| Tratamiento | Humedad en etapa vegetativa (%agua útil) | Humedad en etapa productiva (%agua útil) | Rendimiento (ton ha ⁻¹) | (1) |
|-------------|--|--|-------------------------------------|-------|
| 1 | 49.1 | 30.1 | 4.424 | cdef |
| 2 | 44.1 | 24.3 | 4.483 | cdef |
| 3 | 50.8 | 51.2 | 4.709 | cd |
| 4 | 39.6 | 53.8 | 4.899 | abc |
| 5 | 45.7 | 62.1 | 5.463 | a |
| 6 | 30.4 | 37.3 | 4.956 | ab |
| 7 | 39.8 | 43 | 4.243 | defa |
| 8 | 26.4 | 14.4 | 1.511 | i |
| 9 | 18.7 | 50.7 | 4.468 | cdefg |
| 10 | 17.1 | 44.4 | 4.566 | cde |
| 11 | 20 | 13 | 2.941 | h |
| 12 | 9.5 | 13.5 | 1.601 | i |
| 13 | 11.5 | 47.7 | 4.888 | bc |
| 14 | 13.9 | 29.6 | 4.100 | efg |
| 15 | 12.3 | 28 | 3.957 | fg |
| 16 | 11.1 | 14.9 | 3.731 | g |

(1) Las medias de tratamientos con letras iguales indica diferencias no significativas entre ellas, Tukey (p=0.05).

Se obtuvo que los valores en el día 75 y 138, correspondieron a los periodos vegetativo y productivo, respectivamente. El desarrollo fenológico (f) no presentó relación alguna ($r_{fn}=0$) con los niveles de humedad (h); sólo en la apertura de bellotas se vio afectada adelantándose hasta 15 d los tratamientos con menor humedad respecto aquellos de mayor humedad aprovechable. Estos resultados coinciden con reportes de Palomo y Godoy (2001); Adkinson *et al.* (2000) y Godoy *et al.* (2001) que encontraron resultados similares al establecer parcelas regadas en zonas semi-áridas del estado de Nuevo León y Arizona.

Se observó una relación directa positiva entre la humedad en la etapa productiva y rendimiento ($r_{xy}=0.59$) ($P<.05$). Esta relación es válida para las condiciones de este experimento en la unidad de superficie del cultivo que fue de 20 m².

Con los resultados obtenidos, se consideraron como variables independientes las humedades X_1 y X_2 y la variable dependiente, el rendimiento de hueso (Y) y pluma (Z) para la selección de modelos de predicción, de la serie de Taylor de segundo grado:

$$Y = 0.670 + 0.15830168(X_2) - 0.0014(X_2)^2$$

El coeficiente de determinación ($R^2=72\%$), resultó altamente significativo ($P<.05$), excepto el término X_1 ($P > .05$). Este se incluyó, con el fin de tener elementos de decisión en el manejo de la primera etapa. El coeficiente de correlación de Pearson's entre la humedad en etapa vegetativa y rendimiento de acuerdo a la evaluación, fue ($r_{xy} = 0.88$), detectándose significancia estadística ($P < .05$). Este valor sugiere un grado de asociación razonablemente alto entre la humedad residual vegetativa y rendimiento.

$$Z = 0.5483 + 0.0507(X_2) - 44E^{-4} (X_2)^2$$

La magnitud del coeficiente de determinación ($R^2=77.2\%$) bajo el modelo, permitió explicar una parte importante de la variable de respuesta (rendimiento por unidad de superficie); no obstante, el grado de correlación de Pearson's entre la humedad en etapa de producción con el rendimiento, resultó razonablemente alto ($r_{xy}=0.88$). Los términos X_1 , no contribuyeron estadísticamente a la construcción del modelo.

La magnitud de ambos coeficientes de determinación ($R^2=.78$ y $R^2=.77$) de los dos modelos utilizados, muestran una capacidad predictora razonablemente alta del rendimiento del algodonerero en función de la humedad.


Los componentes cuadráticos, muestran baja significancia estadística ($P > .05$), lo que sugiere que el cultivo no muestra una tendencia hacia la ley de rendimientos decrecientes en la región explorada; las variables del primer periodo, mostraron menor significancia con respecto a la variable de rendimiento, lo cual explica una mayor respuesta al riego durante la segunda etapa. Estos resultados coinciden con los encontrados por Uner (1995) y Godoy *et al.* (2001) los cuales aplicaron el mismo criterio en el manejo del algodón en condiciones similares.

Los valores de humedad residual que permitieron los máximos rendimientos en hueso fueron 35 % a 57 % del agua disponible para los periodos vegetativo y productivo, respectivamente. Los valores representan tensiones de humedad de $pF=3.57$ y $pF=3.21$, según la curva de tensión para el suelo en el área experimental; además, están dentro de los rangos propuestos por Uner (1995) quien sugiere aplicar riegos con bajas tensiones de suelo entre 2.2 y 2.5 bars.

Conclusiones

La variedad Delta Pine 565, mostró una respuesta razonablemente alta en rendimiento a los niveles de humedad del suelo; el manejo del cultivo desde la floración hasta la apertura de las bellotas es fundamental; los valores de humedad residual del suelo para máximos rendimientos, varía de ($pF= 3.57$ a $pF=3.21$) para las etapas separadas por el inicio de la floración, siendo la segunda etapa determinante en los rendimientos del cultivo.

Literatura citada

- ADKINSON, P., G. Niles, J. Walter, L. Bird, and H. Scott. 2000. Controlling cotton insect pest: A new system. USA Science, 10: 216-220.
- AJJULA, M. S. and G. S. Buttar. 2005. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. Agriculture Water Manage, 71: 167-179.
- BARBOZA, D. S., J. A. Ferreira, T. V. Rammana and V. P. Rodríguez. 2007. Crop water stress index and water-use efficiency for melon (*Cucumis melo L.*) on different irrigation regimes. Agricultural Journal, 2 (1): 31-37.
- CLARK, L. J. and E. W. Carpenter. 1995. Cotton irrigation scheduling trial on Pima and upland cotton using Azsched. Safford Agricultural Center. Reporte de investigaciones de la Universidad del Estado de Arizona. U.S.A., 88-92.
- CNA. 2007. Organismo de cuenca Península de Baja California. Gerencia de Aguas Superficiales, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. México, D.F. 18-20 p.
- DOORENBOS, J. and W. O. Pruitt. 2000. Crop water requirements. FAO paper 24. Roma, Italia. 144-146 p.
- ESCOBOZA, L. F. 1983. Construcción y uso de una función de reserva de algodón en base a las variaciones de humedad del suelo. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 47-55 p.
- GILLHAM, F. E. M., T. M. Bell, T. Arin G. A. Matthews, C. Le Rumeur and B. Hear. 2001. Cotton production prospects for the next decade. World Bank Technical, Paper Number 287. The World Bank, Washington D.C. U. S. A., 277-278.
- GODOY, S. C., E. A. García, A. Palomo. 2001. Comportamiento de la variedad de algodón CIAN Precoz a diferentes inicios e intervalos de riegos. Ciencia Agropecuaria Uni. Auto. Nvo. León. México., 2 (7): 211-214.
- LONGENECKER, D. E. and L. J. Erie. 2000. Irrigation water management. In Advances in Production and Utilization of Quality. Cotton: Principles and Practices. The Iowa State University Press. Iowa. U.S.A., 321-345 p.
- MACHAIN, L. M., F. D. Legaspi y J. M. Sánchez. 2000. Determinación del momento oportuno para desfoliar al algodón en el Valle de Mexicali, B.C. Reporte técnico del Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, 15-16 p.
- MÉNDEZ-Natera, J. R., L. Lara, J. A. Gil-Marín. 2007. Efecto del riego por goteo en el crecimiento inicial de tres cultivares de algodón *Gossypium hirsutum L.* DESIA (Chile) 25: 7-15.
- OJEDA-Bustamante, W., E. Sifuentes-Ibarra y H. Unland-Weiss. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. Agrociencia 40: 13-25.
- PALOMO, A. S. y L. S. Godoy. 2001. Efecto del número de riegos en el rendimiento y calidad de la fibra de 16 genotipos de algodón. Ciencia Agropecuaria FAUANL, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. (7): 222-223.
- UNER N. 1995. Conferencia riego del algodón en Israel auspiciada por Netafim. Mexicali, Baja California, México, 19-22 p.
- VIRAMONTES-Olivas, O.A., V.M. Reyes-Gómez y D. Viramontes-Pereida. 2008. Papel hidrológico ambiental de las propiedades hidráulicas del suelo superficial de la cuenca del río Conchos. Ingeniería Hidráulica en México Vol XXII (4) 33-46.
- WALLACE, J. S. 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. Agriculture Ecosystem Environmental 82: 105-119.
- WANJURA, D. F. and D. R. Upchurch. 2000. Canopy temperature characterizations of corn and cotton water status. Trans. of the ASAE 43: 867-875. 

Este artículo es citado así:

Escoboza-García, L. F., A. Niebla-Aguilar, Roberto Soto-Ortíz, O. A. Viramontes-Olivas, J. A. Román-Calleros, D. Araiza-Zúñiga, A. Pérez-Márquez, S. M. Avilés-Marín, Á. López-López, V. A. Cárdenas Salazar y M. I. Escoboza-García. 2008: Evaluación del rendimiento de algodón (*Gossypium hirsutum L*) con cuatro niveles de humedad aprovechable en suelo franco en el Valle de Mexicali. *TECNOCENCIA Chihuahua* 2(3): 147-155

Resúmenes curriculares de autor y coautores

OSCAR ALEJANDRO VIRAMONTES OLIVAS. Realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, obteniendo el título de Ingeniero Zootecnista (1981-1985), Cursó la maestría en Producción Animal, en el área de Reproducción y Genética Animal (1991-1993), en la misma institución con mención en su área. Obtuvo su Doctorado por el Instituto de Ciencias Agrícola de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) de 2005 a 2008, con el tema de disertación "Evaluación de las Propiedades Hidráulicas del Suelo Superficial Aplicando un Modelo de Escurrimiento en la Cuenca del Río Conchos". Laboró en el periodo 1981-1985 en la Facultad de Medicina de la UACH, como jefe del Departamento de Animales de Investigación. Posteriormente, ingresó a laborar a la Facultad de Zootecnia y Ecología de 1985 a la fecha en diversas áreas (Extensión y Difusión, Planeación, Reproducción y Genética, Recursos Naturales y Ecología). Tiene un amplio trabajo editorial en diferentes medios de comunicación y revistas científicas arbitradas e indexadas, sobre diversos temas. Autor del libro "La Rabia"; miembro colaborador del cuerpo Académico de Agua y Suelo en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC y de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH, en el cuerpo académico de Ecología y Recursos Naturales. Ha sido ponente en varios congresos nacionales e internacionales.

LUIS FERNANDO ESCOBOZA GARCÍA. Cursó su licenciatura como Ingeniero Agrónomo en la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (1973-1977). Posteriormente, realizó su maestría en Hidrociencias (1980-1982) en el Colegio de Posgraduados de la Universidad de Chapingo, México. Así mismo, los estudios doctorales los llevó a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California en el Instituto de Ciencias Agrícolas y la Universidad de Yuma, Arizona con el tema "Optimización del Agua de Riego en el Cultivo del Algodón en el Valle de Mexicali". Es maestro del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Baja California con una antigüedad de más de 15 años; es líder del Cuerpo Académico de Agua y Suelo. Fue director del Instituto de Ciencias Agrícolas por un periodo de 8 años (1992-2000). Es maestro investigador con un amplio acervo de publicaciones científicas en varias revistas arbitradas e indexadas.

ROBERTO SOTO ORTIZ. Realizó sus estudios de licenciatura, obteniendo el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por parte de la Universidad Autónoma de Baja California. 1984-1988. Obtuvo la Maestría en Ciencias en Tecnología de Semillas en el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 1992-1994. Ph.D. Soil, Water & Environmental Science. University of Arizona. 2003-2007. Jefe del Programa de Investigación y Producción de Semilla de Trigo Agrícola Internacional de México, S.A. de C.V. 1989-1992. Encargado del laboratorio de Análisis de Semillas. 1994-1996. Coordinador del Área de Investigación en Cultivos Agrícolas (1996-2001). Coordinador del Programa de Maestría en Ciencias Agrícolas en los años 2001-2003. Miembro del Cuerpo Académico de Agua y Suelo de 2007 a la fecha. Reconocimiento al Mérito Escolar, Universidad Autónoma de Baja California (1989). Diploma de "Excelencia Académica" por haber obtenido el primer lugar en aprovechamiento académico de la Maestría en Tecnología de Semillas en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (1994). Mención Honorífica por trayectoria académica y defensa de la Tesis de Grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 1994. Actualmente es director del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

JESÚS ADOLFO ROMÁN CALLEROS. Egresó en 1975 como Ingeniero Agrónomo Especialista en Riego y Drenaje, por la Escuela Superior de Agricultura de la UABC; en 1980 obtuvo el Grado de Maestro en Ciencias en el Área de Hidrología Subterránea, otorgada por el Colegio de Posgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura, en Chapingo, Estado de México. En 2000, obtiene el grado de Doctor en Ciencias, en Administración de Recursos Hidráulicos, otorgado por la Universidad Autónoma de Baja California, y la Universidad de California, Campus Holtville, California. Premio al Mérito Académico. Ha sido Jefe del Departamento de Ingeniería de Riego, Distrito de Riego 014, Río Colorado; Director Nacional de los Departamentos de Ingeniería de Riego; Coordinador Estatal de Programas de Desarrollo Rural en el Banco de Crédito Rural; Delegado Estatal de Fideicomiso para Obras de Infraestructura Rural; Director Regional del Colegio de la Frontera Norte; Director General para Asuntos Externos de El Colegio de la Frontera Norte; Gerente Técnico del Grupo Corporativo Santa Rosalía, Coordinador General del Programa Universitario Agua Para Toda la Vida. Actualmente, es Profesor Investigador en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. Líder de Investigación del Cuerpo Académico de Agua y Suelo en el periodo 2005-2007. Profesor Titular de Economía y Economía Política Internacional en el Centro de Estudios Técnicos y Superiores CETYS Universidad. Asesor Internacional en materia de uso de agua, por la Universidad Estatal de Michigan, en East Lansing, y UCLA. Ha escrito ocho libros y más de 150 artículos nacionales e internacionales relacionados con el uso y manejo del agua en México, con enfoque en la frontera binacional México-Estados Unidos. Actualmente trabaja en un proyecto de investigación apoyado por CONACYT/PROMEP sobre el Canal Todo Americano y un Proyecto sobre los Impactos Ambientales de la Generación de Energía Eléctrica en Cerro Prieto, Valle de Mexicali, B. C. En 2005 obtiene el Premio a la Productividad Profesional, otorgado por el Consejo Coordinador Empresarial de Mexicali, Baja California. En enero 2007, gana concurso por oposición, en convocatoria abierta para elaborar el Plan Rector del Desarrollo Económico del Valle de Mexicali, B. C. Profesor de Ingeniería de Riego, Principios y Técnicas de Riego, Relación Agua Suelo Planta Atmósfera.

DANIEL ARAIZA ZÚNIGA. Realizó sus estudios de licenciatura como ingeniero Topógrafo y Geodesta en la Escuelas de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (1974-1977), obtuvo la maestría en UAMARZA, en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la misma Universidad, con la tesis "Modelos Matemáticos Aplicados al Régimen Hídrico-Salino de los Suelos Bajo Riego. Ha participado en varios proyectos de investigación e imparte clases en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. Tiene amplia producción de artículos científicos en revistas científicas y ha participado en varios congresos y simposium como ponente y participante.

ADOLFO PÉREZ MÁRQUEZ. Maestro investigador del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, obtuvo su licenciatura en la Universidad Autónoma de Chihuahua, en la Facultad de Zootecnia y Ecología, con mención especial (1972-1976). La maestría la cursó en Colegio de Posgraduados, Montecillo, México en Mejoramiento Genético Animal (1984-1986) y el doctorado en la University of Nebraska, Lincoln, Estados Unidos, con la defensa de su grado en Mejoramiento Genético (1991-1994). Tiene un amplio trabajo editorial, publicando artículos científicos en revistas indexadas y arbitradas a nivel nacional e internacional. Durante su carrera profesional, ha sido conferencista en diversos foros nacionales e internacionales. Ha impartido las materias de genética y mejoramiento animal en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. Cuenta con asesorías en tesis profesionales de licenciatura, maestría y nivel doctorado. Ha desarrollado proyectos con financiamiento externo e interno, que le han permitido hacer vinculaciones con instituciones del país y del extranjero.

SILVIA MÓNICA AVILÉS MARÍN. Realizó sus estudios de licenciatura en Biología obteniendo Mención Honorífica por parte de la Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", de la Universidad Autónoma de México. Obtuvo su maestría en el Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, al igual que su grado de Doctorado en Ciencias. Es investigadora Titular de Tiempo Completo, con Perfil PROMEP. Actualmente, labora como maestra investigadora en el Instituto de Ciencias Agrícolas, impartiendo cursos en el área de conservación de suelos y física y química de los suelos. Tiene amplia participación en proyectos de investigación y congresos nacionales e internacionales.

ÁNGEL LÓPEZ LÓPEZ. Obtuvo su licenciatura como Ingeniero Agrónomo con especialidad en Riego y Drenaje Agrícola en la Escuela Superior de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (1980). Realizó su maestría en ciencias en la Facultad de Ciencias Agrícolas, de la misma Universidad, con el tema de tesis: Uso y manejo del Agua de Riego en Zonas Áridas (1989). Las áreas de investigación que ha llevado, son: Uso y manejo de aguas y suelos; Drenaje de suelos agrícolas; Calidad del agua para riego y en Educación ambiental. Actualmente es investigador de tiempo completo en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC, perteneciendo al Cuerpo Académico de Agua y Suelo. Ha impartido cursos en diversas disciplinas en maestría y licenciatura. A sido reconocido por ser evaluador de diversos proyectos de investigación a nivel local y nacional y desarrolla asesoría de tesis con alumnos de niveles de maestría.

VÍCTOR ALBERTO CÁRDENAS SALAZAR. Obtuvo su licenciatura en la Escuela Superior de Ciencias Agrícolas UABC (1980-1985); realizó la maestría en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC con la tesis: Uso y Manejo del Agua de Riego en Zonas Áridas (1991-1993). Es maestro-investigador del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC. Ha impartido algunas materias en el área de posgrado, como: Taller de Fertilidad, Taller de Muestreo de Suelos curso-taller (técnico-práctico) realizado en 10 ocasiones distintas. "Transferencia de Tecnología en Técnicas Prácticas de Análisis de Fertilidad de Suelos". Ha dirigido varias tesis de licenciatura en el área de suelos, además de maestría. Ha sido coordinador y ha participado en proyectos de investigación con financiamiento externo y no financiados. En su haber ha publicado artículos científicos en revistas no arbitrados y arbitrados, tiene varias participaciones como ponente en congresos nacionales e internacionales.