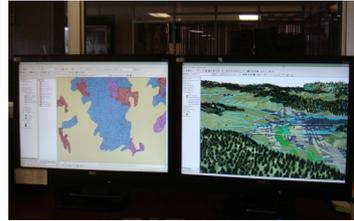


# Simposio Nacional:

## Los recursos agua, suelo y vegetación y su relación con el desarrollo del sector agropecuario y forestal de México

Compiladores

Ramón Trucíos Caciao, Ignacio Sánchez Cohen



### CENID-RASPA

Gómez Palacio, Dgo. Julio de 2012

Memoria Científica Num. 01

Serie: MX-0-540103-52-10-00-05-01

ISBN: 978-607-425-808-0



Vivir Mejor

**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**GOBIERNO FEDERAL**

**SAGARPA**



## **DIRECTORIO INSTITUCIONAL**

### **SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda  
Secretario

M.Sc. Mariano Ruiz-Funes Macedo  
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez  
Subsecretario de Desarrollo Rural

Ing. Ernesto Fernández Arias  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

M.Sc. Jesús Antonio Berumen Preciado  
Oficial Mayor

### **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Dr. Pedro Brajcich Gallegos  
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.C. Arturo Cruz Vázquez  
Encargado del Despacho de la Coordinación de Planeación y  
Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo  
Coordinador de Administración y Sistemas

### **CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA**

Dr. José Antonio Cueto Wong  
Director





**Simposio Nacional:  
Los recursos agua, suelo y  
vegetación y su relación con el  
desarrollo del sector agropecuario y  
forestal de México**

Compiladores

M.C. Ramón Trucíos Cacioano  
Dr. Ignacio Sánchez Cohen

**CENID - RASPA**

**2012**

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias**

Progreso N°. 5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F.  
Teléfono: (55) 3871-8700

**Simposio Nacional:  
Los recursos agua, suelo y vegetación y su relación  
con el desarrollo del sector agropecuario y forestal  
de México**

ISBN: 978-607-425-808-0

Primera Edición 2012

Derechos Reservados ©

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

Dr. Ignacio Sánchez Cohen

Dr. Miguel Agustín Velázquez Valle

Dr. Juan Estrada Ávalos

Dr. Luis Manuel Valenzuela Núñez

M. C. Ramón Trucíos Caciano

M. C. Julián Cerano Paredes



## PRESENTACIÓN

El Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera, CENID RASPA, celebra este año el 40° Aniversario de su fundación y actualmente depende del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En 1972, fue creado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, con el nombre de Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego, CENAMAR, con sede en la Comarca Lagunera. Sus principales objetivos fueron desarrollar y adaptar tecnología para incrementar la eficiencia en el uso del agua en los Distritos de Riego del país.

El CENID RASPA es uno de los cinco Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria del INIFAP, teniendo como mandato, la generación y validación de tecnología de vanguardia y amplio espectro de aplicación que contribuyan a la solución de problemas nacionales relacionados con el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos agua, suelo y vegetación, tomando en cuenta la sustentabilidad de los ecosistemas y la permanencia de las actividades agropecuarias y forestales.

Los usuarios de los productos y servicios de este Centro son principalmente los productores agropecuarios y forestales mexicanos, los cuales generalmente pertenecen a agrupaciones, comités, cámaras, que conforman los consejos de cuenca del país. Estos incluyen a los usuarios del riego, a organismos operadores y normativos del recurso agua, así como a usuarios ubicados en las diferentes partes del gradiente de las cuencas, desde la parte alta, donde se genera el recurso hídrico, hasta la parte baja que es básicamente una zona de consumo. Si bien la tecnología y productos desarrollados por el CENID RASPA van dirigidos en primer término a los productores agropecuarios y forestales, se espera que los beneficios generados lleguen también a los consumidores finales, es decir, la sociedad mexicana.

La finalidad de esta publicación en particular, es dar a conocer algunos de los resultados que se han generado recientemente en proyectos de investigación desarrollados, tanto por

investigadores de este Centro como de otras regiones, en temas relacionados con el diagnóstico y manejo de los recursos agua, suelo y vegetación en diversas cuencas hidrológicas del país.

**Dr. José Antonio Cueto Wong**

**Director del CENID-RASPA INIFAP**

## INTRODUCCIÓN

Producto de los patrones climáticos, la degradación de los recursos naturales y específicamente en los países en vías de desarrollo, ha adquirido proporciones seriamente alarmantes. Por ejemplo, la deforestación ha impactado a la diversidad biológica alterando el clima global en un ciclo vicioso; la erosión de los suelos reduce la capacidad de satisfacer las crecientes demandas de alimentos, además, la deposición de sedimentos en obras de almacenamiento de agua reduce la capacidad de extracción del vital líquido para diversos propósitos. Los procesos del cambio climático han generado en el país una compleja interrelación entre factores naturales agua – aire – suelo – biota y actividades humanas que se relacionan con la urbanización, la transformación del mundo rural y su producción agropecuaria. La dinámica poblacional ha generado graves desequilibrios en la esfera socio – política, pero también en lo ambiental lo que ha generado nuevas alertas y preocupaciones entre la población mexicana. Estos y otros problemas añadidos ejemplifican la vulnerabilidad inherente a nuestros recursos naturales.

De lo anterior, se deduce que los esquemas de mitigación de impacto deben ser de carácter multidisciplinario y preferentemente multi-institucional en donde converjan metodologías y técnicas producto de las investigaciones tendientes a incrementar la productividad de los recursos naturales sin comprometer su sustentabilidad. Es en este contexto en el que se celebra el 40 aniversario del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmósfera del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CENID-RASPA INIFAP), con un simposio científico que agrupa a investigadores de diversas disciplinas de todo el país. El objetivo esencial del simposio es el intercambio de experiencias sobre los retos que, en materia de investigación, imponen los recursos naturales al desarrollo de los sectores agrícola, pecuario y forestal del país.

La presente publicación consta de los resúmenes de los trabajos presentados en el evento y aborda temáticas distintas aplicables a todo el gradiente que definen las cuencas hidrológicas. Los tópicos, oscilan entre tecnologías de riego, agronomía e

invernaderos (parte baja de las cuencas) hasta el uso de modelos de simulación hidrológicos, prácticas de manejo, métodos de análisis y reconstrucciones de paleo clima (parte alta de las cuencas). Se considera que las temáticas y experiencias abordadas, constituirán una plataforma de diseño de esquemas de investigación para dilucidar los grandes cuestionamientos científicos que la problemática actual en los recursos naturales plantea.

**Dr. Ignacio Sánchez Cohen**

**Manejo Integral de Cuencas**

## CONTENIDO

<b>Presentación</b>	<b>I</b>
<b>Introducción</b>	<b>III</b>
<b>Reunión del Programa de Manejo Integral de Cuencas</b>	<b>VII</b>
<b>Programa del Simposio “Los recursos agua, suelo y vegetación y su relación con el desarrollo del sector agropecuario y forestal de México”</b>	<b>IX</b>
<b>Resúmenes de presentaciones</b>	<b>1</b>



## REUNIÓN DEL PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

15 de Agosto

Hora	Actividad	Participante
10:00 10:15	Objetivos de la Reunión del Programa Manejo Integral de Cuencas	Dr. José A. Cueto Wong Dr. Ignacio Sánchez Cohen
10:15 11:30	Avances en conformación y diseño del Programa Manejo Integral de Cuencas.	Integrantes del programa
11:30 14:00	Relación de proyectos y de equipamiento para cuencas contrastantes en el País	Integrantes del programa



## Simposio Nacional: Los recursos agua, suelo y vegetación y su relación con el desarrollo del sector agropecuario y forestal de México

16 de Agosto

Hora	Actividad / Ponencia	Participante	Página
9:00 9:15	Bienvenida y objetivos	Dr. Salvador Fernández Rivera, Dr. José Antonio Cueto Wong	
9:15 9:30	Indicadores de eficiencia del agua de riego aplicados en dos sistemas de riego por aspersión	Abel Román López	1
9:30 9:45	El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero	Jesús Arcadio Muñoz Villalobos	3
9:45 10:00	Avances en la adopción de tecnología de riego en cultivos agrícolas de la región noroeste de México	Benjamín Valdez Gascón	5
10:00 10:15	Difusión y transferencia de tecnología de riego por internet	Ernesto Alonso Catalán Valencia	7
10:15 10:30	Efectos del sistema de siembra sobre el rendimiento de 10 variedades de frijol de temporal en Aguascalientes	Esteban Salvador Osuna-Ceja	9
10:30 10:45	Ecuaciones entre variables químicas del suelo y la conductividad hidráulica a saturación	Finlandia Barbosa Moreno	11
10:45 11:00	Metodología para la evaluación de la eficiencia global del riego en sistemas tipo válvulas alfalferas: caso región lagunera	Gerardo Delgado Ramírez	13
11:00 11:15	Porosidad edáfica y calidad física del suelo	José Luis González Barrios.	15
11:15 11:30	El crecimiento radial de madera de nogal pecanero ( <i>Carya illinonesis koch</i> ) bajo diferentes laminas de riego	Guillermo González Cervantes	17

<b>Hora</b>	<b>Actividad</b>	<b>Participante</b>	<b>Página</b>
11:30 11:45	Efecto de la cobertura de suelo de tres cultivos sobre la dinámica de la erosión hídrica	Hugo Ernesto Flores López	19
11:45 12:00	Impacto social de alteraciones climáticas	Ignacio Sánchez Cohen	21
12:00 12:15	Eficiencia del riego por aspersión y del uso del agua en pastos cultivados en leptosoles del oriente de Yucatán	José de la Cruz Tun Dzul	23
12:15 12:30	Caracterización de las actividades agrícolas a partir del uso de imágenes satelitales y fotografía aérea. Estudio de caso: parte baja de la cuenca del río Nazas	Juan Estrada Ávalos	25
12:30 12:45	Reconstrucción de fuertes sequías en el parque nacional "Pico de Tancítaro", Michoacán	Julián Cerano Paredes	27
12:45 13:00	Chile habanero: su cultivo como alternativa de producción para las zonas áridas del norte de México	Hilario Macías Rodríguez	29
13:00 13:15	Manejo agronómico del chile pimiento en invernadero de clima controlado	Magdalena Villa Castorena	31
13:15 13:30	Modelo de producción de canola a variaciones del régimen de humedad del suelo	Marco Antonio Inzunza Ibarra	33
13:30 13:45	La investigación en riego por goteo subsuperficial o subterráneo para la producción de forrajes en el CENID-RASPA, INIFAP	Miguel Rivera González	35
13:45 14:00	Simulación del impacto del manejo sobre la respuesta hidrológica en cuencas de pastizal parcialmente instrumentadas	Miguel A. Velásquez Valle	37
<b>14:00 – 15:00 COMIDA</b>			
15:00 16:00	Recorrido a estaciones de investigación	Investigadores	

## 17 de Agosto

Hora	Actividad	Participante	Página
9:00 9:15	Aplicación de biosólidos sobre el desarrollo de pasto buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> )	María del Carmen Potisek Talavera	39
9:15 9:30	Análisis de cambio de uso de suelo en San Cristóbal de las Casas	Ramón Trucíos Caciانو	41
9:30 9:45	Uso de sensores infrarrojos para estimar dosis de fertilización racional en maíz para Guanajuato	Roberto Paredes	43
9:45 10:00	Medición de la transpiración en cultivos tropicales a partir del flujo de savia	Rutilo López López	45
10:00 10:15	Reconstrucción del escurrimiento histórico en la cuenca alta del río Nazas, Durango	José Villanueva Díaz	47
10:15 10:30	El manejo integral de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable del agua, suelo y vegetación	Walter López Báez	49
10:30 10:45	Balance de carbohidratos en diferentes compartimentos vegetales de encino ( <i>Quercus petraea</i> ) y haya ( <i>Fagus sylvatica</i> ), sometidos a defoliación y sombra	Luis Manuel Valenzuela Núñez	51
10:45 11:00	Identificación de razas mexicanas de maíz adaptadas a condiciones deficientes de humedad mediante datos biogeográficos	José Ariel Ruiz Corral	53
11:00 11:15	Fertirrigación con riego por goteo para alta producción en caña de azúcar	Horacio Mata	55
11:15 11:45	Delimitación geográfica de periodos de retorno de precipitaciones anuales en la zona de barlovento y sotavento del golfo de México	Rafael Alberto Guajardo Panes	57
11:45 12:00	CLAUSTRACIÓN	Dr. José A. Cueto Wong	



## **INDICADORES DE EFICIENCIA DEL AGUA DE RIEGO APLICADOS EN DOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION**

*Román López, Abel<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra, Marco A.<sup>1</sup>, Villa Castorena, Ma. Magdalena<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 margen derecha canal Sacramento, 35140 Gómez Palacio, Durango, México. Tel. (871) 1 59 01 04; [roman.abel@inifap.gob.mx](mailto:roman.abel@inifap.gob.mx)*

### **RESUMEN**

El riego más utilizado en México es el de gravedad, en el se estima una eficiencia global del agua utilizada menor a un 50%; una estrategia de regadío para la optimización de dicho líquido es el uso de sistemas de riego presurizado, los cuales se proyectan para que la eficiencia global se ubique de 50 a 95 por ciento dependiendo del tipo de sistema.

Los parámetros indicadores del desempeño del riego son: La uniformidad o distribución del riego, la eficiencia de aplicación relativa (Ea) y absoluta o global (Eaa). La eficiencia de almacenamiento o requerimiento en la zona radical (Er), la eficiencia de captación (Ec), la cantidad de agua perdida por percolación (P) y el déficit (D) de aportación del riego.

El objetivo del presente documento es presentar la evaluación de eficiencias mediante indicadores del riego que de manera integral proporcionen información de diagnóstico y mejoramiento de su operación. Se presenta al respecto dos programas computacionales para pivote central y micro aspersion (un micro por árbol). Con la ayuda de ambos se obtiene para micro aspersion una (Eaa) de 57.7 y de 63.3 por ciento en pivote central contra 75 a 90% de los valores recomendados para ambos respectivamente.

***Palabras clave: indicadores de eficiencia, paquetes computacionales, eficiencia global de riego.***

## EFFICIENCY INDICATORS OF IRRIGATION WATER APPLIED IN TWO IRRIGATION SPRINKLER SYSTEMS

Román López, Abel<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra, Marco A.<sup>1</sup>, Villa Castorena, Ma. Magdalena <sup>1</sup>

<sup>1</sup>CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 margen derecha canal Sacramento, 35140 Gómez Palacio, Durango, México. Tel. (871) 1 59 01 04;  
[roman.abel@inifap.gob.mx](mailto:roman.abel@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

The most widely used irrigation in Mexico is that of gravity, is estimated at an overall efficiency of water use less than a 50% irrigation strategy for the optimization of the liquid is the use of pressurized irrigation systems, which project so that the overall efficiency is located 50 to 95 percent depending on the type of system.

The parameters of irrigation performance indicators are: uniformity or distribution of irrigation, application efficiency relating ( $E_a$ ) and absolute or global ( $E_{aa}$ ). The storage efficiency or requirement in the root zone ( $E_r$ ), the collection efficiency ( $E_c$ ), the amount of water lost by percolation ( $P$ ) and deficit ( $D$ ) contribution of irrigation.

The objective of this paper is to present the evaluation of irrigation efficiencies through indicators that comprehensively provide diagnostic information and improvement its operation. We report about two computer programs for center pivot and micro spray (a micro per tree). With the help of both micro spray is obtained for a ( $E_{aa}$ ) of 57.7 and 63.3 percent against 75 to 90% of the recommended values for both respectively.

**Key words:** *indicators of efficiency, computer packages, global efficiency of irrigation.*

## EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Muñoz Villalobos, Jesús Arcadio <sup>1</sup>, Velásquez Valle, Miguel Agustín <sup>1</sup>, Osuna Ceja, Esteban Salvador <sup>2</sup>, Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CENID-RASPA, Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. México. [villalobos.arcadio@inifap.gob.mx](mailto:villalobos.arcadio@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> Km. 32 Carretera Aguascalientes, Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

### RESUMEN

En la conservación de la calidad del suelo, es esencial la aplicación de fertilizantes naturales, ya que todos los métodos utilizados por la agricultura orgánica garantizan la presencia de microorganismos benéficos que facilitan la fijación de nutrientes y la absorción por las plantas. En suelos cultivables, la adición de materiales orgánicos se utiliza entre otras cosas, para mejorar la fertilidad y propiedades del suelo, tales como la agregación, capacidad de retención de agua. El chile (*Capsicum annuum* L.) es una de las especies cultivadas más importantes en México y muchos otros países. Un manejo sostenible y ecológico es el uso de la materia orgánica en el suelo y en la preparación de sustratos para el establecimiento del cultivo en condiciones controladas de clima, plagas y enfermedades. De acuerdo con esta problemática se planteó la necesidad de realizar un proyecto con la variedad de chile Criollo Pulla en un sustrato compuesto con mezclas de un suelo migajón arenoso más composta, donde se incluyeron como tratamientos tres dosis de composta (10, 25 y 50 t ha<sup>-1</sup>). El objetivo fue determinar la dosis óptima de fertilización orgánica para sostener la producción y evaluar el efecto sobre el desarrollo fenológico y producción en el cultivo. Con el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados a corto plazo, mostraron que los tratamientos de 25 t ha<sup>-1</sup> de composta y el testigo con fertilización química, alcanzaron los rendimientos más altos y mejoraron el comportamiento fenológico de la planta. La conclusión sería que la dosis optima de composta por hectárea sería entre 10 t ha<sup>-1</sup> y 25 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** composta, fertilización orgánica, agricultura orgánica.

## THE USE OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE PRODUCTION OF VEGETABLES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Muñoz Villalobos, Jesús Arcadio <sup>1</sup>, Velásquez Valle, Miguel Agustín <sup>1</sup>, Osuna Ceja, Esteban Salvador <sup>2</sup>, Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CENID-RASPA, Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. México. [Villalobos.arcadio@inifap.gob.mx](mailto:Villalobos.arcadio@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> Km. 32 Carretera Aguascalientes, Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

### ABSTRACT

In the preservation of the quality of the soil is essential the implementation of natural fertilizers, because all methods used by organic agriculture guarantee the presence of beneficial microorganisms that facilitate the fixing of nutrients and absorption by plants. In arable soils, the addition of organic matters used among other things, to improve the fertility and soil, such as the aggregation properties, water holding capacity. The pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most important cultivated species in Mexico and many other countries. A sustainable and ecological management is the use of organic matter in the soil and in the preparation of substrates for the establishment of cultivation in controlled conditions of climate, pests and diseases. According to this problem arose the need for a project with the variety of Creole Pulla Pepper in a substrate composed with a sandy soil mixtures more compost, where three doses of compost (10, 25 and 50 t ha<sup>-1</sup>) were included as treatments. The objective was to determine the optimal dose of organic fertilization to sustain production and to assess the effect on development phenological and cultivation production. With the statistical analysis found significant differences between treatments. Short term outcomes, showed that treatments of 25 t ha<sup>-1</sup> of compost and the witness with chemical fertilization, reached the higher yields and improved plant phenological behavior. The conclusion would be that dose optima of compost per hectare would be between 10 t ha<sup>-1</sup> and 25 t ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** *compost, organic fertilization, organic agriculture.*

## AVANCES EN LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA DE RIEGO EN CULTIVOS AGRÍCOLAS DE LA REGIÓN NOROESTE DE MÉXICO

Valdez Gascón, Benjamín<sup>1</sup>, Ortiz Enríquez, José E.<sup>1</sup>, Valenzuela Ruiz, M. J. <sup>1</sup>, Sesma León, Ramón<sup>1</sup>, Vieira de Figueiredo, Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Carr. a Bahía de Kino Km 12.6. Hermosillo, Sonora. [bvaldezg@hotmail.com](mailto:bvaldezg@hotmail.com)

### RESUMEN

Buscándose mayor aprovechamiento del agua en la región Noroeste, se inició hace cuatro décadas el establecimiento de sistemas de riego tecnificado, alcanzándose a la fecha 80,121 ha con estos sistemas. En los últimos tres años se han ejecutado por parte del INIFAP, Fundaciones Produce y Organizaciones de productores, programas de transferencia de tecnología de riego para potenciar los beneficios inherentes al uso de los sistemas presurizados. Los componentes principales de las tecnologías transferidas son: el manejo de programas de riego en base a demandas de agua reales de los cultivos en cada región, así como apoyándose en técnicas de monitoreo de humedad del suelo. Se han obtenido resultados sobresalientes en la adopción de la tecnología alcanzando en este período una superficie de 8,024 ha, en diferentes cultivos, principalmente hortofrutícolas, el ahorro de agua se estima en 29,387 Mm<sup>3</sup> anuales, comparado con las prácticas convencionales de manejo del agua.

**Palabras clave:** *programación del riego, monitoreo de humedad, sistemas de riego.*

## PROGRESS IN THE ADOPTION OF TECHNOLOGY IN IRRIGATION OF AGRICULTURAL CROPS IN NORTHERN MEXICO

Valdez Gascón, Benjamín<sup>1</sup>, Ortiz Enríquez, José E.<sup>1</sup>, Valenzuela Ruiz, M. J. <sup>1</sup>, Sesma León, Ramón<sup>1</sup>, Vieira de Figueiredo, Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Carr. a Bahía de Kino Km 12.6.Hermosillo, Sonora. [bvaldezg@hotmail.com](mailto:bvaldezg@hotmail.com)*

### ABSTRACT

Looking for better use of water in the Northeast, began four decades ago the development of modern irrigation systems, reaching to date with these systems 80,121 ha. In the last three years have been executed by the INIFAP, Foundations and Organizations Produce farmers, technology transfer programs of irrigation to maximize the benefits inherent in the use of pressurized systems. The main components of the transferred technologies are: the management of irrigation schedules based on actual water demand of crops in each region and relying on techniques for monitoring soil moisture. We have obtained outstanding results in the adoption of technology in this period reached an area of 8,024 ha, in different crops, mainly fruit and vegetables, saving water are estimated at 29,387 Mm<sup>3</sup> per year, compared to conventional water management.

**Key words:** *irrigation scheduling, moisture monitoring, irrigation systems.*

## DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE RIEGO POR INTERNET

Catalán Valencia, Ernesto Alonso<sup>1</sup>, Villa Castorena, Magdalena<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra, Marco Antonio<sup>1</sup>, Román López, Abel<sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CENID RASPA INIFAP. Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo.  
[catalan.ernesto@inifap.gob.mx](mailto:catalan.ernesto@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

La crisis del agua observada en los últimos años urge al establecimiento de estrategias para mejorar la administración de los recursos hídricos. Una de estas estrategias es la tecnificación de los sistemas de riego para incrementar sus niveles de eficiencia y productividad. A pesar de los avances logrados en la ingeniería del riego, la transferencia y adopción tecnológica se han rezagado por distintas razones. Además de la falta de un esquema de valoración económica real del agua, se tiene que la asimilación e implementación de la tecnología disponible se complican por los grados de especialización y entrenamiento requeridos para tratar los procesos de las relaciones agua-suelo-planta-atmósfera relacionados con la práctica del riego. También ha influido la suspensión de la capacitación y la asistencia técnica en los distritos y unidades de riego, establecida por el gobierno federal desde hace varias décadas. Sin embargo, la aparición de nuevas infraestructuras y herramientas de investigación facilitan la transferencia y adopción de la tecnología de riego existente, acercando el conocimiento a los productores. En este documento se presentan los avances logrados en el CENID RASPA en relación al uso del Internet para difundir la tecnología de riego disponible y promover su transferencia a los usuarios.

***Palabras clave: programación del riego en tiempo real, red de estaciones climatológicas, diseño de sistemas de riego, simulación hidrodinámica, eficiencia y productividad del agua.***

## DISSEMINATION AND TECHNOLOGY TRANSFER OF IRRIGATION VIA INTERNET

Catalán Valencia, Ernesto Alonso<sup>1</sup>, Villa Castorena, Magdalena<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra, Marco Antonio<sup>1</sup>, Román López, Abel<sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CENID RASPA INIFAP. Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo.  
[catalan.ernesto@inifap.gob.mx](mailto:catalan.ernesto@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

The crisis of water observed in recent years urges the establishment of strategies to improve the management of water resources. One of these strategies is the technification of irrigation systems to increase their levels of efficiency and productivity. Despite advances in irrigation engineering, transfer and technological adoption have lagged for several reasons. In addition to the lack of a real economic valuation of water scheme, the assimilation and implementation of available technology are complicated by the degrees of specialization and training required to deal with the processes of water-soil-plant-atmosphere relations related to the practice of irrigation. The suspension of training and technical assistance in the districts and irrigation units, established by the federal Government for several decades has also influenced. However, the emergence of new infrastructures and research tools facilitate the transfer and adoption of existing irrigation technology, bringing knowledge to the producers. This paper presents the progress achieved in CENID RASPA regarding to the use of the Internet to disseminate the available irrigation technology and promote its transfer to users.

***Key words: real time irrigation scheduling, weather stations networks, irrigation systems design, hydrodynamic simulation, water efficiency and productivity.***

## EFFECTOS DEL SISTEMA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE 10 VARIEDADES DE FRIJOL DE TEMPORAL EN AGUASCALIENTES

Osuna Ceja, Esteban Salvador <sup>1</sup>, Padilla Ramírez, José Saúl<sup>1</sup>, Reyes Muro, Luís <sup>1</sup>, Rosales Serna, Rigoberto <sup>2</sup> y Acosta Gallegos, J. A. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de frijol, INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Apdo. Postal 20, Pabellón de Arteaga, Ags. México. C.P. 20660; y <sup>2</sup> Programa de frijol. INIFAP. Campo Experimental Valle del Guadiana,<sup>3</sup> Campo Experimental Bajío. \* Email: [osuna.salvador@inifap.gob.mx](mailto:osuna.salvador@inifap.gob.mx);

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del sistema de siembra modificando el número de plantas por hectárea y el distanciamiento entre surcos, sobre el rendimiento de grano de 10 variedades de frijol de diferente desarrollo y precocidad. Las variedades utilizadas fueron Pinto Bravo, Pinto Centauro, Pinto Coloso, Pinto Saltillo, Pinto Centenario, Pinto Libertad, Flor de Mayo Bajío, Flor de Mayo Dolores, Flor de Mayo Eugenia y Azufrado 2. Se sembraron el 30 de julio de 2011 bajo tres sistemas de siembra: a) surco a 0.76 m sembrado en hilera sencilla, b) camas de 1.52 m a triple hilera y c) camas de 1.52 a seis hileras. La unidad experimental consistió de 8, 6 y 12 surcos de 30 m de longitud con una separación de 0.76, 0.40 y 0.20 m para la siembra sencilla, triple y seis hileras respectivamente. El rendimiento obtenido fue mayor en cama de 1.52 m, a seis hileras para la mayoría de las variedades. Pinto Saltillo superó en los sistemas de siembra en cama de 1.52 m en triple y seis hileras a todas las variedades, mientras que Pinto Centenario fue el mejor en hilera sencilla. Lo anterior determina que la variedad Pinto Saltillo resultó superior al resto de las variedades y produjo los más altos rendimientos en camas de 1.52 con seis hileras y espaciamientos estrechos.

**Palabras clave:** *siembra, cosecha, precipitación.*

## PLANTING SYSTEM EFFECT ON 10 BEANS VARIETIES YIELD UNDER RAINFED CONDITIONS IN AGUASCALIENTES

Osuna Ceja, Esteban Salvador <sup>1</sup>, Padilla Ramírez, José Saúl<sup>1</sup>, Reyes Muro, Luís <sup>1</sup>, Rosales Serna, Rigoberto <sup>2</sup> y Acosta Gallegos, J. A. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de frijol, INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Apdo. Postal 20, Pabellón de Arteaga, Ags. México. C.P. 20660; y <sup>2</sup> Programa de frijol. INIFAP. Campo Experimental Valle del Guadiana,<sup>3</sup> Campo Experimental Bajío. \* Email: [osuna.salvador@inifap.gob.mx](mailto:osuna.salvador@inifap.gob.mx);

### ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of planting system by changing the number of plants per hectare, and the estrangement between rows, on the grain yield of 10 bean varieties of different development and precocity. The varieties used were Pinto Bravo, Pinto Centauro, Pinto Coloso, Pinto Saltillo, Pinto Centenario, Pinto Libertad, Flor de Mayo Bajío, Flor de Mayo Dolores, Flor de Mayo Eugenia and Azufrado 2. They were planted on 30 July 2011 under three planting systems: (a) to 0.76 m furrow planted in single row, b) beds of 1.52 m to triple row and c) beds 1.52 to six rows. The experimental unit consisted of 8, 6 and 12 rows of 30 m in length with a gap of 0.76, 0.40 and 0.20 m for the simple planting, triple and six rows respectively. The performance obtained was higher in bed of 1.52 m, to six rows for most of the varieties.

**Key words:** *planting, harvest, rainfall.*

## ECUACIONES ENTRE VARIABLES QUÍMICAS DEL SUELO Y LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA A SATURACIÓN

Barbosa Moreno, Finlandia<sup>1</sup>, Sánchez Cohen, Ignacio<sup>2</sup>, Díaz Padilla, Gabriel<sup>3</sup>, Guajardo Panes, Rafael Alberto <sup>3</sup>, Rodríguez Hernández, Rafael<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CEValles Centrales, INIFAP, <sup>2</sup>CENID-RASPA, INIFAP, <sup>3</sup>CE Cotaxtla, INIFAP  
[barbosa.finlandia@inifap.gob.mx](mailto:barbosa.finlandia@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

La conductividad hidráulica es una propiedad que se refiere al grado en que se mueve el agua en el suelo, su medición y estimación es un tema constante en la investigación, por los múltiples procedimientos que existen para medirla y la naturaleza de los resultados que ofrecen los mismos. Uno de estos procedimientos son los modelos teóricos o ecuaciones, en donde a través de relaciones matemáticas entre variables de entrada y salida se describe en forma conjunta el comportamiento del parámetro en interés. El presente estudio se llevo a cabo en dos lugares representativos del área de riego de la región de Valles Centrales de Oaxaca, el cual consistió en el análisis de las principales propiedades de fertilidad y salinidad del suelo, con el fin de conocer su relación respecto a la conductividad hidráulica saturada. Para esto se tomaron 63 muestras compuestas de suelo y a la profundidad de 30 cm, en parcelas de producción agrícola y con ayuda de productores cooperantes. Las muestras se analizaron en laboratorio y se determinaron 17 parámetros; éstos se sometieron a un análisis estadístico de correlación múltiple, para ver el grado de incidencia de los mismos en la conductividad. Los resultados de la correlación arrojaron que solo la concentración del calcio y el magnesio así como la CIC son los que determinan el 50% del comportamiento de la conductividad, y con éstas variables se hizo una regresión lineal múltiple para definir la ecuación polinomial de segundo grado, con la que se puede estimar la conductividad hidráulica saturada para estos suelos.

**Palabras clave:** *regresión múltiple, calcio, magnesio, CIC, materia orgánica.*

## EQUATIONS BETWEEN CHEMICAL SOIL VARIABLES AND HYDRAULIC CONDUCTIVITY AT SATURATION

Barbosa Moreno, Finlandia<sup>1</sup>, Sánchez Cohen, Ignacio<sup>2</sup>, Díaz Padilla, Gabriel<sup>3</sup>, Guajardo Panes, Rafael Alberto <sup>3</sup>, Rodríguez Hernández, Rafael<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CEValles Centrales, INIFAP, <sup>2</sup>CENID-RASPA, INIFAP, <sup>3</sup>CE Cotaxtla, INIFAP  
[barbosa.finlandia@inifap.gob.mx](mailto:barbosa.finlandia@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

The hydraulic conductivity is a property that refers to the degree to which water moves in the soil, its measurement and estimation is a constant theme in the research, the many procedures that exist to measure and nature of the results offered by themselves. One of these procedures, are theoretical models and equations, where through mathematical relationships between input and output variables jointly described the behavior of the parameter in interest. This study was conducted in two sites representatives of the irrigation area in the region of Central Valleys of Oaxaca, which included analysis of the main properties of fertility and soil salinity, to know their relation to saturated hydraulic conductivity. For this were taken 63 composite samples of soil and the depth of 30 cm, in plots of agricultural production with the help of cooperating farmers. The samples were analyzed in the laboratory and identified 17 parameters; they were subjected to statistical analysis of multiple correlation, to see the degree of impact of these on the conductivity. The correlation results showed that only the concentration of calcium and magnesium and the CIC determine 50% of the conductivity behavior, and with these variables was a linear regression to define the second-order polynomial equation with which we can estimate the saturated hydraulic conductivity for these soils.

**Key words:** *multiple regression, calcium, magnesium, CEC, organic matter.*

## METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA GLOBAL DEL RIEGO EN SISTEMAS TIPO VÁLVULAS ALFALFERAS: CASO REGIÓN LAGUNERA

Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup>; Estrada Ávalos, Juan<sup>1</sup>; Trucíos Caciono, Ramón<sup>1</sup>; Rivera González, Miguel<sup>1</sup>; Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA–INIFAP). Km 6.5 Canal Sacramento, Las Huertas. 35140 Gómez Palacio, Durango, México. \*\*Autor responsable ([i-delgado.gerardo@inifap.gob.mx](mailto:i-delgado.gerardo@inifap.gob.mx))*

### RESUMEN

El presente trabajo consistió en generar una metodología de evaluación de la eficiencia global del riego en el sistema tipo válvula alfalfa y el método de riego por melgas. El propósito fue identificar áreas de mejora desde la extracción del agua hasta su aplicación para incrementar o mantener la eficiencia potencial del sistema, así como la eficiencia electromecánica óptima de los equipos de bombeo. Para realizar dicha metodología se plantea el siguiente procedimiento: 1) levantamiento topográfico detallado del área evaluada, 2) muestreo de agua y suelo, 3) determinación de la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo, 4) aforo del sistema de riego, 5) evaluación de la operación del estanque, y 6) pruebas de avance del riego por superficie. En base a la evaluación de 22 predios (1,792 hectáreas) se encontró un valor promedio de eficiencia global de riego de 61.2%. Con respecto a la eficiencia electromecánica, se determinó se un valor promedio del 51% de un total de 58 equipos de bombeo evaluados. Estas eficiencias pueden incrementarse aplicando básicamente dos acciones de mejora que se enfocan principalmente a la supervisión de la nivelación del terreno y los tiempos de riego en función del cultivo y época del año. Sin embargo, la capacitación del personal que opera los sistemas de riego es parte fundamental para que estas acciones puedan implementarse adecuadamente.

**Palabras clave:** *sistema de riego, equipos de bombeo, eficiencia electromecánica, costos de energía, eficiencia de conducción.*

## METHODOLOGY FOR THE ASSESSMENT OF THE OVERALL EFFICIENCY OF IRRIGATION SYSTEMS WITH ALFALFA TYPE VALVES: STUDY CASE REGIÓN LAGUNERA

Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup>; Estrada Ávalos, Juan<sup>1</sup>; Trucíos Caciano, Ramón<sup>1</sup>; Rivera González, Miguel<sup>1</sup>; Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA–INIFAP). Km 6.5 Canal Sacramento, Las Huertas. 35140 Gómez Palacio, Durango, México. \*\*Autor responsable ([i-delgado.gerardo@inifap.gob.mx](mailto:i-delgado.gerardo@inifap.gob.mx))*

### ABSTRACT

The present work was to generate a methodology for evaluating the overall efficiency of alfalfa valve and border irrigation system. The purpose was to identify areas for improvement from the extraction of water to its application in order to increase or maintain the system's potential effectiveness, efficiency and optimal electromechanical pumping equipment. To carry out such methodology, the following procedure was posed: 1) detailed topographic survey of the evaluated area, 2) water and soil sampling, 3) determination of the electromechanical efficiency of the pumping equipment, 4) determination of the irrigation system capacity, 5) evaluation of pond operation, and 6) advance tests of surface irrigation. Based on the assessment of 22 properties (1,792 hectares), an average value of overall irrigation efficiency of 61.2% was found. With regard to the electromechanical efficiency, an average value 51% was determined of a total of 58 pumping equipment evaluated. These efficiencies can be increased by applying basically two improvement actions that focus primarily on overseeing land leveling and irrigation run times depending on crop and season. However, the training of personnel who operate the irrigation systems is fundamental for these actions can be implemented properly.

**Key words:** *irrigation system, pumping equipment, electromechanical efficiency, energy costs, conveyance efficiency.*

## POROSIDAD EDÁFICA Y CALIDAD FÍSICA DEL SUELO

González B., J.L.<sup>1</sup>, González C., G.<sup>1</sup>, López S., A.<sup>2</sup>, Valenzuela N., L. M.<sup>1</sup>,  
Potisek T., M. C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP CENID-RASPA km 6.5 Margen derecha Canal Sacramento Gómez  
Palacio Durango; México C.P.35071, <sup>2</sup> UACH-URUZA Bermejillo Durango,  
México.

[gonzalez.barrios@nifap.gob.mx](mailto:gonzalez.barrios@nifap.gob.mx)

### RESUMEN

Este trabajo relaciona la porosidad edáfica a la calidad física del suelo mediante la tecnología del análisis de imagen que ayuda a conocer el tamaño y la forma de los poros. Los criterios de calidad física del suelo permiten reconocer que la porosidad asegura funciones importantes en el suelo tales como el almacenamiento y el transporte del agua. Los resultados muestran que la calidad física del suelo es mayor en superficies bien conservadas comparadas con otras perturbadas por actividades productivas. Esto permite a las primeras asegurar mejor su función de captar, almacenar y transportar el agua hacia el interior del suelo. Los resultados muestran también que es necesario tomar precauciones para evitar que las superficies perturbadas aumenten en extensión ya que disminuyen la porosidad del suelo y con ello su calidad física.

***Palabras clave: calidad ambiental, análisis de imagen, espacio poroso.***

## SOIL POROSITY AND SOIL PHYSICAL QUALITY

González B., J.L.<sup>1</sup>, González C., G.<sup>1</sup>, López S., A.<sup>2</sup>, Valenzuela N., L. M.<sup>1</sup>,  
Potisek T., M. C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP CENID-RASPA km 6.5 Margen derecha Canal Sacramento Gómez  
Palacio Durango; México C.P.35071, <sup>2</sup> UACH-URUZA Bermejillo Durango,  
Mexico.

[gonzalez.barrios@nifap.gob.mx](mailto:gonzalez.barrios@nifap.gob.mx)

### ABSTRACT

This paper relates to soil porosity soil physical quality by image analysis technology that helps to know the size and shape of the pores. The soil physical quality criteria help for recognizing that soil porosity ensures important functions in soil such as water storage and water transfer. Results show that soil physical quality is higher in well-preserved surfaces compared to other disrupted surfaces by productive activities. This allows well-preserved surfaces to a better soil functioning in order to store and transfer water into the soil. Results also show that it is necessary to take precautions to avoid increasing disturbed areas because they decrease soil porosity and thus soil physical quality.

***Key words: environmental quality, Image analysis, porous milieu.***

## EL CRECIMIENTO RADIAL DE MADERA DE NOGAL PECANERO (*Carya illinonesis koch*) BAJO DIFERENTES LAMINAS DE RIEGO

González Cervantes, Guillermo<sup>1</sup>, González Barrios, Jose Luis<sup>1</sup>, Potisek Talavera, María del C.<sup>1</sup>, Valenzuela Núñez, Luis M. <sup>1</sup>, Lopez Santos, Armando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. Km 6+500, margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México.

<sup>2</sup> Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, Domicilio conocido, Ciudad Bermejillo, Dgo., [gonzalez.guillermo@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.guillermo@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

El nogal pecanero (*Carya illinoensis koch*) presenta una distinción genética debido a la formación de anillos producto del crecimiento anual, resultado de la actividad cambial entre factores ambientales, manejo y genéticos en la productividad del nogal. Lo anterior condujo a realizar este artículo con el **objetivo** de describir las relaciones existentes entre la disponibilidad de agua a partir de la lámina anual de riego y el crecimiento anual de madera (anillos) con la ayuda de un sistema analizador de imagen. La observación y análisis de estas imágenes permitió distinguir la amplitud del crecimiento anual en relación a la lamina de riego, lo anterior permitió distinguir tres grupos: los crecimientos de madera con estrés hídrico (0.6mm), sin estrés hídrico (2.3 a 2.7 mm) y con agua en exceso (4.2 mm).

**Palabras clave; análisis de imagen, anillos de crecimiento, lámina de riego.**

## WOODEN RADIAL GROWTH PECAN (*Carya illinonesis koch*) UNDER DIFFERENT WATER DEPTHS

González Cervantes, Guillermo<sup>1</sup>, González Barrios, Jose Luis<sup>1</sup>, Potisek Talavera, María del C.<sup>1</sup>, Valenzuela Núñez, Luis M. <sup>1</sup>, Lopez Santos, Armando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. Km 6+500, margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México.*

<sup>2</sup>*Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, Domicilio conocido, Ciudad Bermejillo, Dgo., [gonzalez.guillermo@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.guillermo@inifap.gob.mx)*

### ABSTRACT

The pecan (*Carya illinoensis* Koch) has a genetic distinction due to the formation of annual growth rings of the product, the result of cambial activity between environmental factors, genetic management and productivity of walnut. This led to make this article with the aim of describing the relationship between the availability of water from the irrigation annual sheet and the annual growth of wood (rings) with the help of an image analyzer. The observation and analysis of these images allowed us to distinguish the extent of annual growth in relation to the irrigation, the above allowed us to distinguish three groups: the growth of wood with water stress (0.6mm), without water stress (2.3 to 2.7 mm) and with excess water (4.2 mm).

**Key words:** *image analysis, growth rings, water depth.*

## **EFFECTO DE LA COBERTURA DE SUELO DE TRES CULTIVOS SOBRE LA DINÁMICA DE LA EROSIÓN HÍDRICA**

Flores López, Hugo Ernesto<sup>1</sup>, De la Mora Orozco, Celia <sup>1</sup>, Ruíz Corral, José Ariel<sup>1</sup>, Chávez Durán, Álvaro Agustín <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Km 8 carretera Tepatitlán – Lagos de Moreno, Tepatitlán, Jalisco CP 47600  
Correo electrónico: [flores.hugo@inifap.gob.mx](mailto:flores.hugo@inifap.gob.mx)

### **RESUMEN**

La erosión del suelo es un fenómeno natural que ocurre lentamente y que en México se estima que el 45 a 97% de las tierras tienen algún grado de erosión hídrica. Aunque la acción protectora de la vegetación es bien conocida, requiere documentarse el efecto dinámico de cultivos como agave tequilero o inclusive el efecto dinámico de la erosión en maíz, pues existen lapsos de tiempo que el suelo está expuesto al efecto erosivo de la lluvia o escurrimiento, que los hace vulnerables a la erosión hídrica. El objetivo del presente trabajo es presentar resultados de estos efectos. Se utilizaron lotes de escurrimiento con maíz, agave tequilero, pasto y suelo desnudo, donde se midió la pérdida de suelo en cada lluvia en cinco años. Los resultados mostraron que la mayor pérdida de suelo se tuvo en el agave tequilero y suelo desnudo, intermedia en maíz y la más baja pérdida de suelo en pasto. Su dinámica también fue contrastante entre cultivos y la mayor erosión de suelo ocurre en agave tequilero siguiendo la ocurrencia los eventos de lluvia. La pérdida de suelo en el maíz es alta solo hasta antes que se cubra por completo el suelo, mientras que en pasto la erosión hídrica fue baja en todos los años de estudio.

***Palabras clave: agave tequilero, maíz, pasto, pérdida de suelo.***

## SOIL COVER EFFECTS OF THREE CROPS ON WATER EROSION DYNAMICS

Flores López, Hugo Ernesto<sup>1</sup>, De la Mora Orozco, Celia <sup>1</sup>, Ruíz Corral, José Ariel<sup>1</sup>, Chávez Durán, Álvaro Agustín <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Km 8 carretera Tepatitlán – Lagos de Moreno, Tepatitlán, Jalisco CP 47600  
Correo electrónico: [flores.hugo@inifap.gob.mx](mailto:flores.hugo@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

Soil erosion is a natural phenomenon that occurs slowly and Mexico estimated that 45 to 97% of the lands have some degree of erosion by water. Although the protective action of the vegetation is well known, requires documenting the dynamic effect of crops such as tequilero agave or even the dynamic effect of the soil erosion of corn, since there are periods of time that the soil is exposed to the erosive effect of rainfall or runoff, which makes them vulnerable to erosion. The objective of this paper is to present results of these effects. We used field plots with corn, agave tequilero, pasture and bare soil, where the loss of soil in each rain was measured during five years. The results showed that the greatest loss of soil was taken into the tequilero agave and bare soil, intermediate in maize and the lowest loss of soil in pasture. Its dynamics was also contrasts between crops and increased soil erosion occurs in agave tequilero following the occurrence of rain events. Maize erosion is high just before that is covering completely the soil, while pasture water erosion was low in all the years of study.

**Key words:** *agave tequilero, corn, pasture, soil loss.*

## IMPACTO SOCIAL DE ALTERACIONES CLIMÁTICAS

Sánchez Cohen, Ignacio<sup>1</sup>, Oswald Spring, Ursula<sup>2</sup>, Velásquez Valle, Miguel<sup>3</sup>,  
Díaz Padilla, Gabriel<sup>4</sup>, Guajardo Panes, Rafael<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Km 6.5 Canal Sacramento, Zona Industrial Gómez Palacio C.P. 35140 email:  
[sanchez.ignacio@inifap.gob.mx](mailto:sanchez.ignacio@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> Priv. Rio Bravo 1. Col. Vista hermosa C.P. 62290 Cuernavaca Morelos

<sup>3</sup>6.5 Canal Sacramento, Zona Industrial Gómez Palacio C.P. 35140

<sup>4, 5</sup> Km. 3.5 Carretera Xalapa – Veracruz Col: Ánimas C.P. 91190 Edif.  
SAGARPA

### RESUMEN

Los cambios en patrones de clima han afectado a las poblaciones vulnerables en México y el mundo. Dentro de las prácticas de resiliencia que encuentran las poblaciones afectadas por este fenómeno, se encuentra la migración hacia destinos aledaños o hacia los Estados Unidos de Norte América. La población emigrante se concentra en las grandes urbes del país llegando a constituir focos de miseria carentes de todos servicios. La emigración en México esta íntimamente correlacionada con el origen de las personas, su actividad económica y la vulnerabilidad a eventos extremos.

***Palabras clave: emigración, eventos extremos, resiliencia***

## SOCIAL IMPACTS OF CLIMATIC VARIATIONS

Sánchez Cohen, Ignacio<sup>1</sup>, Oswald Spring, Ursula<sup>2</sup>, Velásquez Valle, Miguel<sup>3</sup>,  
Díaz Padilla, Gabriel<sup>4</sup>, Guajardo Panes, Rafael<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Km 6.5 Canal Sacramento, Zona Industrial Gómez Palacio C.P. 35140 email:  
[sanchez.ignacio@inifap.gob.mx](mailto:sanchez.ignacio@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> Priv. Rio Bravo 1. Col. Vista Hermosa C.P. 62290 Cuernavaca Morelos

<sup>3</sup>6.5 Canal Sacramento, Zona Industrial Gómez Palacio C.P. 35140

<sup>4, 5</sup> Km. 3.5 Carretera Xalapa – Veracruz Col: Ánimas C.P. 91190 Edif.  
SAGARPA

### ABSTRACT

Climate change has affected vulnerable population in Mexico and the world. Resilience practices include migration to surrounding places and to the USA. Migrant population concentrates in the country big cities constituting slums of misery without any basic services. Migration in Mexico it is correlated to peoples origin, economic activity and extreme events vulnerability.

***Key words: migration, extreme events, resilience.***

## EFICIENCIA DEL RIEGO POR ASPERSIÓN Y DEL USO DEL AGUA EN PASTOS CULTIVADOS EN LEPTOSOLES DEL ORIENTE DE YUCATÁN

Tun Dzul, José de la Cruz<sup>1</sup>, Ramírez Jaramillo, Genovevo<sup>1</sup>, Cano González, Alejandro de Jesús<sup>2</sup>, Sánchez Cohen, Ignacio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>C.E. Mocoohá. CIR Sureste. INIFAP. Antigua carretera Mérida-Motul, km 24.5 C. P. 97454. Mocoohá, Yucatán. [tun.jose@inifap.gob.mx](mailto:tun.jose@inifap.gob.mx), <sup>2</sup>C.E. Edzná. CIR Sureste. INIFAP. Carretera Campeche-Pocyaxum, km 15.5. Campeche, Campeche. C. P. 24520. <sup>3</sup>CENID RASPA. INIFAP. Margen derecha Canal Sacramento, km. 6.5. Gómez Palacio, Durango. C. P. 35150.

### RESUMEN

La superficie irrigada en Yucatán es de 51,153 ha, de las cuales 11,157 se cultivan en el área del Distrito de Desarrollo Rural 180 de Tizimín, en cuya área se utilizan principalmente sistemas de riego por aspersión. El objetivo fue evaluar la eficiencia de conducción y distribución de los sistemas de riego por aspersión y la eficiencia de uso del agua en los pastizales del oriente del estado. En el DDR 180 se tienen 3,167 aprovechamientos de agua, de los cuales 1,651 se emplean para el riego de cultivos forrajeros. Se seleccionaron 38 Unidades de Riego en las que se hicieron las evaluaciones hidráulicas para determinar la eficiencia de conducción y el coeficiente de uniformidad. Los datos permitieron estimar la eficiencia de uso del agua de riego. Los resultados indican que la eficiencia de conducción promedio en los sistemas evaluados fue del 88%, lo que indica que sólo el 12% del agua extraída del acuífero se pierde en la distribución. El CU fue de 90% en promedio, por lo que se concluye que los sistemas de riego funcionan correctamente. La eficiencia global del uso del agua en promedio fue del 79.2%, la cual puede considerarse adecuado para el sector agrícola.

**Palabras clave:** uso eficiente, coeficiente de uniformidad, pastos, cañón de riego, eficiencia global.

## SPRINKLER IRRIGATION EFFICIENCY AND WATER USE ON CULTIVATED GRASSES ON LEPTOSOILS OF WEST YUCATÁN

Tun Dzul, José de la Cruz<sup>1</sup>, Ramírez Jaramillo, Genovevo<sup>1</sup>, Cano González, Alejandro de Jesús<sup>2</sup>, Sánchez Cohen, Ignacio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*C.E. Mocoohá. CIR Sureste. INIFAP. Antigua carretera Mérida-Motul, km 24.5 C. P. 97454. Mocoohá, Yucatán. [tun.jose@inifap.gob.mx](mailto:tun.jose@inifap.gob.mx) , <sup>2</sup>C.E. Edzná. CIR Sureste. INIFAP. Carretera Campeche-Pocuyaxum, km 15.5. Campeche, Campeche. C. P. 24520. <sup>3</sup>CENID RASPA. INIFAP. Margen derecha Canal Sacramento, km. 6.5. Gómez Palacio, Durango. C. P. 35150.*

### ABSTRACT

Irrigated surface in Yucatán, Mexico is 51,153 ha, many of them, 11,157 ha are cultivated into Rural Development District 180 of Tizimín, in which area there are several irrigation systems, but sprinkler is the main irrigation system. A study was carried out in order to evaluate conduction and distribution efficiency of sprinkler irrigation systems and water use efficiency in forage crops of east of Yucatan. Irrigation Rural Development District 180 has 3,167 wells, 1,651 of them are used to forage crops irrigation. We selected 38 Irrigation Units for hydraulics evaluations to determine the conduction efficiency, uniformity coefficient and water use efficiency. Results indicate that mean of conduction efficiency of irrigation systems evaluated was 88%, which means that only 12% of the water extracted from aquifer is lost through distribution net. Mean of CU was 90%, which indicate an adequate work of sprinkler irrigation systems. Water use efficiency average was 79.2%, which can be considered adequate for agriculture activity.

**Key words:** *efficient use, uniformity coefficient, forage crops, sprinklers, global efficiency.*

## **CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES SATELITALES Y FOTOGRAFÍA AÉREA. ESTUDIO DE CASO: PARTE BAJA DE LA CUENCA DEL RÍO NAZAS**

Estrada Avalos, Juan<sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup>, Rivera González, Miguel<sup>1</sup>, Trucíos Caciano, Ramón<sup>1</sup>, Villanueva Díaz José<sup>1</sup>, Cerano Paredes, Julian<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>INIFAP CENID RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, Gómez palacio, Durango, México.*  
[estrada.juan@inifap.gob.mx](mailto:estrada.juan@inifap.gob.mx)

### **RESUMEN**

En este documento se describe la metodología utilizada para realizar la caracterización de las actividades agrícolas en la Comarca Lagunera a partir del uso de imágenes satélite y fotografía aérea. Para ello, se utilizaron las fotografías aéreas de un cubrimiento de vuelo realizado en 2009 y el cual cubrió alrededor del 80% de la superficie agrícola que se desarrolla en la planicie de la Región Lagunera (parte baja de la cuenca del río Nazas). La precisión de las fotografías aéreas es de 1 por 1 m el pixel. El resto de la superficie agrícola fue cubierta con imágenes de satélite fusionadas de alta resolución; SPOT 5 con tamaño de pixel de 2.5 por 2.5 m. Ambos tipos de imágenes se referenciaron geográficamente y se realizó un proceso de fotointerpretación para caracterizar las principales actividades agrícolas de la zona de estudio. Se identificaron las áreas agrícolas que se encuentran activas, así como aquellas áreas que de acuerdo a la fotointerpretación no presentan actividad aparente. Se diferenciaron las parcelas con nogales y se realizó una clasificación de las mismas en función a su grado de desarrollo. Finalmente, se identificaron los sistemas de riego pivote central y se realizó una caracterización de éstos.

***Palabras clave: sensoria remota, análisis, agricultura.***

## AGRICULTURAL ACTIVITIES CHARACTERIZATION FROM SATELLITE IMAGES AND AERIAL PHOTOGRAPHY. STUDY CASE: LOWER NAZAS RIVER WATERSHED

Estrada Avalos, Juan<sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup>, Rivera González, Miguel<sup>1</sup>, Trucíos Caciano, Ramón<sup>1</sup>, Villanueva Díaz José<sup>1</sup>, Cerano Paredes, Julian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP CENID RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, Gómez palacio, Durango, México.  
[estrada.juan@inifap.gob.mx](mailto:estrada.juan@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

This paper describes the methodology used for the characterization of agricultural activities in the Laguna region from the use of satellite imagery and aerial photography. To do this, we used the aerial photographs of a cover of flight in 2009 and which covered about 80% of agricultural land that is developed in the plain of the La Laguna (bottom of the Nazas River basin). The accuracy of aerial photography is 1 pixel by 1 m. The rest of the agricultural land was covered with satellite imagery fused high-resolution SPOT 5 with pixel size of 2.5 by 2.5 m. Both types of images were referenced geographically and performed photo interpretation process to characterize the main agricultural activities in the area of study. Agricultural areas were identified that are active as well as those areas which according to the photo interpretation have no apparent activity. Plots were identified with walnuts and a classification of them according to their degree of development. Finally, we identified the center pivot irrigation systems and a characterization of these. Finally, we identified the center pivot irrigation systems and a characterization of these.

**Key words:** *imagery, analyses, agricultura.*

## RECONSTRUCCIÓN DE FUERTES SEQUÍAS EN EL PARQUE NACIONAL “PICO DE TANCÍTARO”, MICHOACÁN

Cerano Paredes, Julián <sup>1</sup>, Villanueva Díaz, José <sup>1</sup>, Cervantes Martínez, Rosalinda <sup>1</sup>, Trucios Caciano, Ramón <sup>1</sup> y Guerrero Soto, José Luis <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. Km 6.5 margen derecha del Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México. C. P. 35140. Tel: 01 871 159 01 04 y 159 01 05. [cerano.julian@inifap.gob.mx](mailto:cerano.julian@inifap.gob.mx); <sup>2</sup>CONAFOR, Periférico Independencia No. 4193 Fracc. Ana María Gallaga (Riviera I). Morelia, Michoacán. C.P. 58195. Tel: 01 443 3 08 13 04.

### RESUMEN

El Parque Nacional Pico de Tancítaro, representa la más importante fuente de agua dentro del ciclo de captación y recarga de los acuíferos de la región, el conocimiento de la variabilidad de la precipitación a través del tiempo es fundamental, sin embargo, se carecen de datos climático extensos y de calidad, por tal motivo, el presente trabajo tiene como objetivos: (1) reconstruir la variabilidad de la precipitación para el Pico de Tancítaro en base a los anillos de crecimiento de *Abies religiosa* y (2) analizar la frecuencia de sequías durante el siglo XX y primera década del siglo XXI. Se tomaron muestra de *A. religiosa*, se fecharon mediante técnicas dendrocronológicas estándar, la calidad del fechado y su respuesta climática se verifico con el software COFECHA, las series presentaron una correlación significativa ( $r = 0.473$ ;  $p < 0.01$ ), indicando potencial para generar series dendroclimáticas. Se generó una reconstrucción de precipitación para los últimos 127 años (1884-2010), las sequías más severas se reconstruyeron para los periodos 1890-1896, 1948-1956, 1967-1971, 1982-1989 y 1998-2004. Así mismo, se observó un impacto severo de la erupción del volcán Parícutín (1943) en el clima regional.

**Palabras clave:** *dendrocronologia, sequías, pico Tancítaro, Abies religiosa, Parícutín erupción.*

## SEVERE DROUGHTS RECONSTRUCTION IN THE NATIONAL PARK OF PICO DE TANCINTARO IN MICHOACAN

Cerano Paredes, Julián <sup>1</sup>, Villanueva Díaz, José <sup>1</sup>, Cervantes Martínez, Rosalinda <sup>1</sup>, Trucios Cacicano, Ramón <sup>1</sup> y Guerrero Soto, José Luis <sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. Km 6.5 margen derecha del Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México. C. P. 35140. Tel: 01 871 159 01 04 y 159 01 05. [cerano.julian@inifap.gob.mx](mailto:cerano.julian@inifap.gob.mx); <sup>2</sup>CONAFOR, Periférico Independencia No. 4193 Fracc. Ana María Gallaga (Riviera I). Morelia, Michoacán. C.P. 58195. Tel: 01 443 3 08 13 04.*

### ABSTRACT

The National Preserve “Pico de Tancitaro” is the most important water source for the recharge of aquifers in the Tancitaro watershed. The understanding of precipitation in periods longer than climatic records is important to analyze historical climate variability. For this reason, this work had the following objectives: (1) develop a historical reconstruction of precipitation for the Pico de Tancitaro Preserve by using a ring width series of *Abies religiosa*, and (2) analyze the frequency of droughts for the 20<sup>th</sup> century and beginning of the 21<sup>st</sup> century. We took increment samples of *A. religiosa*, each growth was exactly dated to its year of formation by using standard dendrochronological techniques. The quality of the dating and climatic response were verified with COFECHA; the inter-correlation values between series was significant ( $r = 0.473$ ;  $p < 0.01$ ), indicating good dendrochronological potential for climate reconstruction. Seasonal precipitation was reconstructed for the last 127 years for the Pico de Tancitaro Preserve; the most severe droughts were detected for the periods 1890-1896, 1948-1956, 1967-1971, 1982-1989, and 1998-2004. Likewise, we found a strong impact of the Parícutín volcano eruption. This event produced a reduction in growth from 1943 to 1948, that could be confused by a drought.

**Key words:** *dendrochronology, droughts, pico de Tancítaro, Abies religiosa, Parícutín eruption.*

## CHILE HABANERO: SU CULTIVO COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN PARA LAS ZONAS ARIDAS DEL NORTE DE MEXICO

Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>, Muñoz Villalobos, J. Arcadio<sup>1</sup>, Potisek Talavera, María del Carmen<sup>1</sup>, Velásquez Valle Miguel A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, INIFAP. Km 6 + 500, margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México  
[macias.hilario@inifap.gob.mx](mailto:macias.hilario@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

Para el año 2010 en México se cuantificaron 12,000 ha desarrollando agricultura protegida, principalmente con los cultivos de tomate, chile pimiento, pepino y chile habanero, siendo este último el que se siembra en menor escala pero con una mayor estabilidad en lo que se refiere a rentabilidad de acuerdo a las demandas estacionales del mercado nacional y al de exportación.

Los principales estados productores de chile habanero son los que geográficamente se localizan en la península de Yucatán; Campeche, Yucatán y Quintana Roo y tradicionalmente los rendimientos a campo abierto varían de 10 a 40 toneladas de chile por hectárea, y de los tres estados es en Quintana Roo en donde se ha desarrollado más la tecnología de producción de chile habanero bajo condiciones de invernadero con mediana tecnología, específicamente la empresa social "HIDROPONIA MAYA" que se ubica en el municipio Carrillo Puerto, opera con mediana tecnología y cuenta con 40 hectáreas de invernaderos distribuidas en 8 módulos de 5 ha cada uno y coordina a la vez el proyecto de "INVERNADEROS SOCIALES" que se integra con 44 módulos individuales de 3600 metros cuadrados de construcción de invernaderos, en ambos sistemas de producción, que son controlados por el gobierno estatal, los rendimientos por metro cuadrado varían de 7 a 12 kilogramos y la producción la canalizan comercialmente a México, D.F., para su consumo en fresco y a Estados Unidos y Canadá para su industrialización. La descripción del presente sistema de producción, extrapolable para implementarse en las zonas áridas del norte de México bajo condiciones de agricultura protegida, ya sea invernadero, casa sombra o una hibridación de bajo costo de ambos sistemas, tendrá como soporte principal el sistema de producción del proyecto de "INVERNADEROS SOCIALES".

**Palabras clave:** *invernaderos, chile habanero y Quintana Roo.*

## HABANERO PEPPERS: IT'S CULTIVATION AS PRODUCTION ALTERNATIVE FOR ARID AREAS IN NORTHERN MEXICO

Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>, Muñoz Villalobos, J. Arcadio<sup>1</sup>, Potisek Talavera, María del Carmen<sup>1</sup>, Velásquez Valle Miguel A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, INIFAP. Km 6 + 500, margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México  
[macias.hilario@inifap.gob.mx](mailto:macias.hilario@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

In Mexico by the year 2010, were quantified 12 000 ha were developing protected agriculture, mainly with crops of tomato, peppers, cucumber and habanero peppers, the latter being be planting on a smaller scale but with greater stability in what refers to profitability according to seasonal domestic market demands and the export.

The main habanero peppers producing States are those who are geographically located at Yucatan Peninsula; Campeche, Yucatán and Quintana Roo and traditionally open field yields vary from 10 to 40 t of habanero peppers hectare, and the three States is in Quintana Roo where production technology of habanero peppers under greenhouse conditions with medium scale technology, specifically the social enterprise "HYDROPONICALLY MAYA" which is located in the municipality Carrillo Puerto has developed with medium-scale technology and has 40 ha of greenhouses distributed in 8 modules of 5 has each and coordinates the project of "GREENHOUSES social" which integrates with 44 individual modules of 3600 square meters of construction of greenhouses, in both production systems, which are controlled by the State Government at the same time, per square meter yields vary from 7 to 12 kilograms and production her commercially channel to Mexico, D.F., for its consumption in fresh and United States and Canada for their industrialization. The description of the present system of production, extrapolated to implement in the arid areas of North Mexico under conditions of protected agriculture, either greenhouse, House shade or a hybridization of low cost of both systems will have as main support the production of the project of "Social GREENHOUSES" System.

**Key words:** *greenhouses, habanero peppers and Quintana Roo.*

## MANEJO AGRONÓMICO DEL CHILE PIMIENTO EN INVERNADERO DE CLIMA CONTROLADO

Villa Castorena, Magdalena<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra, Marco A.<sup>1</sup>, Román López, Abel<sup>1</sup>, Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CENID RASPA INIFAP, Margen Derecha Canal Sacramento km 6+500,  
Gómez Palacio, Dgo., México.  
[villa.magdalena@inifap.gob.mx](mailto:villa.magdalena@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

En el presente artículo se muestran resultados de investigación de tres años de estudio sobre el manejo del chile pimiento en invernadero de clima controlado. Se probaron las densidades de población: 2.2 (D1) y 2.8 (D2) plantas por m<sup>2</sup>, soluciones nutrimentales equilibradas de aniones y cationes que variaron desde 12 hasta 21 meq L<sup>-1</sup>, los híbridos: cáliz (rojo), PB 99205 (amarillo) y magno (naranja), y tres tipos de poda: sin poda (P1), poda a dos tallos (P2) y poda a tres tallos (P3). En los tres estudios se usó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y arreglo de tratamientos en parcelas divididas. La siembra se hizo en charolas de poliestireno con 200 cavidades llenas con turba como sustrato. El trasplante se hizo cuando las plántulas tuvieron una altura de 15 cm y de cinco a seis hojas en canaletas de cemento de 3.8X10.0 m llenas con un sustrato de 30 cm de arena de río. Se instaló un sistema de riego por goteo, con dos hileras de cintilla, a cada lado de la planta y enterradas a 10 cm para la aplicación de agua y nutrientes. Los resultados mostraron que la densidad de 2.8 plantas por m<sup>2</sup>, la poda a dos tallos, la aplicación de las soluciones equilibradas de aniones y cationes de 15 meq L<sup>-1</sup> y 18 meq L<sup>-1</sup> durante las etapas fenológicas de trasplante a inicio de floración y de inicio de floración a última cosecha produjeron los mejores rendimientos de chile. El híbrido PB 99205 (amarillo) mostró mayor potencial de rendimiento que los otros dos híbridos probados.

**Palabras clave:** *materiales genéticos, podas, solución nutrimental, densidades de población.*

## AGRONOMIC MANAGEMENT OF CHILI PEPPER UNDER A CONTROLLED CLIMATE GREENHOUSE

Villa Castorena, Magdalena<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra, Marco A.<sup>1</sup>, Román López, Abel<sup>1</sup>, Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CENID RASPA INIFAP, Margen Derecha Canal Sacramento km 6+500, Gómez Palacio, Dgo., México.  
[villa.magdalena@inifap.gob.mx](mailto:villa.magdalena@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

In this paper, results of three-year research about population densities, nutrimental solutions, genetic materials and types of pruning are presented. The tested population densities were: 2.2 (D1) and 2.8 (D2) plants per m<sup>2</sup>, the nutrimental solutions ranging from 12 to 21 meq L<sup>-1</sup> of anions and cations. Three hybrids were evaluated: calyx (red), PB 99205 (yellow) and magnum (orange), and three types of pruning: no pruning (P1), pruned to two stems (P2) and three stems (P3). In all three studies, an experimental design of randomized blocks with three replications and arrangement of split plot treatments were used. Planting was done in polystyrene trays with 200 cavities filled with peat as a substrate. Transplanting was done when the plants had 15-cm height and five to six leaves in 3.8X10.0 m cement troughs filled with a substrate of 30 cm of sand. A drip irrigation system, with two rows of tubing was installed for the application of water and nutrients. The results showed that the density of 2.8 plants per m<sup>2</sup>, two stem pruning, application of the balanced solutions of anions and cations of 15 meq L<sup>-1</sup> and 18 meq L<sup>-1</sup> during the phenological stages of transplanting to first flowers and beginning of flowering to final harvest produced the best yields of pepper fruits. The hybrid PB 99205 (yellow) had the higher fruit yield than the other two hybrids tested.

**Key words:** *genetic material, pruning, nutrimental solution, population densities.*

## MODELO DE PRODUCCIÓN DE CANOLA A VARIACIONES DEL REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO

Inzunza Ibarra, Marco Antonio<sup>1</sup>, Villa Castorena, Ma. Magdalena<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto Alonso<sup>1</sup>, Román López, Abel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Canal Sacramento km 6.5, margen derecha. 35140, Gómez Palacio, Dgo., México. Tel. y Fax 01(871)159-0104. Fax ext. 106. § Autor para correspondencia: [inzunza.marco@inifap.gob.mx](mailto:inzunza.marco@inifap.gob.mx)*

### RESUMEN

Los objetivos del estudio fueron determinar la función de producción de la canola al agua de riego en dos etapas de su crecimiento, y el modelo del coeficiente de ajuste por desarrollo (KC) para la evapotranspiración. Se ensayaron siete tratamientos, resultantes del diseño de tratamientos San Cristóbal para dos factores: (40-40), (40-80), (60-60), (60-100), (80-40), (80-80) y (100-60) de la humedad aprovechable consumida del suelo (HAC) por la canola, en dos periodos fenológicos de crecimiento del cultivo. Los tratamientos se distribuyeron en forma aleatoria en un diseño experimental, de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que la canola alcanza el mayor rendimiento de grano y eficiencia de uso del agua del orden de 3.3 t ha<sup>-1</sup> y de 0.585 kg m<sup>-3</sup>, al desarrollarse con 65 y 61 por ciento de HAC en la etapa vegetativa y reproductiva respectivamente, se encontró que la canola maximiza su producción de grano de 3.15 t ha<sup>-1</sup>, al consumir una lámina de agua de 21 y 35 cm, en las dos etapas fenológicas arriba citadas.

**Palabras clave:** *Brassica napus L., evapotranspiración, humedad aprovechable residual, función de producción, régimen de humedad.*

## CANOLA PRODUCTION MODEL UNDER SOIL WATER CONTENT VARIATIONS

Inzunza Ibarra, Marco Antonio<sup>1</sup>, Villa Castorena, Ma. Magdalena<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto Alonso<sup>1</sup>, Román López, Abel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Canal Sacramento km 6.5, margen derecha. 35140, Gómez Palacio, Dgo., México. Tel. y Fax 01(871)159-0104. Fax ext. 106. § Autor para correspondencia: [inzunza.marco@inifap.gob.mx](mailto:inzunza.marco@inifap.gob.mx)*

### ABSTRACT

Canola oil has an elevated demand because its high quality for human diet and a potential break crop to be included in the crop rotation for its low water requirements. This study was realized in the INIFAP located in Gómez Palacio, Durango, the study goal was to determine the water production function for two development crop stages of canola. The treatments were seven combinations of available soil moisture level percents (HAC): (40-40), (40-80), (60-60), (60-100), (80-40), (80-80) and (100-60) consumed by canola in two development stages, resulted from San Cristobal treatment design. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The measured parameters in treatments were grain yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), water use efficiency ( $\text{kg m}^{-3}$ ) and soil moisture regime depletion through study. Results showed that highest grain yield and water use efficiency of  $3.3 \text{ t ha}^{-1}$  and  $0.585 \text{ kg m}^{-3}$  respectively, were obtained when the canola was developed under 65 and 61 % HAC during vegetative and reproductive stages. The canola reached a grain yield of  $3.15 \text{ t ha}^{-1}$  when consumed 21 and 35 cm of water, during both development crop stages above mentioned.

**Key words:** *Brassica napus L., maximum evapotranspiration, availability soil moisture, water production function, soil water regimes.*

## LA INVESTIGACIÓN EN RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL O SUBTERRANEO PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN EL CENID-RASPA, INIFAP

Rivera González, Miguel<sup>1</sup>, Trucíos Caciono, Ramón<sup>1</sup>, Estrada Avalos, Juan<sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup> y Montemayor Trejo, José Alfredo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CENID-RASPA, INIFAP, Canal Sacramento Km.6.5 Margen Derecha Gómez Palacio Durango.  
[rivera.miguel@inifap.gob.mx](mailto:rivera.miguel@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Torreón, Km. 7.5 carretera Torreón- San Pedro, Ejido Ana Torreón Coahuila

### RESUMEN

Desde 1999, en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP, se han desarrollado una serie de trabajos de investigación enfocados a la producción de forrajes utilizando el sistema de riego por goteo sub-superficial ó subterráneo. En estos trabajos, los temas de estudio que han sido abordados son los siguientes: eficiencia de transformación de agua a biomasa (funciones de producción hídricas), salinidad, compactación del suelo y la optimización del diseño hidráulico del sistema de riego. A la fecha se cuenta con las funciones de producción hídricas para alfalfa y maíz forrajero, se conoce la dinámica espacial y temporal de la salinidad y compactación del suelo a diferentes regímenes de humedad y se dispone de un programa o software para el diseño óptimo del sistema de riego, mediante el cual se pueden analizar diferentes estrategias para seleccionar el diseño más económico. Utilizando este sistema de riego para la producción de alfalfa se han logrado incrementos de rendimiento del 64 y 34% al compararlo contra el riego por gravedad y aspersión respectivamente. También se tiene ahorro de agua de 3700 m<sup>3</sup>/ha/año al compararlo contra el riego por gravedad.

**Palabras clave:** *investigación, goteo, riego, eficiencia.*

## RESEARCH IN SUBSURFACE OR UNDERGROUND DRIP IRRIGATION FOR THE PRODUCTION OF FORAGES IN THE CENID RASPA, INIFAP

Rivera González, Miguel<sup>1</sup>, Trucíos Caciono, Ramón<sup>1</sup>, Estrada Avalos, Juan<sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo<sup>1</sup> y Montemayor Trejo, José Alfredo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CENID-RASPA, INIFAP, Canal Sacramento Km.6.5 Margen Derecha Gómez Palacio Durango.

[rivera.miguel@inifap.gob.mx](mailto:rivera.miguel@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Torreón, Km. 7.5 carretera Torreón- San Pedro, Ejido Ana Torreón Coahuila

### ABSTRACT

Since 1999, the National Center for Disciplinary Research in Water Relation-Soil-Plant-Atmosphere (CENID-RASPA) INIFAP, have developed a series of research focused on forage production using the drip irrigation system sub -surface or underground. In this work, the study topics that are addressed are: conversion efficiency of biomass water (water production functions), salinity, soil compaction and optimization of hydraulic design of the irrigation system. To date we have water production functions for alfalfa and corn silage, is known spatial and temporal dynamics of salinity and soil compaction at different moisture regimes and has a program or software for optimum system design irrigation, whereby different strategies can be analyzed to select the most economic design. Using this system of irrigation for alfalfa production has been achieved yield increases of 64 and 34% when compared against gravity and sprinkler irrigation respectively. You also have water saving of 3700 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> for year when compared against gravity irrigation.

**Key words: research, drip, irrigation, efficiency.**

## **SIMULACION DEL IMPACTO DEL MANEJO SOBRE LA RESPUESTA HIDROLOGICA EN CUENCAS DE PASTIZAL PARCIALMENTE INSTRUMENTADAS**

Velásquez Valle, Miguel A.<sup>1</sup>, Muñoz Villalobos, Jesús A.<sup>1</sup>, Sánchez Cohen, Ignacio<sup>1</sup> y Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CENID-RASPA INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha Canal Sacramento. 35140. Gómez Palacio, Dgo.

[velasquez.agustin@inifap.gob.mx](mailto:velasquez.agustin@inifap.gob.mx)

### **RESUMEN**

El uso de modelos hidrológicos es una herramienta en la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales, principalmente en cuencas no instrumentadas. En áreas de pastizal la manipulación de la vegetación tiene un impacto directo en el comportamiento de algunas variables hidrológicas como el escurrimiento superficial. La información pluviométrica e hidrológica de una cuenca experimental de 46.8 hectáreas de uso pecuario en el Estado de Zacatecas fue utilizada para calibrar el modelo WIN TR – 55 y evaluar el impacto de diferentes escenarios de la condición del pastizal (pobre, media y buena) sobre los escurrimientos superficiales. El mejorar la condición del pastizal representa que solo el 19% del escurrimiento calculado para la condición pobre (< 50 % de cobertura vegetal) salga de la cuenca.

***Palabras clave: cuenca hidrológica, escurrimiento superficial, método de curva numérica.***

## SIMULATION OF THE IMPACT OF MANAGEMENT ON THE HYDROLOGICAL RESPONSE OF GRASSLAND IN PARTIALLY INSTRUMENTED BASINS

Velásquez Valle, Miguel A.<sup>1</sup>, Muñoz Villalobos, Jesús A.<sup>1</sup>, Sánchez Cohen, Ignacio<sup>1</sup> y Macías Rodríguez, Hilario<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CENID-RASPA INIFAP. Km. 6.5 Margen derecha Canal Sacramento. 35140. Gómez Palacio, Dgo.  
[velasquez.agustin@inifap.gob.mx](mailto:velasquez.agustin@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

The use of hydrological models is a tool in the decision-making in the management of natural resources, mainly in non-instrumented watersheds. In areas of rangelands vegetation manipulation has a direct impact on the behavior of some hydrological variables such as surface runoff. Rainfall and hydrological information of an experimental 46.8 basin with livestock use in the State of Zacatecas hectares was used to calibrate the model TR - 55 WIN and assess the impact of different scenarios of the status of the pasture (poor, middle and good) on surface runoff. Improve the condition of the pasture represents only 19% of the runoff calculated for the poor condition (< 50% plant cover) out of the basin.

**Key words:** *hydrologic watershed, runoff, curve number method.*

## APLICACIÓN DE BIOSOLIDOS SOBRE EL DESARROLLO DE PASTO BUFFEL (*Cenchrus ciliaris*)

Potisek Talavera, María del Carmen<sup>1</sup>, González Cervantes, Guillermo<sup>1</sup>, Valenzuela Nuñez, Luis<sup>1</sup> y González Barrios, José Luis<sup>1</sup>

INIFAP-CENID-RASPA. Canal de Sacramento km. 6.5. Ejido Las Huertas.  
Gómez Palacio, Dgo.C.P. 35140.  
[potisek.carmen@inifap.gob.mx](mailto:potisek.carmen@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

En el país se estima una producción anual de 211,690 ton de lodos residuales y una generación potencial de 1,449,000 ton anuales de lodos residuales. Cuando los lodos residuales cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-052-SEMARNAT-1993) y de calidad (NOM-004-SEMARNAT-2002) son llamados biosólidos y pueden ser reutilizados en los suelos. Los objetivos planteados: 1) Comparar el crecimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) con la aplicación de biosólidos en dosis alta y baja, 2) Evaluar la aportación nutrimental como N, P y K en pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) con la aplicación de biosólidos y 3) Evaluar los cambios fisicoquímicos en el suelo después de la aplicación de los biosólidos. A los 45 ddt también se realizó la comparación de medias y en la cual no se encontró diferencia significativa (NS) entre los tratamientos, ya que la altura alcanzada por el pasto entre los tratamientos fue estadísticamente igual ( $P < 0.05$ ), con valores de 31.8518, 30.9000 y 29.3395 cm para el tratamiento control, Biosólido en dosis baja y alta respectivamente. La cobertura del pasto mediante la comparación de medias entre tratamientos, el tratamiento testigo obtuvo mayor porcentaje de cobertura con 6.62%; mientras que el tratamiento de menor cobertura fue con la aplicación de biosólido alto con un valor de 5.20%. La absorción de Nitrógeno Total fue mayor en el pasto tratado con la dosis alta de biosólido con un valor de (2.02%).

**Palabras clave:** biosólidos, altura, pasto, nutrimentos.

## BYOSOILDS APPLICATION EFFECTS ON BUFFEL GRASS (*Cenchrus ciliaris*)

Potisek Talavera, María del Carmen<sup>1</sup>, González Cervantes, Guillermo<sup>1</sup>,  
Valenzuela Nuñez, Luis<sup>1</sup> y González Barrios, José Luis<sup>1</sup>

*INIFAP-CENID-RASPA. Canal de Sacramento km. 6.5. Ejido Las Huertas.  
Gómez Palacio, Dgo.C.P. 35140.  
[potisek.carmen@inifap.gob.mx](mailto:potisek.carmen@inifap.gob.mx)*

### ABSTRACT

In the country an estimated annual production of 211.690 tons of sewage sludge and a generation potential of 1,449,000 tons per year of sewage sludge. When sewage sludge comply with Mexican Official Standards (NOM-052-SEMARNAT-1993) and quality (NOM-004-SEMARNAT-2002) are called biosolids and can be reused in soils. The objectives: 1) Compare the growth of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) with the application of biosolids in high and low dose, 2) evaluate the nutritional contribution as N, P and K in Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) with the application of biosolids and 3) evaluate the physicochemical changes in the soil after application of biosolids. At 45 DAT was also performed to compare means and in which there was no significant difference (NS) between treatments, since the height reached by the grass between treatments was statistically similar ( $P < 0.05$ ), with values of 31.8518, 30.9000 and 29.3395 cm for the control treatment, biosolids in low and high dose respectively. Grass coverage by comparing means between treatments, the control treatment received the highest percentage of coverage with 6.62%, while the lower coverage treatment was the application of biosolids high with a value of 5.20%. Total nitrogen uptake was higher in grass treated with high dose of sewage sludge with a value of (2.02%).

**Key words:** *biosolids, tall , grass, nutrients.*

## **ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS**

Trucíos Caciano, Ramón <sup>1</sup>, Rivera González, Miguel <sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo <sup>1</sup>, Estrada Ávalos, Juan <sup>1</sup> y Cerano Paredes, Julián <sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. Km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. CP 35140.*

[trucios.ramon@inifap.gob.mx](mailto:trucios.ramon@inifap.gob.mx)

### **RESUMEN**

Como país megadiverso, México alberga gran cantidad de especies animales y vegetales que tienen como hábitat los diversos ecosistemas que en éste se han conformado. Dicha diversidad está siendo amenazada ya que, en estudios a nivel nacional, se ha constatado la pérdida de cubierta vegetal como un proceso de cambio de uso de suelo para el desarrollo de actividades que representen una mayor satisfacción para una sociedad creciente. El objetivo de este estudio fue conocer el estado que guarda la vegetación de la cuenca de San Cristóbal de las Casas, en respuesta al cambio de uso a través del tiempo del 1976 al 2002. Al respecto, se detectaron cambios que no distan del panorama general en donde la pérdida de la cobertura vegetal es evidente ya que se cuantificaron incrementos mayores a 5000 ha para agricultura de temporal (la sexta parte de la cuenca, con una superficie de 29730 ha), relacionados a disminución de superficies de bosques y pastizales. Por su parte, las áreas urbanas se incrementaron en más de 10 veces su superficie en el mismo periodo de tiempo, de 149 ha a 1903 ha.

***Palabras clave: uso de suelo, sistemas de información geográfica, tasa de cambio.***

## ANALYSIS OF LAND USE CHANGE IN SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS

Trucios Caciano, Ramón <sup>1</sup>, Rivera González, Miguel <sup>1</sup>, Delgado Ramírez, Gerardo <sup>1</sup>, Estrada Ávalos, Juan <sup>1</sup> y Cerano Paredes, Julián <sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. Km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. CP 35140.*

[trucios.ramon@inifap.gob.mx](mailto:trucios.ramon@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

As a megadiverse country, Mexico is home to many plant and animal species, whose habitats are diverse ecosystems that have been formed in this country. This mega diversity is being threatened because in national studies, there has been loss of vegetative cover as a process of change in land use to develop activities that represent a greater satisfaction for an increasingly society. The aim of this study was to determine the state of deterioration of vegetation of the basin of San Cristobal de las Casas, in response to changing use through time from 1976 to 2002. In this regard, we detected changes are similar to what happened in the national picture, where the lost of plant cover is evident as quantified increases larger than 5000 ha for rained agriculture (the sixth of the basin, with a area of 29730 ha), related to reduction of forest areas and grasslands. Meanwhile, urban areas increased by more than 10 times its surface at the same period, from 149 ha to 1903 ha.

**Key words** *Land use, geographic information system, exchange rate.*

## USO DE SENSORES INFRARROJOS PARA ESTIMAR DOSIS DE FERTILIZACIÓN RACIONAL EN MAÍZ PARA GUANAJUATO

Paredes, Roberto<sup>1</sup>, Alamilla, María del Pilar y Mandujano, Andrés.

<sup>1</sup>Km. 6.5 Carr. Celaya-San Miguel Allende, Celaya Gto. [paredes.roberto@inifap.gob.mx](mailto:paredes.roberto@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

En la entidad, el maíz es uno de los cultivos más importantes desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. La experiencia con productores en los últimos años ha demostrado que las recomendaciones de fertilizante basadas en el análisis de suelos no logran satisfacer las necesidades nutritivas para lograr rendimientos altos. La optimización del manejo de N en maíz requiere la determinación adecuada de la dosis de fertilizante nitrogenado a aplicar, específicamente en el reabone. Una alternativa es el uso de sensores infrarrojos como el SPAD 502 de Minolta. Durante los ciclos PV 2010 y 2011 se establecieron 2 experimentos o sitios de muestreo distribuidos en la región centro – sur del estado de Guanajuato. Se establecieron 7 tratamientos en dosis crecientes de N: 0, 45, 90, 135, 180, 240 y 300 kg/ha. Se obtuvieron valores SPAD a V7 y rendimientos de grano. Los resultados mostraron que rendimientos mayores se presentan en dosis de 240 y 300 kg N, sin embargo la diferencia entre estos tratamientos no es significativa. Se encontró una relación proporcional entre la dosis de N y el valor SPAD en la etapa V7 del cultivo. Esta información es base para generar diagnósticos de fertilización nitrogenada.

**Palabras clave:** *fertilización nitrogenada, valores SPAD.*

## USE OF INFRARED SENSORS TO ESTIMATE RATIONAL FERTILIZATION RATES FOR CORN IN GUANAJUATO STATE.

Paredes, Roberto<sup>1</sup>, Alamilla, María del Pilar y Mandujano, Andrés.

Km. 6.5 Carr. Celaya-San Miguel Allende, Celaya Gto. <sup>1</sup> [paredes.roberto@inifap.gob.mx](mailto:paredes.roberto@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

In the state, corn is one of the most important crops from the standpoint of food, industrial, political and social. Experience with producers in recent years has shown that fertilizer recommendations based on soil tests fail to meet the nutritional needs to achieve high yields. Optimization of N management in corn requires proper determination of the dose of nitrogen fertilizer to apply, specifically in the second fertilization. An alternative is the use of infrared sensors as the Minolta SPAD 502. During cycles PV 2010 and 2011 were set 2 experiments or sampling sites distributed in the central-southern Guanajuato state. Seven treatments were established in increasing doses of N: 0, 45, 90, 135, 180, 240 and 300 kg/ha. SPAD values were obtained at V7 and grain yields. The results showed that higher yields are given in doses of 240 and 300 kg N; however, the difference between these treatments is not significant. We found a proportional relationship between the N rate and SPAD value in the V7 stage of the crop. This information is based diagnostics to generate nitrogen fertilization.

**Key words: nitrogen fertilization SPAD values.**

## **MEDICIÓN DE LA TRANSPIRACIÓN EN CULTIVOS TROPICALES A PARTIR DEL FLUJO DE SAVIA**

López López, Rutilo<sup>1</sup>, Ojeda Bustamante, Waldo<sup>2</sup>; López Andrade, Alejandro P.<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias*, <sup>2</sup>  
*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.*  
[lopez.rutilo@inifap.gob.mx](mailto:lopez.rutilo@inifap.gob.mx)

### **RESUMEN**

Se estima la transpiración en función de la cantidad de agua que fluye dentro del tallo en los cultivos de papaya y cacao usando el pulso de calor. Los objetivos del presente trabajo fueron: determinar la transpiración horaria a partir del medidor de savia y conocer la influencia de las variables climáticas como la radiación solar, la temperatura y la humedad relativa en la transpiración. La transpiración en el cultivo de papaya varía de 5 a 10 litros por día, mientras que en el cultivo de cacao varía desde 10 a 40 litros por día en un árbol de 10 años de edad. Se concluye que el sensor de flujo de savia es simple y robusto para estimar la transpiración de árboles. El sensor puede detectar la dirección del flujo. La radiación solar es la principal variable para explicar el comportamiento de la transpiración del cultivo.

***Palabras clave: transpiración, flujo de savia, pulso de calor.***

## TRANSPIRATION MEASUREMENTS ON TROPICAL CROPS FROM SAVIA FLUX

López López, Rutilo<sup>1</sup>, Ojeda Bustamante, Waldo<sup>2</sup>; López Andrade, Alejandro P.<sup>1</sup>, Catalán Valencia, Ernesto A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias*, <sup>2</sup>  
*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.*  
[lopez.rutilo@inifap.gob.mx](mailto:lopez.rutilo@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

Transpiration is estimated based on the amount of water flowing into the stem crops in papaya and cocoa using the heat pulse. The objectives of this study were to determine the hourly transpiration from sap meter and determine the influence of climatic variables like solar radiation, temperature and relative humidity on transpiration. Transpiration in papaya cultivation ranges from 5 to 10 liters per day, while in cocoa varies from 10 to 40 liters per day in a tree 10 years of age. We conclude that the sap flow sensor is simple and robust to estimate tree transpiration. The sensor can detect flow direction. Solar radiation is the main variables explaining the behavior of crop transpiration.

**Key words:** *transpiration, sap flow, heat pulse.*

## RECONSTRUCCIÓN DEL ESCURRIMIENTO HISTÓRICO EN LA CUENCA ALTA DEL RIO NAZAS, DURANGO

Villanueva Díaz, José<sup>1</sup>, Cerano Paredes, Julián<sup>1</sup>, Estrada Ávalos, Juan<sup>1</sup>, Constante García, Vicenta<sup>1</sup>, Stahle, D.W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP CENID RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, Gómez palacio, Durango, México. [villanueva.jose@inifap.gob.mx](mailto:villanueva.jose@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Geociencias, Universidad de Arkansas, Fayetteville, AR.

### RESUMEN

La sequía de los últimos años que ha afectado al norte-centro de México pone de manifiesto la necesidad de contar con datos hidroclimáticos extensos que permitan conocer las fluctuaciones y tendencias en el tiempo, con el fin de establecer acciones de planeación y mitigación de los recursos hídricos. En este trabajo con técnicas dendrocronológicas, se generó una reconstrucción de escurrimientos de 800 años para la parte alta de la cuenca del río Nazas. La reconstrucción mostró alta variación interanual y multianual; sequías prolongadas se presentaron en las décadas de 1250, 1320-1340, 1370-1380, 1440-1450, 1460-1470, 1650-1660, 1710-1730, 1790-1810, 1920-1940, 1970-1980, 1990. La duración e intensidad de algunas sequías superó a la que se vive actualmente en la región. Flujos reconstruidos con gasto extraordinario como en los años de 1212, 1229, 1242, 1245, 1271, 1313, 1404, 1427, 1451, 1504, 1520, 1563, 1566, 1620, 1671, 1681, 1735, 1816, 1833, 1869, 1920, 1956, 1959 y 1992 estuvieron ligados con la presencia del fenómeno de El Niño en su fase cálida. Esta información puede ser usada por tomadores de decisiones en la Comarca Lagunera, para establecer la frecuencia de sequías y de avenidas extraordinarias con fines de manejo del recurso hídrico en la región.

**Palabras clave:** *escurrimiento, dendrocronología, ENSO, sequia, frecuencia.*

## HISTORIC RUNOFF RECONSTRUCTION IN THE UPPER NAZAS RIVER WATERSHED

Villanueva Díaz, José<sup>1</sup>, Cerano Paredes, Julián<sup>1</sup>, Estrada Ávalos, Juan<sup>1</sup>, Constante García, Vicenta<sup>1</sup>, Stahle, D.W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP CENID RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, Gómez palacio, Durango, México. [Villanueva.jose@inifap.gob.mx](mailto:Villanueva.jose@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Geociencias, Universidad de Arkansas, Fayetteville, AR.

### ABSTRACT

Long term climate- and gage records are important to analyze low frequency variations and trends to establish strategies for management and mitigation of droughts like the one affecting northern and central Mexico in the last few years. Using dendrochronological techniques an 800 year streamflow reconstruction was developed for the upper Nazas watershed in Durango. The reconstruction was characterized by having high inter-annual and multiannual hydroclimatic variability and decadal droughts were detected in the 1250s, 1320-1340s, 1370-1380s, 1440-1450s, 1460-1470s, 1650-1660s, 1710-1730s, 1790-1810s, 1920-1940s, 1970-1980s, and 1990s. Some of the droughts were longer and of higher intensity than ones observed in climate records. Extreme flow events were detected in years 1212, 1229, 1242, 1245, 1271, 1313, 1404, 1427, 1451, 1504, 1520, 1563, 1566, 1620, 1671, 1681, 1735, 1816, 1833, 1869, 1920, 1956, 1959, and 1992, and they could have been influenced the ENSO warm phase. Water decision makers in the region could use this information to establish probabilities of droughts and occurrence of extreme runoff events for management purposes.

**Key words:** *streamflow, dendrochronology, ENSO, droughts, frequency.*

## EL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS COMO HERRAMIENTA PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL AGUA, SUELO Y VEGETACION

López Báez, Walter

*Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP, Km 3.0 carretera internacional Ocozocoautla-Cintalapa, municipio de Ocozocoautla, Chiapas.*  
[lopez.walter@inifap.gob.mx](mailto:lopez.walter@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

Ante el grave deterioro ambiental y los evidentes efectos del cambio climático, el concepto de cuencas hidrográficas ha recobrado importancia en el contexto mundial como una vía idónea para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la disminución de riesgos de desastres. A pesar de estar ampliamente sustentado que la cuenca hidrográfica es una vía idónea para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales aún existen muchas limitaciones para su utilización como unidad de planificación. Una de las principales causas de esta situación es el desconocimiento generalizado a todos los niveles, de los conceptos y principios del enfoque de manejo integral de cuencas con pensamiento sistémico, tan necesario, para detener y/o revertir su deterioro. A partir de la revisión de literatura y de la sistematización de las experiencias en materia de capacitación, investigación y transferencia de tecnología sobre el enfoque de cuencas generadas por el INIFAP en Chiapas, en este artículo se analiza el concepto y los desafíos que representa la tarea del manejo integral de cuencas con visión sistémica.

***Palabras clave: recursos naturales, aprovechamiento sustentable, cambio climático, sistemas.***

## THE INTEGRATED MANAGEMENT OF BASINS AS A TOOL FOR THE SUSTAINABLE USE OF WATER, SOIL AND VEGETATION

López Báez, Walter

*Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP, Km 3.0 carretera internacional Ocozocoautla-Cintalapa, municipio de Ocozocoautla, Chiapas.*  
[lopez.walter@inifap.gob.mx](mailto:lopez.walter@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

At the serious environmental deterioration and the evident effects of the weather change, the concept of hydrographic basins has recovered importance in the global context as an ideal path to the sustainable use of the natural resources and the lowering of the disasters risks. Even though it is widely supported that the hydrographic basin is an ideal path for the sustainable of the natural resources, there is still a lot of limitations for its use like a planning unit. One the main reasons of this situation it's the unknown knowledge widespread to all the levels, the starting points of the integral management approach of basins with a systematic thinking, highly needed, to stop and/or revert the deterioration. Starting from the literature review and the systematization of the experiences in the training field, research and technological transference about the basin approach generated by the INIFAP in Chiapas, in this article, it is analyzed the concept and the challenges caused by the integral management of basins with a systematic vision.

**Key words:** *natural resources, sustainable use, weather change, systems.*

## BALANCE DE CARBOHIDRATOS EN DIFERENTES COMPARTIMENTOS VEGETALES DE ENCINO (*Quercus petraea*) Y HAYA (*Fagus sylvatica*), SOMETIDOS A DEFOLIACIÓN Y SOMBRA

Valenzuela Núñez, Luis Manuel<sup>1</sup>, Pascale, Maillard<sup>2</sup>, González Barrios, José Luis<sup>1</sup>, González Cervantes, Guillermo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango, México. C. P. 35140 [valenzuela.luis@inifap.gob.mx](mailto:valenzuela.luis@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> Institut National de la Recherche Agronomique, Centre National de Recherches Forestieres, Equipe Bioclimatologie, Champenoux, France 54280

### RESUMEN

Durante la vida de un árbol que se encuentra sometido bajo la presión de un factor biótico o abiótico puede perder parte de su follaje. Las hojas son la base de la fotosíntesis, una eventual defoliación tiene un efecto directo sobre las reservas de carbohidratos del árbol. Algunas especies como el haya (*Fagus sylvatica*), se desarrolla en condiciones de poca luz. El encino blanco (*Quercus petraea*) crece en condiciones de luz directa. Existen diferencias marcadas entre las dos especies en cuanto a las respuestas fisiológicas a la defoliación. Estas dos especies son de gran importancia en los bosques de la región Lorrain en el este de Francia. Una mejor comprensión del comportamiento de respuesta a factores de estrés biótico y abiótico se considera que contribuirán a un mejor conocimiento y diseño de planes de manejo de los bosques para mejorar su rendimiento. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la defoliación estacional y del sombreado sobre las reservas de carbohidratos en árboles jóvenes de encino blanco y el haya de dos años de edad. Se observó que las dos especies difieren en la cantidad de reservas y órganos de almacenamiento. A lo largo del año, las reservas en carbohidratos almacenadas en invierno disminuyen durante el año, una parte se utiliza para la respiración durante el invierno, otra para el crecimiento y la brotación en la primavera. En la defoliación se utilizan las reservas de carbohidratos para sustituir a las hojas, sin que ello afecte la biomasa.

**Palabras clave:** biomasa, carbohidratos, azúcares, almidón, reservas vegetativas, defoliación, luz solar.

## CARBOHYDRATES BALANCE IN DIFFERENT PARTS OF ENCINO WOODLANDS (*Quercus petraea*) AND HAYA (*Fagus sylvatica*), UNDER DEFOLIATION AND SHADE

Valenzuela Núñez, Luis Manuel<sup>1</sup>, Pascale, Maillard<sup>2</sup>, González Barrios, José Luis<sup>1</sup>, González Cervantes, Guillermo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango, México. C. P. 35140 [valenzuela.luis@inifap.gob.mx](mailto:valenzuela.luis@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> Institut National de la Recherche Agronomique, Centre National de Recherches Forestières, Equipe Bioclimatologie, Champenoux, France 54280

### ABSTRACT

During the life of a tree that is under the pressure of a biotic or abiotic factor may lose some of its foliage. The leaves are the basis of photosynthesis, an eventual defoliation has a direct effect on carbohydrate reserves of the tree. Some species such as beech (*Fagus sylvatica*) is developed in low light. The white oak (*Quercus petraea*) grown under conditions of direct light. There are marked differences between the two species in terms of physiological responses to defoliation. These two species are of great importance in the forests of the region Lorrain in eastern France. A better understanding of behavioral responses to stressors biotic and abiotic factors are considered to contribute to a better understanding and design of management plans for forests to improve their performance. The aim of this work was to study the effect of seasonal defoliation and shading on carbohydrate reserves in white oak saplings and has two years of age. It was noted that the two species differ in the amount of reserves and storage organs. Throughout the year, the carbohydrate reserves stored in winter decrease during the year, some is used for respiration during the winter, another for growth and sprouting in spring. In the defoliation are used carbohydrate reserves to replace the leaves, without affecting biomass.

**Key words:** *biomass, carbohydrates, sugars, starch reserves vegetative defoliation sunlight.*

## IDENTIFICACIÓN DE RAZAS MEXICANAS DE MAÍZ ADAPTADAS A CONDICIONES DEFICIENTES DE HUMEDAD MEDIANTE DATOS BIOGEOGRÁFICOS

Ruiz Corral, José Ariel<sup>1</sup>, Sánchez González, José de Jesús<sup>2</sup>, Hernández Casillas, Juan Manuel<sup>3</sup>, Willcox, Martha C.<sup>4</sup>, Ramírez Ojeda, Gabriela<sup>1</sup>, Ramírez Díaz, José Luis<sup>1</sup> y González Eguiarte, Diego Raymundo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Km 8 Carretera libre Tepatitlán-Lagos de Moreno. 47600 Tepatitlán, Jalisco, México; <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales. Zapopan, Jal. México; <sup>3</sup>INIFAP, Campo Experimental Valle de México, km. 13.5 carretera Los Reyes-Texcoco, 56230 Coatlinchán, Texcoco, Estado de México; <sup>4</sup>CIMMYT, Apdo. Postal 6-641, 06600 México, D.F.  
[ruiz.ariel@inifap.gob.mx](mailto:ruiz.ariel@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

Se trabajó con una base de datos de accesiones recientes de 54 razas de maíz de México, y con datos pasaporte de dichas accesiones, provenientes de la Unidad de Recursos Genéticos del Banco de Germoplasma del INIFAP. A partir de las coordenadas geográficas de las accesiones, se hizo una caracterización de las condiciones de disponibilidad de humedad del período mayo-octubre para el desarrollo del maíz, con base en el sistema de información ambiental del INIFAP y el sistema IDRISI Andes. Con base en esta información se realizó un análisis estadístico que incluyó análisis de varianza y un análisis de taxonomía numérica (análisis cluster) con la opción de correlación de momento producto entre razas. Adicionalmente se realizó un análisis de accesiones por raza para identificar las accesiones que desarrollan bajo ambientes con deficiencia de humedad. Se seleccionaron las accesiones con adaptación a un ambiente con índice de humedad (IH) (precipitación/evapotranspiración potencial) mayo-octubre inferior a 0.5. Los resultados mostraron la identificación de cinco grupos raciales, de los cuales uno de ellos se destacó por su adaptación a un IH entre 0.39 y 0.53. Este grupo incluyó las razas Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Tablilla de Ocho y Gordo. El análisis de accesiones reportó la presencia de maíz en un total de 677 sitios con condiciones de semiaridez en la temporada mayo-octubre. Las 677 accesiones representan a 24 razas. Estos resultados permiten concluir que en México existen recursos genéticos, relacionados con las razas de maíz, que podrían contribuir con los programas de mejoramiento enfocados a la adaptación a estrés por sequía.

**Palabras clave:** razas de maíz; recursos genéticos; adaptación a déficit hídrico; cambio climático.

## IDENTIFICATION OF MEXICAN MAIZE LANDRACES ADAPTED TO SOIL MOISTURE DEFICIT CONDITIONS BY USING BIOGEOGRAPHY DATA

Ruiz Corral, José Ariel<sup>1</sup>, Sánchez González, José de Jesús<sup>2</sup>, Hernández Casillas, Juan Manuel<sup>3</sup>, Willcox, Martha C.<sup>4</sup>, Ramírez Ojeda, Gabriela<sup>1</sup>, Ramírez Díaz, José Luis<sup>1</sup> y González Eguiarte, Diego Raymundo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Km 8 Carretera libre Tepatitlán-Lagos de Moreno. 47600 Tepatitlán, Jalisco, México; <sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales. Zapopan, Jal. México; <sup>3</sup>INIFAP, Campo Experimental Valle de México, km. 13.5 carretera Los Reyes- Texcoco, 56230 Coatlínchán, Texcoco, Estado de México; <sup>4</sup>CIMMYT, Apdo. Postal 6-641, 06600 México, D.F.

[ruiz.ariel@inifap.gob.mx](mailto:ruiz.ariel@inifap.gob.mx).

### ABSTRACT

A data base of recent accessions of 54 mexican landraces of maize, whose passport data were extracted from the Genetic Resources Unit of INIFAP Germplasm Bank. A characterization of May-October soil moisture conditions were made for all accession sites by using their geographic coordinates, the INIFAP environmental information system and the GIS Idrisi Andes. With these data, a statistical analysis was performed including variance and numerical taxonomy analysis with the option correlation of product momentum among races. In addition, an analysis of accessions per race was made in order to identify accessions that develop under soil moisture deficit conditions. Accessions adapted to an environment with a May-October soil moisture index (IH) (rainfall/potential evapotranspiration) lower than 0.5 were selected. Results showed the identification of five racial groups, of which one of them was remarkable for its adaptation to an IH from 0.39 to 0.53. This group included races Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Tablilla de Ocho y Gordo. The accessions analysis reported the presence of maize in a total of 677 locations with semiarid conditions during the season May-October. These 677 accessions represent 24 landraces. These results allow to conclude that in Mexico there are genetic resources linked to maize races, which could be useful in maize genetic improving programs focused to adaptation to drought stress.

**Key words:** *maize landraces; genetic resources, adaptation to drought; climate change.*

## FERTIRRIGACIÓN CON RIEGO POR GOTEO PARA ALTA PRODUCCIÓN EN CAÑA DE AZÚCAR

Mata, V. H.<sup>1</sup>, Patishtán, P. J.<sup>2</sup>, Vázquez, G. E.<sup>1</sup>, Ramírez, R. M.<sup>2</sup>.

Carretera Tampico-Mante Km. 55 C.P. 88339. Villa Cuahutemoc , Tamps.  
Campo Experimental Las Huastecas.

[mata.horacio@inifap.gob.mx](mailto:mata.horacio@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

La caña de azúcar es uno de los cultivos más importantes para la región del sur de Tamaulipas. De este cultivo, industrializado en los ingenios Aarón Sáenz y el Mante, productores cañeros, cortadores, jornaleros, operadores, mecánicos y otros prestadores de servicios, dependen directa e indirectamente. Los factores que afectan la producción de la caña de azúcar son el mal uso y manejo de agua de riego, y fertilizantes, falta de nuevas variedades con alta productividad, manejo integrado de plagas y enfermedades, falta de servicio de extensión agrícola. Los sistemas de riego más usados en la región, además del riego por gravedad: son el riego presurizado por cañones, por pivote central y riego por goteo. El manejo de la fertirrigación, aplicación de fertilizantes y agua a través del sistema de riego por goteo, es fundamental su programación de acuerdo a las necesidades del cultivo y las condiciones ambientales. La fertirrigación programada y balanceada, incrementan sustancialmente los rendimientos del cultivo. La producción de caña de azúcar bajo condiciones de riego por goteo incrementó 300% de la producción respecto al rendimiento promedio histórico.

***Palabras clave: caña de azúcar, fertilizantes, riego por goteo.***

## FERTIRRIGATION WITH DRIP IRRIGATION FOR HIGH PRODUCTION IN SUGAR CANE

Mata, V. H.<sup>1</sup>, Patishtán, P. J.<sup>2</sup>, Vázquez, G. E.<sup>1</sup>, Ramírez, R. M.<sup>2</sup>.

Carretera Tampico-Mante Km. 55 C.P. 88339. Villa Cuahutemoc , Tamps.  
Campo Experimental Las Huastecas.

[mata.horacio@inifap.gob.mx](mailto:mata.horacio@inifap.gob.mx)

### ABSTRACT

Sugarcane is one of the most important crops for Southern Tamaulipas. From this crop, industrialised at Aarón Sáenz and Mante sugarcane factories, economically depend on directly and indirectly farmers, sugarcane cutters, labourers, operators and mechanics and other services. Water and fertiliser waste by bad management, unviability of new varieties with higher yields, lose pest-disease management and lose of agricultural extension are factors that affect sugarcane yield. The irrigation system used in the region are pressurized irrigation guns, centre pivot and drip irrigation. The fertigation, fertiliser and water application through drip irrigation, is fundamental its program according to crop necessities and environmental conditions. Programed fertigation increases substantially the crop yields. Sugarcane production on drip irrigation rose 300% compared with historical average yields throughout the region.

**Key words:** *sugar cane, fertilizers, drip irrigation.*

## DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DE PERIODOS DE RETORNO DE PRECIPITACIONES ANUALES EN LA ZONA DE BARLOVENTO Y SOTAVENTO DEL GOLFO DE MÉXICO

Guajardo Panes, Rafael Alberto<sup>1</sup>, Díaz Padilla, Gabriel<sup>1</sup>,  
Sánchez Cohen, Ignacio<sup>2</sup>, Barbosa Moreno, Finlandia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio Experimental Teocelo. Carretera Xalapa-Veracruz Km. 3.5 (Edif. SAGARPA); Colonia Ánimas; Xalapa, Veracruz. [guajardo.rafael@inifap.gob.mx](mailto:guajardo.rafael@inifap.gob.mx); <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CENID-Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Gómez Palacio, Durango; <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valles Centrales. Oaxaca, Oaxaca.

### RESUMEN

El presente trabajo desarrolla un proceso metodológico para realizar el cálculo de periodos de retorno de precipitación anual en la región de sotavento y barlovento del golfo de México, los datos empleados fueron extraídos de la base de datos de 147 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, los cuales fueron validados y procesados para realizar la prueba de bondad de ajuste no paramétrica Kolgomorov-Smirnov para la distribución Gumbel para cada una de las estaciones, posteriormente se realizó el cálculo de probabilidades y niveles de precipitación en periodos de retorno de 2, 10, 20, 30, 40, 50 y 100 años mediante la transformación inversa de la distribución en cuestión. A partir de la información puntual se realizó el proceso de interpolación de las precipitaciones posibles con el método Thin Plate Smothing Spline para la delimitar isolíneas. En las diferentes imágenes se observó que los niveles de precipitación tienden a incrementarse conforme el territorio se encuentra más cercano al litoral del Golfo de México, es decir la zona de barlovento, y podrían alcanzar hasta los 100 y 450 mm; a la vez que, mientras más cercana se encuentra la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico los niveles de precipitación máxima comienzan a disminuir hasta entre los 50 y 100 mm. Otra tendencia que puede observarse es que en la región de sotavento pueden presentarse precipitaciones tres veces por debajo del máximo esperado en algunas zonas de barlovento. Esta metodología podría ser empleada como una herramienta en la definición y la elaboración de planes de contingencia para dar solución rápida a la población ubicada en zonas vulnerables que se vea afectada por un evento de lluvia torrencial.

**Palabras clave:** *bondad de ajuste, distribución gumbel, periodo de retorno, interpolación.*

## DELIMITATION OF GEOGRAPHICAL RETURN PERIODS OF ANNUAL RAINFALL IN THE AREA OF BARLOVENTO AND SOTAVENTO OF THE GULF OF MEXICO

Guajardo Panes, Rafael Alberto<sup>1</sup>, Díaz Padilla, Gabriel<sup>1</sup>,  
Sánchez Cohen, Ignacio<sup>2</sup>, Barbosa Moreno, Finlandia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio Experimental Teocelo. Carretera Xalapa-Veracruz Km. 3.5 (Edif. SAGARPA); Colonia Ánimas; Xalapa, Veracruz. [guajardo.rafael@inifap.gob.mx](mailto:guajardo.rafael@inifap.gob.mx); <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CENID-Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Gómez Palacio, Durango; <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valles Centrales. Oaxaca, Oaxaca.

### ABSTRACT

This paper develops a methodological process for the calculation of return periods of annual precipitation in the windward and leeward region of the Gulf of Mexico, the data used were extracted from the database of 147 National Weather Service stations, which were validated and processed for testing goodness of fit nonparametric KolmogorovSmirnov for the Gumbel distribution for each of the seasons, then completed the calculation of probabilities and precipitation levels return periods of 2, 10, 20, 30, 40, 50 and 100 years by the inverse transformation of the distribution in question. From the information point is made the process of interpolation of rainfall possible with Smoothing Thin Plate Spline method for defining contours. In the various images it was observed that the precipitation levels tend to increase as the territory is closer to the coast of the Gulf of Mexico, ie the windward area, and could reach up to 100 and 450 mm while, the closer is the Sierra Madre Occidental and Neovolcanic maximum precipitation levels begin to decrease to between 50 and 100 mm. Another trend is that It can be seen in the region downwind precipitation may occur three times below the maximum expected in parts of windward. This methodology could be used as a tool in defining and developing contingency plans to provide quick solution to the population located in vulnerable areas to be affected by an event of rain.

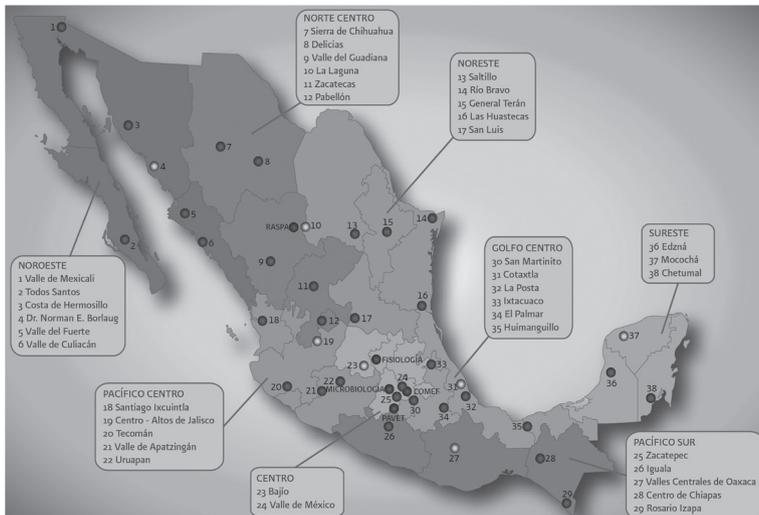
**Key words:** *goodness of fit, gumbel distribution, return period, interpolation.*





Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

## Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



# **Comité Editorial del CENID-RASPA**

**Presidente:** Dr. José Antonio Cueto Wong

**Secretario:** Dr. Miguel A. Velásquez Valle

**Vocales:** Dr. Juan Estrada Ávalos  
M.C. Miguel Rivera González

## **Diseño:**

Ing. Alan J. Servín Prieto

La presente publicación se terminó de imprimir en Julio de 2012 en la imprenta Carmona, Impresores. Calzada Lázaro Cárdenas No. 850, Col. Eduardo Guerra, Torreón, Coahuila.

Su tiraje consta de 500 ejemplares

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-  
ATMÓSFERA**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG

Director

ING. ARMANDO ESTRADA GONZÁLEZ

Jefe de Operación

LIC. FLOR CARINA ESPINOZA DELGADILLO

Jefe Administrativo

**PERSONAL INVESTIGADOR**

Burgos Córdova David Aarón

Catalán Valencia Ernesto Alonso

Cerano Paredes Julián

Constante García Vicenta

Delgado Ramírez Gerardo

Estrada Ávalos Juan

González Barrios José Luis

González Cervantes Guillermo

Inzunza Ibarra Marco Antonio

Macías Rodríguez Hilario

Muñoz Villalobos Jesús Arcadio

Potisek Talavera María del Carmen

Rivera González Miguel

Trucíos Caciano Ramón

Valenzuela Núñez Luis Manuel

Velásquez Valle Miguel Agustín

Villa Castorena María Magdalena

Villanueva Díaz José





Vivir Mejor

[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)  
[www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)  
[www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx)



**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias