



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES Y AGROPECUARIAS**

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION DISCIPLINARIA
EN RELACION AGUA-SUELO-PLANTA-ATMOSFERA**



**MISION
DEL
CENID-RASPA...
ENFOQUES Y ESTRATEGIAS**

Folleto Informativo No. 1

Gómez Palacio, Dgo.

Agosto de 1994.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

Secretario

Profr. Carlos Hank González

Subsecretario de Agricultura

Lic. Ernesto Enriquez Rubio

Subsecretario de Ganadería

M.V.Z. Gustavo Reta Peterson

Subsecretario Forestal

Dr. Manuel Mondragón y Kalb

Subsecretario de Política y Concertación

Lic. Julián Luzanilla Vargas

Subsecretario de Planeación

Lic. Oscar Terroba Garza

Oficial Mayor

Ing. Alfredo Rojas Cabrera

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES
Y AGROPECUARIAS

Vocal Ejecutivo

Ing. Carlos Morales Topete

Vocal División Forestal

Dr. Carlos González Vicente

Vocal División Agrícola

Dr. Ramón A. Martínez Parra

Vocal División Pecuaria

Dr. Everardo González Padilla

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION DISCIPLINARIA
EN RELACION AGUA-SUELO-PLANTA-ATMOSFERA
(CENID-RASPA)

Director

Dr. Carlos Hernández Yáñez

*MISION
DEL
CENID RASPA...*

ENFOQUES Y ESTRATEGIAS

PRESENTACION

La presente publicación pretende dar a conocer al CENID-RASPA como uno de los centros nacionales de investigación disciplinaria con que cuenta el INIFAP. En él se da a conocer la misión, líneas, enfoques y proyectos de investigación en marcha, tratando siempre de mostrar una visión de investigación en riegos continua y de proceso que ayude a entender mejor los problemas por resolver, y que puedan resultar en una recomendación de mayor amplitud en el espacio.

El Director

¿QUE ES EL CENID-RASPA?

El Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera es una institución dedicada al estudio del AGUA y sus implicaciones: ocurrencia, escurrimiento, conservación, almacenamiento, transporte, recuperación y uso. Está integrado por profesionistas capacitados y experimentados, especialistas en varias disciplinas, quienes conjuntan conocimientos y criterios para el desarrollo de actividades mediante acciones de investigación, validación, asesoría y capacitación de ciencia y tecnología en uso y manejo del agua.

MISION.

Desarrollar investigación de vanguardia a través de la generación de conocimiento, metodologías y tecnologías de amplio dominio de recomendación.

LINEAS DE INVESTIGACION.

Por la gran cobertura del área de relación agua-suelo-planta-atmósfera, el **CENID-RASPA** ha establecido líneas prioritarias de investigación, las cuales van enfocadas a subsanar en parte los principales problemas nacionales; dichas líneas son las siguientes:

- Ingeniería de riego
- Agroclimatología
- Captación, conservación y aprovechamiento del agua de lluvia
- Cuencas hidrológicas
- Degradación, recuperación y uso de los recursos naturales
- Modificaciones al ambiente
- Procesos interrelacionados con el agua

PRONOSTICO DE EVENTOS CLIMATICOS

Introducción: El pronóstico de eventos climáticos dañinos a los cultivos -heladas, granizo, tormentas de polvo, etc.-, las necesidades de agua de los cultivos, los niveles críticos de incidencia de plagas y enfermedades, y el crecimiento y desarrollo de las plantas considerando la variación climática, constituyen la información básica para la toma de decisiones en el manejo de los sistemas de producción agrícola.

Objetivos: Desarrollar y evaluar metodologías que permitan el pronóstico de eventos climáticos relacionados con la producción de cultivos.

Antecedentes: Las variables climáticas que más se han tratado de pronosticar son la precipitación y temperaturas para de ahí estimar otras de tipo secundario (evapotranspiración, Et, grados días, energía ambiental, etc.) utilizando diferentes métodos. Así, Hernández (1990) utilizó un modelo autorregresivo (AR) no estacional de primer orden para estimar anticipadamente la Et y uno de tipo cadenas de Markov de dos estados con distribución gamma de dos parámetros para pronosticar la lluvia en oportunidad y cantidad. Aunque esto se hizo diariamente, en la actualidad la misma metodología se está utilizando para hacer estimaciones horarias, utilizando para ello herramientas apropiadas (Figura 1).

Impacto: El desarrollo y/o validación de modelos de pronóstico, aunados a las herramientas actuales de registro de información en tiempo real (estaciones meteorológicas automatizadas) y a las teorías de sistemas de expertos, juntos a la vez, constituirán un

avance en la creación de herramientas de ayuda a la toma de decisiones, no sólo a los manejadores de los sistemas de producción, sino también a los investigadores que buscan una mayor eficiencia de los recursos disponibles.

BIBLIOGRAFIA

Hernández Y., C. 1990. A Time-Series-Based Planning Model for Management of Grass and Beef Production. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah. EUA.

USO Y MANEJO DEL AGUA EN LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DEL NORTE DE MEXICO

Introducción: En todo el mundo, las regiones áridas suscitan temas de interés y de investigaciones enfocadas sobre los diversos aspectos que las caracterizan. Entre estos, la escasez del agua es sin duda uno de los más preocupantes, ya que de este recurso depende la intensidad de acumulación de fitomasa en el ecosistema, base del funcionamiento del resto de los componentes bióticos, incluyendo el hombre.

En el contexto de aridez del Norte de México, el problema de disponibilidad del agua se da de manera permanente y sigue siendo una prioridad cotidiana en los usos agrícola y doméstico de las poblaciones ubicadas en estas regiones. Las zonas afectadas por esta situación abarcan cerca del 60 por ciento de la superficie del país, donde ocurren precipitaciones pluviales de 400 a 500 mm en promedio.

El estudio sistemático de los recursos hídricos superficiales debe ser enmarcado dentro del concepto de cuenca hidrográfica, por lo que el grupo multidisciplinario del CENID RASPA y ORSTOM ha realizado los planteamientos de investigación bajo esta consideración.

Objetivo: El proyecto tiene como principal objetivo definir el potencial hídrico superficial de una región hidrológica del norte de México, desarrollando a su vez metodología que puede ser utilizada en regiones similares. Esto con el fin de plantear propuestas para un uso óptimo del agua en las diferentes

unidades espaciales de escurrimiento (cuencas y subcuencas hidrográficas).

Antecedentes: Una limitante que se tiene en la observación de los fenómenos hidrológicos en grandes superficies lo representa el efecto de escala. A este respecto se han realizado diferentes trabajos que muestran que tanto en suelos desnudos como con cobertura vegetal, la lámina de escurrimiento disminuye al aumentar la superficie de observación (Molinier *et al.*, 1990). Los factores que intervienen en este fenómeno serán evaluados tomando como base el estudio realizado por (Planchon, 1990). Esto con el objeto de realizar una mejor simulación distribuida de los escurrimientos.

En cuanto a la implementación de la modelación de los escurrimientos, se tomará como base el modelo distribuido generado por Bouvier y Rossel (1992), en la cuenca Chalco del Estado de México. El modelo contempla el análisis espacial de los escurrimientos considerando dos aspectos principales: una función de producción (precipitación pluvial), y la función de transferencia (generación de los hidrogramas a partir de una discretización de la cuenca). Este modelo se apoya en un sistema de información geográfica que contiene las diferentes características físicas y bióticas de la cuenca.

Estrategias: Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, que se apoya en un enfoque multidisciplinario evidente, se han planteado las siguientes acciones: Inventario y análisis regional de los factores físicos, bióticos y sociales que rigen la utilización del agua; desarrollo de una base de datos y de un sistema de

información geográfica con fines de simulación del comportamiento hidrológico regional; alternativas de manejo de los recursos hídricos y su evaluación respecto al entorno físico-biótico-social. Este concepto se muestra en la Figura 2.

Impacto: Lograr un desarrollo metodológico para el estudio de grandes unidades hidrográficas regionales del Norte de México, de tal manera que permita una mejor planeación y uso de los recursos hídricos disponibles. De la misma manera, se espera una mayor y mejor formación de recursos humanos en las áreas de conceptualización de procesos y herramientas útiles en la investigación-planeación de los recursos.

BIBLIOGRAFIA

- Bouvier, C. y F. Rossel. 1992. Maillage Elémentaire Régulier Carré pour l'Etude Des Ecoulements Superficiels. ORSTOM.
- Molinier, M.; J.C. Leprun y P. Audry. 1990. Effet d'Echelle Observe Sur le Ruissellement Dans le Nordeste Bresilien. SEMINFOR 4: Le Transfert d'Echelle. Ed. ORSTOM.
- Planchon, O. 1990. Transferts d'Echelle et Etude des Ecoulements de Surface sur une Pente. SEMINFOR 4: Le Transfert d'Echelle. Ed. ORSTOM.

ESTUDIOS DE PROCESOS FISICOS EN SUELOS AGRICOLAS

Introducción: A nivel nacional se estima que el 80 por ciento de los suelos bajo sistemas agrícolas intensivos (Figura 3) se encuentran afectados por problemas de erosión-compactación a causa de una mal manejo de la interacción suelo-agua-planta-maquinaria.

Objetivo: Caracterizar y estimar las variables que rigen la compactación de los suelos agrícolas bajo diferentes condiciones de manejo.

Antecedentes. Con el fin de llegar a manejar la compactación del suelo dentro de un sistema de producción, en vez de simplemente cambiarla, Schafer *et al.* (1992), establecen las siguientes líneas de investigación como prioritarias: desarrollo de métodos de predicción de las fuerzas tanto externas como internas del sistema, desarrollo de estándares de manejo y desarrollo de sistemas que incluyan el uso de la interacción compactación-cultivo.

Estrategias: Para lograr el objetivo planteado el proyecto se ha dividido en acciones de instrumentación e implementación de metodologías, estudios de la interacción agua-suelo y modelación del proceso.

Impacto: Además del impacto científico o de conocimiento que tendrá este proyecto, también se verá reflejado en el manejo del 80 por ciento de los suelos agrícolas degradados por efecto de la maquinaria usada, lo que indudablemente repercutirá en una mayor producción del sistema y conservación del suelo y el agua.

BIBLIOGRAFIA

Schafer, R. L.; C. E. Jhonson; A. J. Koolen; S. C. Gupta y R. Horn. 1992. Future Research Needs in Soil Compaction. TRANSACTION of the ASAE, 35(6) 1761-1768.

CONTAMINACION SALINA EN LA AGRICULTURA

Problema a Resolver: En México los estudios sobre salinidad de aguas y suelos agrícolas se han llevado a cabo en varias instituciones (SARH, UACH, CP, UAAAN, UANL...), con diferentes enfoques (origen, extensión y manejo), y con una continuidad generalmente limitada; los logros de estas investigaciones han sido insuficientes ante el aumento acelerado de las superficies agrícolas afectadas por la contaminación salina (Figura 4) y ante el deterioro de la calidad de aguas y suelos. Cerca de 600,000 hectáreas presentaban en 1982 este problema (SARH-INIFAP, 1984), de las cuales más del 70 por ciento están localizadas en la zona norte del país.

La necesidad de un control y seguimiento más estrecho de los problemas de contaminación salina en las regiones agrícolas del país, y especialmente la salvaguarda del deterioro en la calidad de los recursos agua y suelo, ha impulsado la realización de este proyecto y la integración de un equipo de trabajo en el seno del INIFAP.

Objetivos: Ampliar el conocimiento científico sobre el funcionamiento de agroecosistemas afectados por la salinidad y generar tecnología de punta, para validarse y transferirse a los usuarios con el propósito de controlar y reducir los problemas de contaminación salina, y hacer un uso racional sin deterioro de los recursos agua, suelo y planta.

Antecedentes: Desde el punto de vista científico, los estudios sobre contaminación salina han evolucionado del inventario, la observación y caracterización de los hechos, al estudio de procesos y de funcionamiento de sistemas naturales o transformados por el hombre (Pedro, 1991). Así, en la actualidad se están incrementando tanto los estudios ecofisiológicos de salinidad como los de evolución espacial y temporal de los procesos responsables de la contaminación salina; (González-Barrios, 1992; Szabolcs, 1994); ecofisiología de cultivos tolerantes a salinidad y de simulación numérica del comportamiento de agroecosistemas afectados (Wagenet y Huston, 1987; Prendergast, 1993).

Estrategias: Para el cumplimiento de los objetivos se desarrollarán acciones de investigación básica, aplicada y de transferencia de tecnología. El primer caso será justificado cuando en el acervo del conocimiento exista insuficiente información específica del problema a investigar y que dicha investigación contribuya a resolver un problema prioritario, de acuerdo al quehacer del INIFAP.

Las propuestas de investigación aplicada deberán apoyarse en resultados y recomendaciones de investigaciones básicas emanadas del proyecto o reportadas en la bibliografía nacional e internacional. Los resultados y recomendaciones de la investigación aplicada deberán ser, a su vez, base de las propuestas de transferencia tecnológica.

Siguiendo la estrategia anterior, en la actualidad existen cinco subproyectos que cubren acciones de estudios de proceso, interacción fertilidad-salinidad, modelación de la respuesta de las

plantas a la salinidad, lavado de suelos y tolerancia de los cultivos a la salinidad.

Impacto: La realización de un proyecto de esta envergadura se espera tenga repercusiones científicas en la concepción ecofisiológica del problema, en la formación de recursos humanos y en la recuperación para su uso de las 600,000 hectáreas afectadas por salinidad que existen en el país.

BIBLIOGRAFIA

- González-Barrios, J. L. 1992. Eaux d'irrigation et salinité des sols en zone aride Mexicaine. Thèse Doctorat Univ. Montpellier France. 316p.
- Munns, R. 1993 Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, cell and Env.* 16: 15-24
- Pedro, G. 1991. Cah. ORSTOM Sér. Pédol., Vol XXVI No. 4, 295-296, Paris
- Prendergast, J. D. 1993. A model of crop response to irrigation water salinity: Theory, testing and application. *Irrig Sci.* 13: 157-164.
- Szabolcs, I. 1994. Prospects of soil salinity for the 21st. century. X. Transactions of the XV WCSS Vol.1 123-142
- Wagenet, R. J. and J. Huston. 1987. LEACHM-Leaching estimation and chemistry model. Continuum 2. Water Res., Inst. Cornell Univ. Ithaca N.Y.

MODELACION DE LA RELACION CONTAMINANTE-SUELO-AGUA SUBTERRANEA EN DIFERENTES ZONAS AGRICOLAS DE MEXICO

Introducción: La contaminación del aire, suelo y agua es un fenómeno de actualidad. En efecto, la industria, por medio de los mono y dióxidos emitidos de sus fábricas, el uso de sustancias tóxicas en la agricultura y por las aglomeraciones humanas, se ha causado una contaminación creciente en muchos países. Por la concepción del problema, no cabe duda que la contaminación es un fenómeno sobre el cual se pueden encontrar muchas soluciones, de acuerdo a la visión que se tenga.

En realidad, al aplicar un agroquímico (Figura 5) ya sea fertilizante, mejorador de suelo o pesticida, una parte de éste se volatiliza, otra se toma por la planta y el resto se fija en el suelo o se infiltra y llega hasta las aguas subterráneas. Sabiendo por un lado que los agroquímicos son tóxicos para el hombre y muchas especies benéficas y que, por otro lado, la mayor parte de la población de México satisface su necesidad de agua en los acuíferos subterráneos, los estudios de la infiltración de los agroquímicos a través del suelo y hacia las profundidades constituyen una necesidad.

En consecuencia, el CENID-RASPA por medio del presente proyecto, y como complemento a la política del Manejo Integrado de Plagas (MIP) del INIFAP, pretende monitorear la concentración de algunos agroquímicos en las aguas de los acuíferos de diferentes zonas agrícolas de México, iniciando con la Comarca Lagunera, con el fin de modelar el fenómeno de su infiltración. En efecto, existen diferentes modelos (ecuaciones)

matemáticos que describen el proceso de infiltración de los agroquímicos en el Sistema Suelo-Agua; todo lo que se necesita pues es ajustarlos a la situación de cada una de las zonas a estudiar para poder tener un modelo validado, lo cual permitirá la predicción de la contaminación; en otras palabras, una planeación mejor del uso y manejo de los agroquímicos en la República Mexicana.

Objetivos: Diagnosticar, bibliográficamente e *in situ*, la interacción contaminante-suelo-agua subterránea en las zonas planeadas para una agricultura intensiva en la República Mexicana (caso Región Lagunera).

Elaborar los estándares de manejo de los sistemas de producción en cuanto a la interacción contaminante-suelo-agua subterránea.

Antecedentes: La lixiviación de cualquier agroquímico utilizado en la agricultura depende, generalmente, de tres grupos de factores y sus interacciones: las propiedades físico-químico-biológicas del producto, las características pedo-geo-hidro-climatológicas del agro-ecosistema y finalmente, las prácticas agrícolas. Por lo complicado que resulta el investigar esta amplia interacción, recientemente se han enfocado acciones hacia el uso de modelos de simulación como herramienta para tal fin. Los modelos más conocidos son: el GLEAMS (GLEAMS, 1993), el HELP (Schroeder *et al.*, 1984; citado por Barnes & Rodgers, 1987), el LEACHM (Wagenet and Hutson, 1987) y el CMLS (CMLS, 1987), MOUSE y el PRZM (citados por Ranjha *et al.*, 1987).

Estrategias: De acuerdo con los objetivos y metas, para llevar a cabo el presente proyecto se harán tres tipos de diagnóstico:

preliminar, in situ y simulación. El diagnóstico preliminar se realizará por medio de un estudio bibliográfico y entrevistas a los usuarios. La parte in situ se hará tomando como base tanto la información ya generada por la SARH como la que se espera generar a través del desarrollo del proyecto. Y finalmente, utilizando la información generada durante el diagnóstico in situ se realizará una simulación usando un modelo apropiado. Como salida principal del proyecto se espera la elaboración de los estándares de manejo en los sistemas de producción.

Impacto: El presente proyecto tendrá como resultado a su realización en las zonas de agricultura intensiva varios impactos; los potenciales de ellos son el ecológico y el de la producción. Respecto al impacto ecológico, la optimización del uso y manejo de los agroquímicos con el fin de minimizar su cantidad lixiviada hará, junto con los estándares de manejo, que los sistemas de producción agrícola sean menos contaminantes. En cuanto al impacto económico sobre la producción, los estándares de manejo resultantes tomarán en cuenta que el cultivo aproveche al máximo los agroquímicos aplicados y así obtener un mejor rendimiento.

BIBLIOGRAFIA

Barnes, F. J. and J. C. Rodgers. 1987. Hydrologic modeling of water storage in landfill cover systems. Proceeding of the International Conference on Measurement of Soil and Plant Water Status. Utah State University. July 6-10, 1987. Vol. I:173-182.

- CMLS. 1987. Chemical Movement in Layered Soils. Computer Simulation Model. Versión 4. Copyright 1987 by the Institute of Food and Agricultural Sciences of the University of Florida.
- GLEAMS. 1993. Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems. Computer Simulation Model. Versión 2.03. Copyright 1987 by the USDA-ARS and the University of Georgia.
- Ranjha, A. Y.; R. C. Peralta; A. M. Requena; H. M. Deer; M. Esteshami; R. Hill and W. R. Walker. 1992. Best management of pesticide-furrow irrigation systems. *Irrig. Sci.* 13:9-14.
- Schroeder, P. R.; J. M. Morgan; T. M. Walski and A. C. Gibson. 1984. The hydrologic evaluation of landfill performance (HELP) model. Vol. I and II. EPA/530-sw-84-010 U. S. Environment Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC.
- Wagenet, R. J. and J. L. Hutson. 1987. LEACHM: Leaching Estimation and Chemistry Model. Vol. 2. Water Resources Institute Continuum, Center for Environment Research, Cornell University, Ithaca, N.Y. 80pp.

NUTRICION VEGETAL

Introducción: Aunque no toda la superficie que actualmente se cultiva en el país se fertiliza, en la que se efectúa, en una parte se subaplica y en otra se sobredosifica provocando un sobre gasto de inversión y una probable contaminación del medio. Una forma de evitar lo anterior es generar recomendaciones de manejo de fertilizantes que lleven a una mejor utilización de los mismos.

Objetivo: Desarrollar y/o validar modelos de demanda, disponibilidad y manejo de nutrimentos acorde al entorno fisisco-biológico.

Antecedentes: Las interacciones implícitas en la relación agua-suelo-planta-nutrimento son tan complejas que la forma de entenderlas conjuntamente es a través de modelos de simulación como LEACHM (Wagenet and Hutson, 1987), el cual aborda el movimiento de solutos (nitrógeno) como un continuum, utilizando para ello la solución de la ecuación de Richard (Watts y Hanks, 1978).

Estrategias: Para el logro del objetivo planteado, el proyecto se diseñó abordando el problema como una relación existente entre demanda-oferta-manejo del nutrimento, en donde la primera es una función del tipo de planta y clima, la segunda, función del suelo y el agua, mientras que el manejo es función de la decisión del hombre, pero que afecta a los dos conceptos anteriores en mayor o menor grado. En las Figuras 6 y 7 se muestra la secuencia de investigación y manejo en el proyecto.

Impacto: Con una visión de este tipo, se logrará hacer un uso más eficiente y racional de los nutrientes, buscando maximizar los rendimientos y la productividad, sin deteriorar el entorno ecológico.

BIBLIOGRAFIA

- Wagenet, R. J. and J. L. Hutson. 1987. LEACHM: Leaching Estimation and Chemistry Model. Vol. 2. Water Resources Institute Continuum, Center for Environment Research, Cornell University, Ithaca, N.Y. 80pp.
- Watts, D. C. y R. J. Hanks. 1978. A Soil-Water-Nitrogen Model for Irrigated Corn on Sandy Soils. Soil Soc. Am. J. 42: 492-499.

SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES PARA LA AGRICULTURA DE MEXICO Y EL SURESTE DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Introducción: La conservación de los recursos naturales para la agricultura y protección del ambiente son metas de alta prioridad tanto para México como para los Estados Unidos de América. Por lo anterior, la importancia de este proyecto para ambos países radica en el enlace de sus objetivos de investigación hacia la conservación de los recursos agrícolas y de su medio ambiente.

Ojetivo: Desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la conservación de los recursos naturales, implícitos en los sistemas agrícolas.

Antecedentes: La teoría de la toma de decisiones multiobjetivo es un método de evaluar prácticas alternativas de manejo, utilizando para ello la estandarización de variables (Lane *et al.*, 1991; Stone, *et al.*, 1993). Cuando el aspecto económico, y el criterio de la óptima conservación de los recursos está presente, el método adquiere el nombre de Sistema para el Soporte de Decisiones.

Un sistema de ayuda en el proceso de la toma de decisiones para los recursos naturales, esta compuesto "principalmente" por: un modelo de decisión, el cual se basa en teoría multiobjetivo para toma de decisiones; un modelo de simulación, el cual parametriza las variables de decisión; y una interface con el usuario, la cual es el controlador del sistema (Heilman *et al.*, 1993; Stone, *et al.*, 1993).

Estrategias: La estrategia de trabajo en este proyecto se basa en la conjunción de la teoría multiobjetivo (económico, social, físico, cultural y medio ambiente), y los sistemas de toma de decisiones como soporte hacia la obtención del objetivo planteado.

Impacto: Con el desarrollo de este proyecto se espera establecer las normas básicas para el manejo de los recursos naturales en los sistemas agrícolas del Norte de México y del Sureste de los Estados Unidos.

El siguiente mapa muestra los lugares donde se desarrollan actividades correspondientes al proyecto:



Ubicación de los sitios de acción del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- Stone, J.; D. Yakowitz and L. Lane. 1993. Overview of the Prototype Decision Support System. A prototype Decision Support System for the USDA Water Quality Initiative. Southwest Watershed Research Center. USDA-ARS, Tucson Az.
- Lane, J.; J. Ascough and T. Hakonson. 1991. Multiobjective Decision Theory-Decision Support Systems with Embedded simulation Models. Irrigation and Drainage Proceedings. Honolulu, Hi. pp 445-451.
- Heilman, P.; D. Yakowitz; J. Stone; L. Kramer; L. Lane and B. Imam. 1993. An Exploration of the Economics of Farm Management Alternatives to Improve Water Quality. Proceedings of ASAE Conference on Application of Advanced Information Technologies for Management of Natural Resources.

LOCALIZACION.

El CENID-RASPA se localiza en el km 6+500 margen derecha del Canal Sacramento en el Municipio de Gómez Palacio, Durango, situado entre los paralelos $25^{\circ}30'$ y $26^{\circ}00'$ de latitud norte y $104^{\circ}00'$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,135 msnm, con clima desértico, temperatura media anual de 20.01°C y precipitación pluvial de 237.4 mm.





Figura 1. Herramientas avanzadas para registro climático.

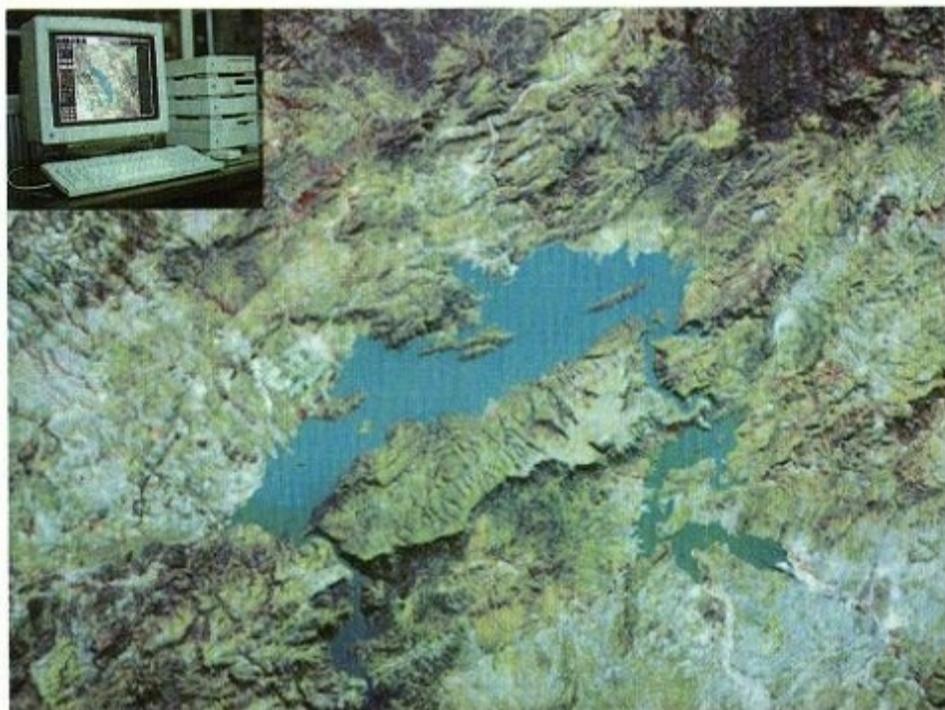


Figura 2. Vista parcial de la cuenca del Río Nazas.

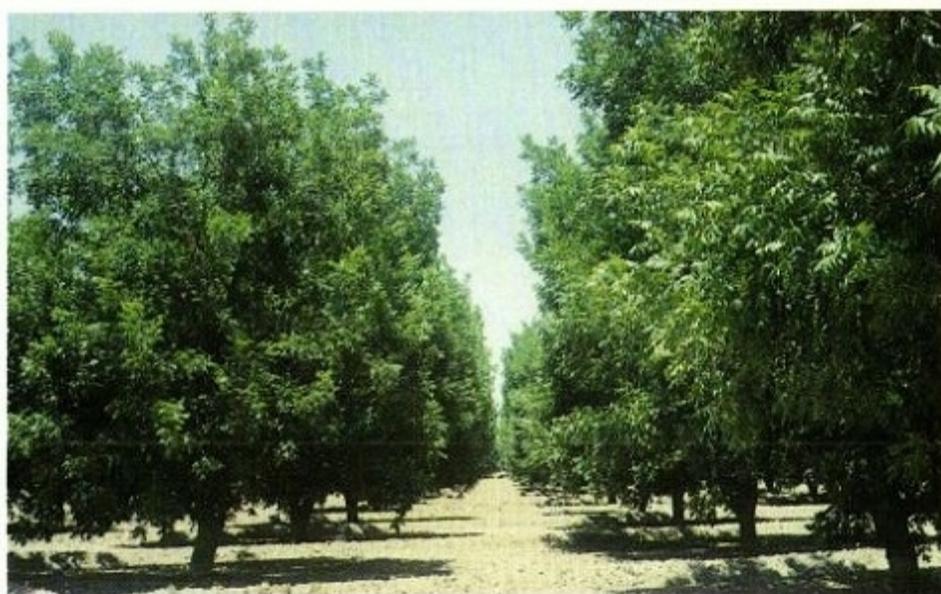


Figura 3. Suelos degradados por agricultura intensiva.



Figura 4. Suelos contaminados por sales.

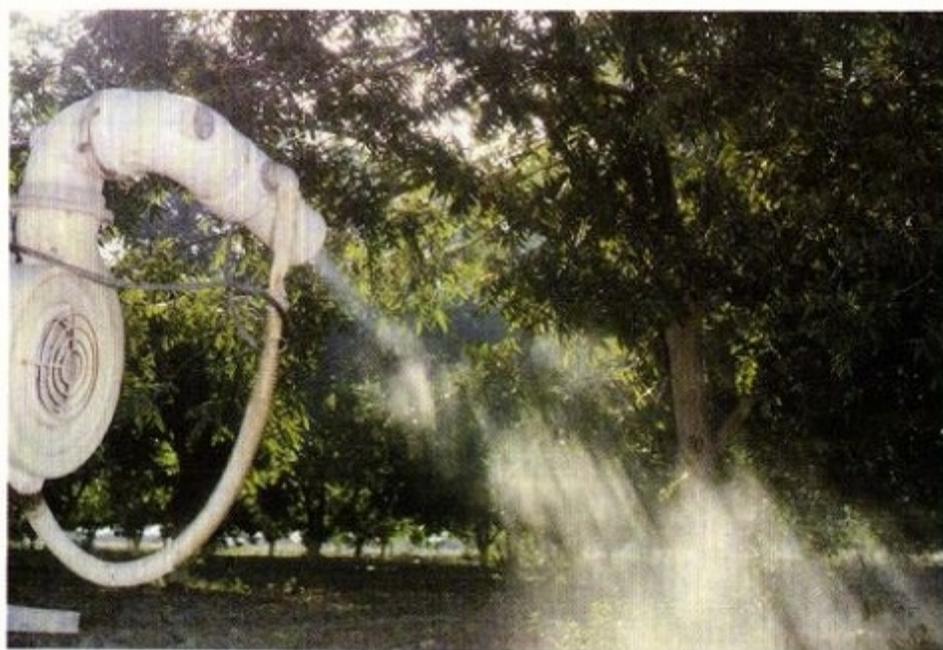


Figura 5. Práctica de aplicación de agroquímicos.

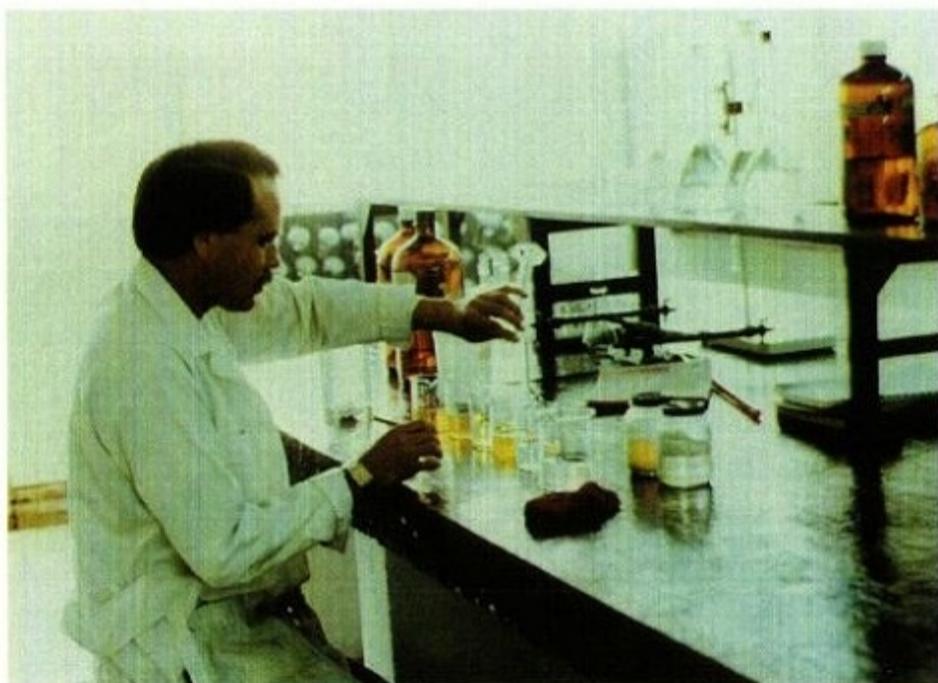


Figura 6. Determinación de nutrimentos en laboratorio.



Figura 7. Manejo de nutrimentos en campo.

RESPONSABLES DE PROYECTO:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Dr. José Luis Gonzalez Barrios</i> | <i>Contaminación Salina en la Agricultura.</i> |
| <i>M.C. Juan Estrada Avalos</i> | <i>Uso y Manejo del Agua en las Cuencas Hidrográficas del Norte de México.</i> |
| <i>M.C. Leopoldo Moreno Díaz</i> | <i>Pronóstico de Eventos Climáticos.</i> |
| <i>Dr. Jamiel Achik Achik</i> | <i>Modelación de la Relación Contaminante Suelo-Agua Subterránea en Diferentes Zonas Agrícolas de México.</i> |
| <i>Ing. Ernesto Romero Fierro</i> | <i>Nutrición Vegetal.</i> |
| <i>M.C. David García Arellano</i> | <i>Estudios de Procesos Físicos en Suelos Agrícolas.</i> |
| <i>Dr. Carlos Hernández Yáñez</i> | <i>Sostenibilidad de los Recursos Naturales para la Agricultura de México y el Sureste de los Estados Unidos.</i> |

Edición:

Ing. Raquel Anguiano Gallegos
Difusión Técnica

*IMPRESO EN LOS TALLERES TIPOGRAFICOS
LAZALDE DE LA CD. DE TORREON, COAH.*

EDICION DE 1000 EJEMPLARES

AGOSTO DE 1994.

