



Terra

Organo Oficial de Divulgación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.

Año 1

Septiembre-Octubre 1983.

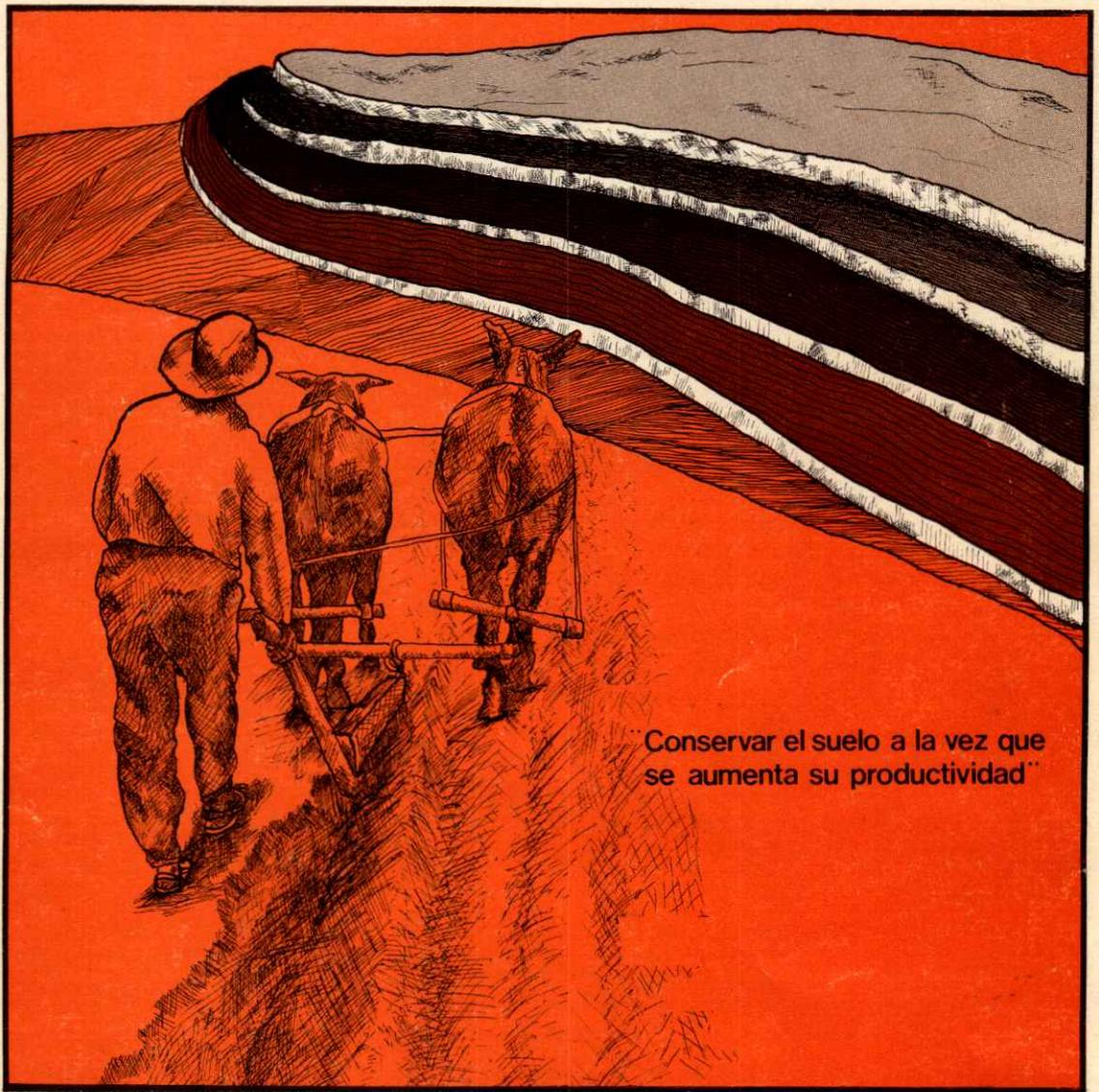
Número 1

- Reseña del XV Congreso Nacional

- Antecedentes de la promulgación de la Ley de Conservación del Suelo y Agua (1946)

- Diagnóstico sobre el estado de erosión en México

- Perspectivas técnicas sobre la productividad en los suelos de México



“Conservar el suelo a la vez que se aumenta su productividad”

- Proposición del procedimiento para la participación del SMCS en la elaboración de una nueva ley para la Conservación, Uso y Manejo del Suelo y Agua

- Artículos Científicos

- Conclusiones de las divisiones

SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA
DEL SUELO, A. C.

Mesa Directiva 1982-1984

Presidente

DR. ANTONIO TURRENT FERNANDEZ

Vicepresidente

M.C. ALEJANDRO TRUEBA CARRANZA

Secretario General

DR. BENJAMIN PEÑA OLVERA

Tesorero

ING. JORGE VILLARREAL GONZALEZ

Secretario Técnico

ING. OSEAS FERNANDEZ MARROQUIN

Secretario de Relaciones Públicas

DR. EVERARDO ACEVES NAVARRO

Secretario de Eventos Internacionales

M.C. GILDARDO CARMONA

Primer Vocal

ING. ANTONIO VELAZQUEZ HERNANDEZ

Segundo Vocal

EVODIO BOTELLO

Comité Editorial

M.C. Alejandro Trueba Carranza, Presidente

Ing. Rubén Guajardo Viera, Presidente de División

Dr. Enrique Palacios Vélez, Presidente de División

Dr. José Isabel Cortés Flores, Presidente de División

M.C. Héctor R. Becerril Toral, Presidente de División

Dr. Nicolás Sánchez Durón, Presidente Fundador

Srita. Gloria del Carmen Colorado F., Asesor Técnico

"Terra". Registro en trámite. Organismo Oficial de Divulgación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Año 1, número 1. Septiembre-Octubre de 1983. Los artículos firmados son de responsabilidad absoluta del autor.

Se autoriza la reproducción parcial o total del contenido de esta revista, citando esta fuente de información.

SMCS. Apartado postal 45, C.P. 56230. Chapingo, Estado de México. Tel. 585-45-55, Ext. 5237.

INDICE

¿Por qué Terra?	1
Presentación	2
Toma de Posesión de la Mesa Directiva 1982-1984	3
Reseña del XV Congreso Nacional	4
Marco conceptual del XV Congreso	
Antonio Turrent Fernández	5
Diagnóstico sobre el estado actual de la erosión en México	
Ricardo García Lagos	11
Antecedentes de la promulgación de la Ley de Conservación del Suelo y Agua, de 1946	
Rafael Bifano Bautista	15
Perspectivas Técnicas sobre la Conservación y Productividad de los Suelos de México	
Mario Martínez Ménez	24
Proposición del procedimiento para la participación de la SMCS en la elaboración de una nueva ley para la conservación del suelo y agua	
Everardo Aceves Navarro	31
Conclusiones de la División de Metodologías y Diagnóstico del recurso suelo	
Rubén Guajardo Viera	33
Conclusiones de la División de Relaciones Suelo Vegetación	
Enrique Palacios Vélez	34
Conclusiones de la División de Aprovechamiento del recurso suelo	
José Isabel Cortés Flores	35

Artículos Científicos

División I	
Efecto de la lluvia sobre la estructura de suelos labrados	37
Comparación de seis métodos para la determinación de capacidad de campo en suelos del Campo Experimental CENAMAR, Región Lagunera, Coah. y Dgo.	44
División II	
Empleo del análisis de nitrógeno en el fruto de limón mexicano (<i>Citrus aurantifolia</i> , swingle) como un estimador de la producción	52
Reversibilidad de los efectos de las sales sobre el cultivo de jitomate (<i>Lycopersicon Esculentum</i>)	57
División III	
Avances de un prototipo de explotación agropecuaria en pequeño en el altiplano de México	66
El potencial del sistema de cultivos múltiples como una alternativa de producción	74
Les hemos comunicado	84

¿POR QUE TERRA?

La palabra latina **Terra**, que identificará a esta revista como el órgano oficial de divulgación de nuestra Sociedad tiene el significado amplio que reúne al suelo, al clima y la biota, así como a factores antropocéntricos como la distancia a los centros de actividad económica, la infraestructura y otros, todos ellos relacionados de manera directa o indirecta con las actividades de nuestra Sociedad. Además, la selección de un vocablo en latín y no otro de origen autóctono del Náhuatl, Olmeca o Maya, tiene el propósito de ampliar la perspectiva de las actividades de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, para buscar la interacción del nivel científico a escala universal. Esta búsqueda de la universalidad, por ningún motivo debe estar reñida con el espíritu nacionalista de servicio con que fue creada esta Sociedad; más bien lo que buscamos es la universalidad de lo mexicano a través de la proyección de sus valores y de sus anhelos intrínsecos por el camino de la ciencia.

SOCIEDAD MEXICANA DE LA
CIENCIA DEL SUELO
BIBLIOTECA

PRESENTACION

Aun cuando los estatutos en vigor de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo dictamina que el órgano editorial oficial, habrá de ser una revista científica, y no obstante que la producción científica de los socios ha sido copiosa, casi desde su fundación, no se habían presentado sino hasta ahora, las condiciones necesarias para su realización. Varios son los requisitos que han de cumplirse para que dicho mandato sea obedecido a cabalidad. Entre tales requisitos figuran, obviamente (a) el material científico de calidad, en cantidad suficiente para alimentar un flujo permanente; (b) una capacidad económica mínima para realizar el proceso de revisión y corrección de los artículos científicos, tanto en su forma como en su contenido, así como poder imprimir la revista; (c) un comité editorial que asuma con responsabilidad su papel; (d) una mesa directiva que inicie y mantenga con decisión este proceso.

Casi todos estos requisitos han sido satisfechos durante la actual gestión directiva, excepto por la formalización del comité editorial. La premura de tiempo para esta publicación, que habría de lograrse antes del XVI Congreso Nacional, obligó a la Mesa Directiva a asumir la responsabilidad de la selección y revisión de las ponencias que en éste y los dos siguientes números aparecerán, y decidió iniciar la publicación de TERRA, con material del expuesto en el XV Congreso Nacional, así como con las conclusiones de las divisiones en que se reagruparon las diecisiete que anteriormente existían. El material contenido en este primer número se ha organizado buscando el balance entre las Divisiones de (I) Diagnóstico, Metodología y Evaluación, (II) Suelo-Clima-Biota, (III) Aprovechamiento del Recurso Suelo y (IV) Enseñanza y Asistencia Técnica, en que está estructurada nuestra Sociedad, aunque desafortunadamente no contamos, a la fecha de esta impresión, con alguna ponencia de la División de Enseñanza y Asistencia Técnica, lo que refleja la escasa atención que hemos concedido en el pasado a esas disciplinas. Es sin embargo nuestra intención, corregir esa tendencia, ya que las posibilidades de crecimiento de nuestra Sociedad, tanto como las de servir eficientemente al país, en mucho dependen del desarrollo vigoroso de esa División. La búsqueda de balance entre divisiones, será entonces una norma a que se ajusten los próximos números de esta revista.

Esperamos que durante la celebración del XVI Congreso Nacional, sea formalmente integrado e instalado nuestro comité editorial y, para esto, habremos de aprovechar la ocasión en que se reúna la mayoría de nuestros socios, para definir la lista de correctores técnicos, así como para fijar los mecanismos mínimos que permitan el buen desempeño del comité editorial.

A partir del cuarto número de la revista, el material científico presentado por los socios en los congresos nacionales y entregado a la Mesa Directiva, será la materia prima de base con la que se publique nuestra revista, que será bimensual. Habrán de existir dos criterios para la selección de artículos científicos que envíen los socios: uno será aplicado a su presentación en alguno de nuestros congresos y el segundo, más severo por razones obvias, ya que será el Comité Editorial quien decida si un artículo satisface las condiciones mínimas que se establezcan o no. En el futuro mediato, no será necesario que el material a publicar haya sido presentado previamente en algún congreso, pero sí será requisito indispensable que el autor principal pertenezca a alguna de las categorías de socios de nuestra organización.

En cuanto a las finanzas relacionadas con la publicación de nuestra revista, como estamos en la primera de sus etapas, que no es autofinanciable, hemos solicitado apoyo para continuar con su publicación. Estamos seguros que con la lectura, participación y divulgación de todos los que formamos esta Sociedad, lograremos el prestigio que requiere su autofinanciamiento. Esperamos que nuestra TERRA alcance, en su madurez, la independencia económica que la garantice como un órgano de información al servicio de la sociedad en lo general. Como iniciadora de la revista, correspondió a la actual Mesa Directiva el honor de haber escogido su nombre, así como su tiraje inicial y la periodicidad de su aparición, que deseamos satisfaga a todos.

SOCIEDAD PERUANA DE LA
CIENCIA DEL SUELO
BIBLIOTECA

TOMA DE POSESION DE LA MESA DIRECTIVA 1982-1984



El martes 3 de agosto de 1982, a las 8:00 hrs., en Sesión-Desayuno verificada en el "Salón Carnaval" del Hotel "El Diplomático", con la presencia de 112 asistentes, se llevó a cabo la ceremonia de toma de posesión a la Directiva electa, que preside el Dr. Antonio Turrent Fernández.

El C. P. Mario Highland Gómez, Subsecretario de Planeación, en representación personal de Don Francisco Merino Rábago, Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos, tomó la protesta a la nueva Mesa Directiva que fungirá el período 1982-1984.

La Mesa Directiva entrante de la Sociedad, asume sus funciones en acato a la decisión electoral de sus miembros, quienes así lo dispusieron por votación de 347 votos a favor, contra 45 en contra, que recibió la planila encabezada por el Ing. M. C. Jorge Leonardo Tovar Salinas.

Durante su intervención, el C. P. Highland Gómez resaltó la importancia del mejor uso de la tierra y el agua, como elementos necesarios para el desarrollo de nuestro país, ya que con ello se puede mantener un ritmo vigoroso en la producción de alimentos. A la vez, exhortó a los integrantes de

la Sociedad a seguir trabajando unidos y evitar estériles discusiones, para de esa forma ser más útiles a los campesinos mexicanos.

El Dr. Sabino Chávez Ruiz, presentó el informe de actividades realizadas en el bienio 1980-1982, entre las cuales destacan la realización de conferencias en sesiones ordinarias, mesas redondas para el análisis del desarrollo de transferencia de tecnologías, la participación de la Sociedad en actividades de enseñanza e investigación, así como la organización de 2 Congresos Nacionales, verificados en las Ciudades de Toluca, Estado de México y San Luis Potosí, S. L. P. En su informe financiero, el Dr. Chávez Ruiz manifestó que recibió al inicio de su gestión, la cantidad de \$5,367.00, y el saldo final que entrega a la nueva Mesa Directiva es de \$47,585.00, más un patrimonio de \$156,000.00 por cuotas de socios vitalicios.

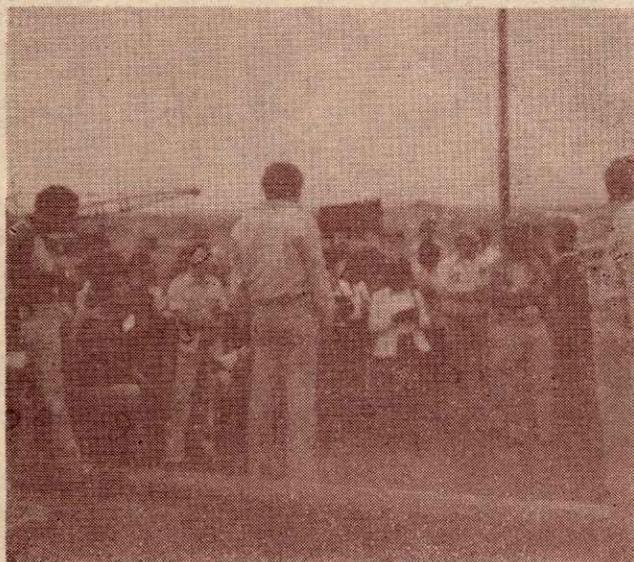
El Dr. Antonio Turrent Fernández en el uso de la palabra, presentó ante la concurrencia a los integrantes de la nueva Mesa Directiva, hizo un análisis de la problemática alimentaria actual y presentó su programa de trabajo, entre el que destacó la organización y consolidación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, los servicios a sus socios y el compromiso de establecer un órgano informativo a través del cual se divulguen los trabajos destacados de sus socios y se estreche la comunicación entre sus miembros, esfuerzo que ahora se cristaliza con la revista TERRA.



RESEÑA DEL XV CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO (SMCS)

Durante los días del 22 al 25 de noviembre de 1982, fue celebrado nuestro Décimo Quinto Congreso Nacional en las Instalaciones del Instituto Nacional de Productividad (INAPRO) en la Ciudad de México.

La Ceremonia de Inauguración, el lunes 22 fue presidida por el Dr. Nicolás Sánchez Durán, quien fuera el Primer Presidente de la S.M.C.S., acompañado por los también Expresidentes Dr. Sabino Chávez Ruiz y Dr. Horacio Hernández, asimismo en el presidium se contó con la asistencia de los doctores Ricardo García Lagos, Director General de Conservación del Suelo y Agua y Benjamín Figueroa Sandoval, en representación del Director General del Colegio de Postgraduados así como los integrantes de la Mesa Directiva en funciones.



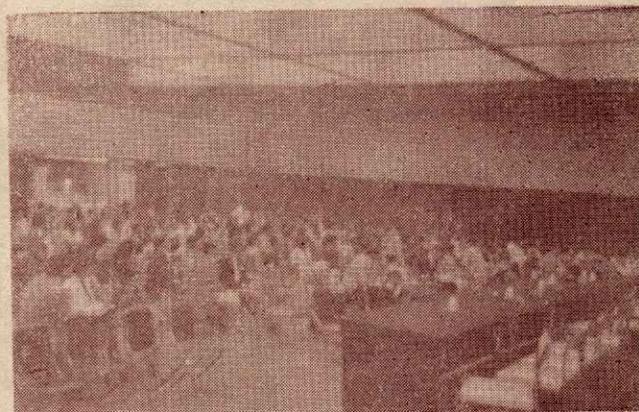
"DIAGNOSTICO SOBRE LA EROSION EN MEXICO", presentada por el Dr. Ricardo García Lagos; "ANTECEDENTES DE LA PROMULGACION DE LA 'LEY DE CONSERVACION DE SUELOS PROMULGADA EN 1946'", por el Ing. Rafael Bifano Bautista y "PERPESTIVAS TECNICAS SOBRE LA CONSERVACION Y PRODUCTIVIDAD Ante la asistencia de 350 Congressistas, se iniciaron las actividades con la lectura de tres Conferencias Plenarias cuyos temas fueron:

DE LOS SUELOS EN MEXICO", por el Dr. Mario Martínez, Menez las cuales se publican en este primer número de TERRA.

Las actividades académicas se desarrollaron con 150 ponencias clasificadas de la siguiente manera: 3 plenarias, 135 regulares y 12 de frontera.

Referente a las ponencias denominadas regulares, éstas se presentaron dentro de las Mesas de Trabajo en cuatro divisiones: 32 en la División de Diagnóstico. Metodologías e Investigación; 22 en la División de Relaciones Suelo-Vegetación; 79 en la División de Aprovechamiento del Recurso Suelo y 2 en la División de Educación y Asistencia Técnica.

Una preocupación constante de la Mesa Directiva de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo es la de mantener actualizado el Padrón de Socios, por lo que se distribuyó una hoja codificada y se logró obtener información de 345 miembros. La Ceremonia de Clausura el miércoles 24, estuvo presidida por el Dr. Ricardo García Lagos en re-



presentación personal del Sr. Francisco Merino Rábago, Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Durante la ceremonia, los Presidentes de División dieron a conocer las conclusiones de las Mesas de Trabajo. A continuación se dio lectura a la solicitud del Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca en la voz del Ing. Héctor René Becerril Toral, su Director General, para solicitar que fuera esa Institución la Sede del XVI Congreso Nacional. Dicha solicitud fue aprobada por unanimidad de los 235 socios que asistieron al Evento de Clausura.



MARCO CONCEPTUAL DEL XV CONGRESO

Dr. Antonio Turrent Fernández
Presidente de la SMCS

El recurso más escaso con que cuenta nuestro sector agrícola es el de la tierra de labor **per cápita**. En la actualidad se dispone de un tercio de hectárea para cada habitante, que hacia fines de siglo, debido al crecimiento demográfico, se convertirá en un quinto de hectárea, como en el Asia contemporánea. Además, dos de cada tres hectáreas dedicadas a los cultivos de ciclo corto, tienen pendientes de más del cuatro por ciento, lo que las hace susceptibles al proceso de erosión hídrica.

En el año de 1946 se promulgó nuestra primera Ley de Conservación de Suelos y Aguas, lo que dio origen a la Dirección General de Conservación de Suelos y Aguas de la ahora Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Esta institución habría de asumir el papel del brazo técnico del ejecutivo para lograr la protección de nuestros suelos. Desafortunadamente, el proceso que dio origen a la citada Ley, se quedó corto al no culminar con su reglamentación y, de esta manera el Estado dejó pasar la oportunidad de efectivamente intervenir para la protección de nuestro recurso agrícola más escaso. Como resultado, en la actualidad poco se conoce sobre el grado de deterioro de nuestros suelos agrícolas, y lo que preocupa más es que no existe conciencia pública en nuestro país en cuanto a la protección de nuestros suelos; poco se ha investigado sobre esta disciplina y escaso es el número de profesionistas y científicos que entiendan a cabalidad el proceso de erosión y el riesgo que asume nuestro país al descuidar este problema ecológico básico.

Sostenemos que la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo no puede permanecer al margen de esta situación y que tiene una responsabilidad clara y distinguible en los papeles del Estado, la universidad y el instituto de investigaciones, frente al problema de deterioro de nuestros suelos. La Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo debe de analizar en su seno y divulgar los efectos de plazo corto y largo, sobre la calidad del suelo que provoquen los programas de su aprovechamiento tanto oficiales como de particulares.

En la ocasión de este XV Congreso Nacional, hemos de iniciar un proceso que esperamos culmine con la celebración del XVI Congreso Nacional, en el que se recoja la opinión de los miembros de la Sociedad, y se analice la situación en torno al proceso de deterioro del suelo, así como posibles soluciones, en cada uno de los estados del país. Para esta reunión plenaria hemos pedido al Dr. Ricardo García Lagos, Director General de Conservación del Suelo y Agua de la SARH, el diagnóstico sobre la erosión de los suelos del país, al Ing. Rafael Bifano Bautista, técnico de la misma institución, el análisis del pensamiento de quienes concibieron la ley de 1946 sobre el uso, manejo y conservación de los suelos de México y al Dr. Mario Martínez Menes, Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados, el análisis de las alternativas técnicas para la conservación de los suelos a la vez que se aumenta su productividad. Finalmente, el Dr. Everardo Aceves Navarro, miembro de nuestra mesa directiva habrá de presentar nuestra proposición para la participación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, en la elaboración de una nueva ley sobre el uso, manejo y conservación de suelos de la República Mexicana.

**PALABRAS DEL DR. NICOLAS SANCHEZ
DURON EN LA INAUGURACION DEL XV
CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD
MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, A. C.**

Cuando a nombre de la Mesa Directiva de nuestra Sociedad de la que es presidente nuestro compañero el Ing. Agr. y Doctor Antonio Turrent Fernández, me invitó para expresar ante ustedes algunas palabras; acepté gustosamente su invitación para dirigirme a tan distinguido auditorio y lo hice movido entre otras, por dos razones fundamentales: ser el primer ex presidente de esta Sociedad y por haberse fundado con el propósito de unificar los esfuerzos de todos los interesados en mejorar el patrimonio de México, que son sus suelos agrícolas y apoyar su afán por elevar su productividad para beneficio de todos los que habitamos este país.

El propósito de un grupo de mexicanos patriotas, a los cuales debe hacerse público reconocimiento mencionando a los maestros Mariano Villegas Soto, Donaciano Ojeda, Mario Macías Villada, así como a los doctores Ramón Fernández y Fernández y Francisco Baldovinos (q.e.p.d.), se vió coronado con el respaldo de un grupo numeroso de especialistas, quienes hicieron realidad la fundación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. en 1962.

Hace veinte años, se logró un consenso generalizado al encontrar mediante la formación de la SMCS, el camino para servir al agro mexicano. Con esta finalidad se han efectuado ininterrumpidamente reuniones y congresos técnicos, como el que hoy se inicia, en los que deben persistir en forma unida y monolítica todos los integrantes, pues no existe mejor recompensa que recibir el reconocimiento por la aplicación en el campo de lo que, científica y técnicamente, se ha obtenido como producto del ingenio y de los trabajos realizados cotidianamente por ustedes los especialistas en suelos, para mejorar constantemente la agricultura mexicana.

Estas metas y finalidades son las que persiguen los actuales directivos de nuestra Sociedad, con el fin de darle el dinamismo que reclaman las actuales condiciones de productividad y de producción que de nuestros suelos requiere alcanzar nuestro querido México. Esto sólo podremos lo-

garlo todos, si nuestras ideas y resultados son aplicables a un solo propósito: hacer que nuestros suelos agrícolas sean más productivos, pues tratamos con un recurso finito en relación con nuestras incontenibles y crecientes poblaciones humana y animal.

Por consiguiente, y lo digo ante ustedes y ante la opinión pública con absoluta responsabilidad personal, es necesario que unifiquemos criterios y acciones con las de los campesinos de México y con las autoridades de la Sociedad legítimamente electas, para lograr que todos nuestros recursos agrícolas sean más productos. En estas tareas, la participación de todos los especialistas en suelos son determinantes y a ellas deben estar enfocados todos sus esfuerzos, respaldando unánimemente a nuestros actuales directivos, quienes siempre estarán atentos a escuchar, analizar y poner en práctica todo lo que sea de beneficio a México.

No podemos olvidar las palabras del presidente electo, Lic. Miguel de la Madrid, cuando dijo que "El problema más lacerante que confronta el pueblo de México, es todavía, infortunadamente, el problema de la alimentación" o que "Estamos plenamente convencidos de que México expone su destino sin un agro fuerte, sano y justo; o propiciamos un desarrollo justo en el campo, o el crecimiento de la nación será amenazado".

Teniendo como base estas consideraciones, estoy convencido de que los especialistas que integran esta Sociedad ya tienen muchos resultados científicos y técnicos aplicables al desarrollo agrícola nacional. Seleccionémoslos y ordenémoslos para ponerlos al servicio de quienes tendrán la responsabilidad de aplicarlos en bien de la población social y de la económica desde el inicio de sus gestiones que deberán ser continuadas hacia la autosuficiencia alimentaria interna y hacia el crecimiento de las exportaciones agrícolas que contribuyan a fortalecer las condiciones económicas nacionales.

Lo que éramos en 1962, no lo somos en el año que ahora vivimos; en aquel entonces éramos cerca de 39 millones de mexicanos, actualmente somos en forma aproximada 72. La reproductibilidad económica actual de los cultivos ha sido resultado general de la interacción entre la superficie cultivada, los rendimientos por hectárea y los precios

medios rurales que todos los productos del campo han alcanzado en los últimos veinte años. En unos cultivos relativamente nuevos, los aumentos son muy grandes por lo que respecta a sus superficies cultivadas actualmente —tal es el caso del cártamo, sorgo de grano y soya, para citar sólo tres de ellos—; en otros, como la vainilla, han habido reducciones cuantiosas en la superficie cultivada y también numerosos frutales de ciclo largo, se manifiestan reducciones en su producción.

Los aumentos más impresionantes se deben a los incrementos en el rendimiento por hectárea y en los precios unitarios. Por lo tanto debemos estar convencidos de que en los incrementos de rendimiento por hectárea, han participado los especialistas en suelos que integran las diversas ramas de esta Sociedad.

Debemos estar conscientes de que en el futuro las soluciones científicas y técnicas son fundamentales para resolver los problemas del agro mexicano. Por ello consideramos que es muy recomendable para todos los que integramos esta Sociedad interdisciplinaria, enfocar todos nuestros esfuerzos científicos y técnicos para contribuir y dar con resultados aplicables al campo, vigencia a lo asentado por el Lic. de la Madrid cuando dijo: "Estoy de acuerdo en que el país no podrá crecer económicamente a la tasa que necesitamos para dar empleo y bienestar a nuestra población, si no tenemos el apoyo científico y tecnológico adecuados".

En estas condiciones, creemos que la Sociedad puede, si sus integrantes lo juzgan necesario, actualizarse sin menoscabo de sus objetivos científicos y técnicos iniciales.

DIAGNOSTICO SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LA EROSION EN MEXICO

Dr. Ricardo García Lagos*

En México, los trabajos sobre conservación del suelo y agua se iniciaron, institucionalmente, a partir de 1946 con la creación de la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua, al amparo de la recién promulgada Ley de Conservación del Suelo y Agua. Desde entonces y hasta la fecha, el objetivo principal de la Dependencia ha sido el de combatir la erosión, la degradación del suelo y controlar los escurrimientos superficiales de agua, mediante la aplicación de prácticas y el empleo y desarrollo de técnicas que aseguren la conservación del suelo y agua.

Para poder desarrollar un eficiente programa de conservación de estos recursos, es fundamental contar con un diagnóstico sobre el nivel actual de afectación que permita ubicar en el espacio los diferentes grados del fenómeno, así como detectar la intensidad con que el proceso de erosión afecta a los suelos del país.

En este sentido, los esfuerzos oficiales habían estado limitados por la falta de información sobre el nivel actual del deterioro del suelo y por el hecho de no contar con cartografía que permitiera ubicar y diagnosticar la afectación por erosión. Las cifras oficiales que hasta hace cinco años se habían estado divulgando como indicativas de la afectación por erosión, son el resultado de apreciaciones de los especialistas que han tenido un mínimo, casi nulo, apoyo de material cartográfico como fotografías aéreas para delimitar áreas afectadas. Los programas de control se realizaban, en gran medida, sobre la base de "necesidades sentidas", o bien, atendiendo a prioridades locales con poca proyección regional, estatal o nacional. Las primeras estimaciones que se hicieron consideraban que el problema de la erosión era mucho más acentuado de lo que estudios más recientes han evidenciado, por ejemplo: se aceptaba que existían más de 30 millones de hectáreas del territorio nacional totalmente erosionadas, y que aproximadamente 52 millones de hectáreas estaban afectadas por un proceso de erosión muy

acelerado; estas cifras representaban el 16 y el 26% del territorio nacional, es decir, 42% del país con erosión severa a total. Actualmente estimamos que en tales condiciones, sólo se encuentra el 8.6%.

Estudios recientes basados en la interpretación de imágenes del satélite LANDSAT, mediante la aplicación de una metodología para la clasificación y para la cartografía desarrollada conjuntamente por la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua y la Universidad Autónoma Chapingo, han arrojado cifras mucho más bajas del deterioro de la superficie nacional de la que hasta entonces se consideraban cifras oficiales.

A partir de 1979, y mediante la utilización de imágenes del satélite LANDSAT, se inició el inventario nacional de erosión, considerando a este material cartográfico como una herramienta fundamental para la planeación y programación de las políticas a desarrollar en materia de conservación. La interpretación se basa en la asociación que existe entre la erosión, la vegetación y el manejo del suelo, dentro de áreas que tienen las mismas características fisiográficas, en virtud de que los procesos de erosión ocurren con diferentes grados de dominancia de un paisaje a otro. El análisis de interpretación se hace considerando dos épocas, la de estiaje o sequía y la húmeda o de lluvias, para determinar la dinámica de la cubierta vegetal en ambas épocas del año. Una vez realizadas las interpretaciones en cada época y delineadas en planos, éstos se sobreponen para definir un mayor número de clases en un nuevo plano; posteriormente, y con ayuda del nuevo plano, se hacen muestreos intensivos de campo dentro del marco de la región fisiográfica para determinar el grado de erosión correspondiente a cada delineamiento.

Para cartografiar las áreas erosionadas del país se seleccionó el sistema de clasificación FAO (1954), que se consideró el más adecuado por sobre otros, en virtud de ser el que más se apega en sus diferentes niveles de afectación a las condiciones en que se presenta dicho proceso en los suelos; esto es, que establece rangos con porcentaje de pérdidas de suelo de la capa superficial y toma en cuenta el porcentaje de la superficie de terreno afectado, o sea, un criterio bidimensional más apropiado para caracterizar los diferentes grados de afectación.

* Director General de Conservación del Suelo y Agua. S.A.R.H.

Esta clasificación considera cinco clases de afectación. En el Cuadro 1, se presenta la clasificación FAO por erosión (1954) con las especificaciones para los parámetros que considera.

En 1982, a tres años de haberse iniciado el Inventario Nacional de Erosión, se tienen cartografiados a una escala 1:250,000, 17 estados del país que hacen un total de 104'157,700 hectáreas, que constiuyen el 52.94% del total del territorio nacional (Cuadro 2). Entre los estados cartografiados se encuentran algunos fuertemente afectados por el proceso de erosión como: Tlaxcala, Sonora, Durango Chihuahua y San Luis Potosí (50% del territorio estatal con erosión moderada a muy severa); otros moderadamente afectados como: Nayarit, Morelos, Guanajuato y Guerrero (entre 10 - 50%), y estados donde el proceso de erosión es poco dominante, como sucede en Veracruz y Chiapas (10%). Como se puede observar, se han mapeado estados de la zona tropical, del altiplano y áreas semidesérticas y desérticas, por lo que se tiene toda la gama de condiciones imperantes en el país, de tal suerte que la muestra se considera representativa del 50%.

Con base a lo cartografiado, se puede hacer una extrapolación al resto del país (Cuadro 3), y afirmar que se estiman aproximadamente 130 millones de hectáreas afectadas con algún grado de erosión, de las cuales 55.7 millones presentan erosión leve; 66.9 millones erosión moderada: 13.1 millones erosión severa y apenas 3.6 millones de hectáreas con erosión muy severa. Esto es, el 70.9% del territorio nacional muestra algún grado de erosión, contra el 80% que se aceptaba anteriormente. Las principales diferencias se presentan en los grados de erosión. Por otro lado, la superficie con erosión no manifiesta es de 54.5 millones de hectáreas que representan el 27.7% del territorio nacional.

En el Cuadro 3, se presenta la estimación de afectación por erosión del territorio nacional, basado en el avance actual del Inventario Nacional de Tierras Erosionadas.

El apoyo que los trabajos de conservación de suelo y agua han tenido por parte del Gobierno Federal, ha sido creciente a través del tiempo, aunque insuficiente para la problemática actual, la velocidad con la cual se incorporan nuevas tie-

rras a la producción y el potencial erosivo a que están sujetos los suelos por efectos del clima y la orografía tan peculiares del país. Como es sabido, predomina en nuestro país la topografía accidentada y la precipitación es generalmente de tipo torrencial, lo cual favorece la manifestación de procesos erosivos.

En esa etapa los trabajos de conservación desarrollados se fundamentaban en el convencimiento de los productores casi exclusivamente a base de ofrecerles asesoría técnica para realizar dichos trabajos. En una segunda etapa comprendida entre los años 1958 a 1969, se establecieron las Delegaciones de Conservación de Suelos con jurisdicción estatal y se comenzó a apoyar con recursos fiscales la construcción de los trabajos de conservación de suelo y agua. En esa segunda etapa se observó un incremento sustancial en las superficies protegidas por la inclusión de programas de emergencia para auxiliar a los campesinos afectados por eventos climatológicos, tales como: heladas, sequías o inundaciones, mediante la ocupación de su fuerza de trabajo en la construcción de las obras de protección. Este período tampoco se caracterizó por un incremento sustancial en el presupuesto normal de la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua, y los aumentos que se tuvieron, fueron dados por la inclusión de los citados programas de emergencia. En una última etapa se registran incrementos sustanciales en los presupuestos; sin embargo, la superficie protegida no se incrementó en la misma proporción en virtud de que, a partir de 1970, la mano de obra campesina era remunerada de acuerdo a la Ley de Trabajo, lo cual encarece significativamente los programas y obras. Durante la época comprendida entre 1946 y 1975, se protegieron contra el proceso de erosión a un millón de hectáreas, de las cuales se estima que un 80% correspondía a terrenos de agostadero y forestales.

A partir de 1977 se continuaron con las acciones de conservación al fusionarse las Secretarías de Recursos Hidráulicos y la de Agricultura y Ganadería en la actual Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Como resultado de la fusión, la DGCSA se reestructuró y asumió su papel de rector en el uso y manejo de estos recursos, con lo que se aglutinan también los presupuestos que

anteriormente se ejercían en forma dispersa a través de diferentes organismos. De esta forma, la Dirección de Protección de Cuencas de la antigua S.R.H., pasó a formar parte de la DGCSA.

Como resultado de este apoyo vigoroso de la Federación, se extiende el beneficio del programa a la totalidad del país. Se establecieron 35 Jefaturas de Conservación del Suelo y Agua en cada una de las representaciones (estatal y regional) de la SARH, ya que anteriormente sólo 24 entidades contaban con el servicio de esta Dirección, y se incrementó sustancialmente el presupuesto asignado a la Dependencia en 585%, comparativamente con el de 1976; el apoyo humano se aumentó de 176 técnicos que habían en 1976 a 1,117 para 1982. A partir de 1979 se iniciaron el programa demostrativo y el experimental, el inventario nacional de tierras erosionadas, el diagnóstico de tierras para cambio de uso del suelo, ampliación de la frontera agrícola y reincorporación de tierras ociosas; se sumaron esfuerzos con el personal de Distritos de Temporal estableciéndose 136 oficinas para atender igual número de Distritos. Asimismo, se vigorizó la capacitación en materia de conservación del suelo y agua a todos los niveles operativos de la Dependencia, haciéndose extensiva a técnicos de otras instituciones del sector público; los cursos se organizaron a cuatro niveles de operación: para técnicos especialistas, para topógrafos de apoyo, para operadores de maquinaria y para promotores de las obras de conservación.

Como resultado de estas acciones, durante el sexenio 1976-82, se detectaron, diagnosticaron y realizaron obras y prácticas de conservación de suelos en una superficie total de 1'735,934 hectáreas en beneficio de 2'479,900 habitantes rurales; esto es, casi el doble de la superficie beneficiada en los primeros 30 años de actividades de la Dirección General de Conservación del Suelo y Agua.

Se pretende con estos trabajos, a la vez que proteger los terrenos contra el proceso de erosión, inducir un incremento de la producción que se estima en 617,992 toneladas anuales, tomando como base el cultivo de maíz, considerando un incremento del 20% en el rendimiento promedio nacional calculado en 1,780 kg/ha actualmente. Finalmente, es necesario reconocer que, no obs-

tante los esfuerzos realizados por el Gobierno Federal durante el último sexenio, la labor en materia de conservación del suelo y agua en nuestro país, se está lejos aun de satisfacer las demandas futuras en esta importante actividad que se considera fundamental, no sólo para preservar el recurso suelo, manteniendo su productividad, sino para proteger a toda la infraestructura que el hombre construye para procurarse satisfactorios decorosos de vida (carreteras, vasos de almacenamientos, áreas de recreo, poblaciones, áreas de cultivo, etc.). Y ya se advierte también el esfuerzo por hacer frente a la demanda de alimentos, mediante la explotación y puesta en marcha de una segunda frontera afrícola, esto es, el rescate de tierras erosionadas.

Estamos seguros que la semilla conservacionista ha comenzado a dar frutos y que la inquietud de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, por enterarse y participar de una manera más activa en el análisis de esta problemática, permite vislumbrar un futuro halagador para el desarrollo de esta actividad.

CUADRO 1

Clasificación FAO de Areas Erosionadas (1954)

Clase	Nombre de la clase	Def. de la Clase.
A	Erosión no manifiesta	Que ha perdido menos del 25% de la capa del suelo superficial, pero que admite un 10% de su superficie total con grado de erosión de B o C.
A/B	Erosión leve	Que ha perdido menos del 25% de la capa del suelo superficial, pero que tiene de 10 a 25% de su superficie total con grado de erosión de B o C.
B	Erosión moderada	Que ha perdido del 25 al 75% de la capa del suelo superficial, pero que admite un 10% de su superficie total con grado de erosión de A o C.
B/C	Erosión severa	Que ha perdido del 25% al 75% de la capa del suelo superficial, pero que tiene de 10 a 25% de su superficie total con grado de erosión de A o C.
C	Erosión muy severa	Que ha perdido más del 75% de la capa del suelo superficial, pero que admite 25% de su superficie total con grado de erosión A o B.

CUADRO 2. Avances del Inventario Nacional de Erosión por Entidades clasificadas en 5 niveles de afectación.

Entidad	Superficie Total del Estado (ha)	NIVELES DE EROSION				
		A	A/B	B	B/C	C
CHIAPAS	7'388,700	4'556,942	2'124,444	477,407	64,284	—
CHIHUAHUA	24,708,700	4'427,272	4'250,231	13'181,688	2'108,982	680,766
DISTRITO FEDERAL	149,900	22,988	61,757	11,877	1,380	—
DURANGO	11'964,800	1'170,313	4'078,912	5'511,612	862,760	298,345
GUANAJUATO	3'058,900	1'026,990	505,825	873,749	382,783	217,892
GUERRERO	6'379,400	1'255,310	2'500,379	1'978,402	559,695	—
HIDALGO	2'098,700	503,344	746,188	669,937	147,917	19,799
MEXICO	2'146,100	516,105	919,140	611,436	28,430	6,642
MICHOACAN	5'986,400	1'241,492	2'246,810	1'911,980	440,958	—
MORELOS	494,100	90,857	253,623	117,784	23,353	—
NAYARIT	2'762,100	818,448	1'218,851	607,053	76,152	6,594
PUEBLA	3'391,900	102,094	1'922,848	850,584	357,243	131,463
QUERETARO	1'176,900	220,307	332,805	312,926	287,681	15,910
SAN LUIS POTOSI	6'284,800	1'145,199	1'666,464	2'810,533	575,241	31,857
SONORA	18'493,400	1'646,628	2'507,527	10'869,618	3'254,781	166,168
TLAXCALA	391,400	16,627	70,645	209,207	77,346	9,596
VERACRUZ	7'281,500	3'603,608	3'461,667	96,239	1,806	945
T O T A L	104,157,700	22'364,524	28,868,116	41,108,032	9'250,792	1'585.957

NOTA: La diferencia entre 104'157,700 y 103'177, 421 ha. (Suma de las 5 clases de erosión), lo constituyen ciudades, vías de comunicación y Cuerpos de Agua.

CUADRO 3. Estimación del nivel actual de afectación de la superficie del país por el Proceso erosivo con base en el avance del Inventario Nacional de Tierras Erosionadas.

CLASE DE EROSION	SUPERFICIE (Has)	%
Erosión no Manifiesta	54'494,844	27.7
Erosión Leve	55'689,827	28.3
Erosión Moderada		
Erosión Moderad	66'914,433	34.0
Erosión Severa	13'154,957	6.7
Erosión muy Severa	3'646,277	1.9
Cuerpos de Agua	2'397,266	1.2
Areas Urbanas	420,696	0.2
TOTAL	196'718,300	100.0

ANTECEDENTES DE LA PROMULGACION DE LA LEY DE CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA DE 1946

Ing. Agr. Rafael Bifano Bautista*

Antecedentes Precolombinos. No existen datos precisos que reflejen la situación y grado de conservación y de uso de los recursos naturales renovables durante el período de la marcha hacia el sur de las tribus indígenas, y que precedió a la conquista. Las deducciones por la interpretación de códigos algo aclaran sobre el usufructo, primeramente de carácter comunal que posteriormente fue cambiando al de jerarquías de mando, pero todo a base de usos primitivos, que en su emigración fue dejando huellas por donde pasaban, pero no de conservación. Posteriormente, cuando ya se estabilizaron transformándose en sedentarios, la necesidad de alimentación, de protección y de habitación, hicieron que se recurriera al aprovechamiento de los recursos disponibles en los alrededores de los núcleos sin que se tengan noticias de métodos o prácticas específicas y menos de su cuidado.

Existen rastros en varias partes del país, especialmente en los Estados de México y Nayarit, en que por razones que se desconocen, tuvieron que aprovechar áreas con fuertes pendientes y para ello idearon prácticas que les asegurara la estabilidad de los suelos y de la producción, es decir, se encuentran terrazas que actualmente denominamos "de banco", y que aún siguen dando producciones costeables. Tal vez haya rastros en otros estados, pero no son muy conocidos.

Por los antecedentes que existen, se sabe que uno de los alimentos básicos era el maíz, grano vituperado como generador de civilizaciones inferiores; sólo que lo que hicieron los mayas y los aztecas en materia de ciencia, dice lo contrario; su cultivo parece que fue factor determinante en su desarrollo y en la desaparición, específicamente, de los mayas del sureste del país, ésto no confirmado.

Conquista. Desde luego la gente que vino a conquistarnos, de ninguna manera eran agricultores, y tampoco traían mentalidad de respeto y conservación para el suelo y agua, sino que su concepción de la conquista, tal vez por poca cultura, fue de dominio absoluto y explotación

bajo el régimen de propiedad que se reconoce como amparada por el derecho romano y su uso y explotación con esclavos, pero sin taxativas o cuidados técnicos, que ya en sus países de origen había. Lógicamente, esa mentalidad trajo consigo modificaciones en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables que hacían los nativos, introdujeron nuevos cultivos, como era lógico, se discriminó al maíz y esto fue ampliamente respaldado por el nuevo régimen de propiedad, ya en su mayor parte privada, por posesión o merced real. A esto hay que agregar que trajeron ya la costumbre del uso del motor de sangre, de la rueda e implementos, y todo esto les facilitó el manejo extensivo de las áreas en su provecho, pero al mismo tiempo la destrucción de muchos recursos, ya que tenían poca o ninguna noción de lo que representaría a la larga el mal uso de ellos, o por el momento no les importaba.

Demografía. El territorio que en aquella época era de más de 4 millones de kilómetros cuadrados, con una población insignificante, no apreció durante muchos años ningún problema —la destrucción no afectaba en apariencia las características de la ecología de la zona. Transcurrido el tiempo, el adelanto de la civilización, entre comillas, en aspectos como la minería, los medios de comunicación, etc., fueron fomentando y acrecentando la destrucción, sin reposición, de los recursos naturales renovables y fue factor también que influyó al incremento de la población que, aunque a índice muy bajo al principio, no por ello dejó de ser persistente, y aun cuando se trató de controlar, fue más lo que se destruyó. Sólo como dato curioso y para darse cuenta de lo que ha hecho un proceso de destrucción, cabe citar que existen huellas todavía en la Sierra de Chihuahua de pinos con diámetro superior a un metro, que en la vegetación con vida ya no se encuentran.

Recursos Naturales Renovables. El proceso destructivo de estos recursos se acentúa en las inmediaciones de las zonas urbanas de alguna importancia, a lo largo de las vías de ferrocarril y como ya se dijo, en los centros mineros, siendo el más afectado el recurso flora. Pero el desequilibrio que esto estableció llevó consigo la destrucción del suelo y aun cuando no se puede

precisar sobre cambios en el clima, puesto que el ciclo de apreciación de este fenómeno en la naturaleza tal vez se refleje en siglos, desde luego en áreas pequeñas sí se resintieron ya sus efectos.

Se encuentra ya en el país un panorama de acelerada destrucción y no obstante que se tienen conocimientos de carácter técnico para elaborar programas que contrarresten la destrucción de estos recursos, solamente se encuentran antecedentes en la insistente recomendación, legislación y en una serie de disposiciones, todas ellas relacionadas con el cuidado de la flora en su aspecto 'bosque'.

El símbolo de esta lucha contra la labor destructiva fue la campaña en pro del árbol, y si se revisa la legislación sobre la materia, se verá que ya en algunas partes se hablaba de los daños al suelo. Fueron las grandes obras de irrigación, que por ser costosas dieron el grito de alarma del arrastre de materias en suspensión por los ríos que las alimentaban, que a la larga, les restaría capacidad de almacenamiento y anularía su utilidad, inclusive posibilidad de éxito, ya que estaban a punto de transformarse en poco tiempo en fracaso.

No sólo México vio este problema, otros países ya habían tratado el caso y probablemente la referencia más gráfica se tiene en Europa, cuando Italia habló sobre la materia y aprovechó lo que ya se empezaba a llamar erosión del suelo, para hacer modificaciones al paisaje y mejorar la calidad de sus corrientes. Estados Unidos de Norteamérica, quien ya tecnificaba su agricultura, que en grado más sensible estaba enfrentando el problema de la erosión, tanto hídrica como eólica, dedicó fondos al estudio de prácticas para contrarrestar los daños que ya hacía a su producción. Fue en una reunión que sobre la materia se llevó a cabo en aquel país, que el Gobierno Mexicano envió a un profesionista que captó en toda su magnitud el problema y a su regreso, desde el avión, sintió fuerte impacto al ver la tremenda destrucción de recursos naturales renovables que ya entonces padecía el país. El informe de este técnico, que seguramente fue el toque de alarma más intenso, hizo que el Secretario de Agricultura y Fomento, creara un Departamento con la denominación de "Conservación del Suello" (mar-

zo de 1942), oficina que empezó a estudiar el problema ya en forma integrada. Estos personajes que debemos recordar como los primeros abanderados de la conservación fueron, el Ing. Lorenzo R. Patiño, el profesionista y el ilustre Ing. Marte R. Gómez, titular de Agricultura y Fomento. **Legislación.** Creado ya el organismo que iniciaría los estudios, según lo estableció el acuerdo que lo creó, y dotado de mínimo presupuesto, fijó la iniciación de los estudios sobre problemas de la "erosión" en las cuencas hidrológicas y así establecer planes para la conservación aguas arriba de las cortinas de las presas, de los suelos destruidos y programar las obras necesarias, por ejemplo las de forestación; pero faltaba darle fuerza legal y, sobre todo, personalidad para actuar y coordinar acciones dispersas para ese fin.

En noviembre de 1945, un grupo de legisladores presentó a la consideración de la Cámara de Diputados un proyecto de Ley de Conservación de Suelos y Aguas, principiando la exposición de motivos con las palabras "En el medio rural mexicano existe actualmente un movimiento de inquietud debido a la disminución que sufren las cosechas agrícolas...", y en todo su contexto se planteaba el problema de la erosión, sus aspectos ya tangibles y se vislumbraba lo que debería esperarse en el futuro, como resultado de los estudios hechos.

Los motivos que la originaban fueron comprendidos y el 30 de diciembre de 1945 se aprobó la Ley, que expidió el C. Presidente de la República y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación del 19 de junio de 1946.

Si leemos los prolegómenos del proyecto de la Ley, encontraremos en ellos lo que es y será siempre la mística, la filosofía y la ruta a seguir, si no se quiere que en vez de decir República Mexicana, se le denomine el "Gran Desierto México" en el futuro. Se analiza el problema por zonas, al norte, con la amenaza de los Distritos de Riego que existen, la central, con las paupérrimas regiones del antiplano y la despiadada destrucción de sus bosques, la zona este, menos crítica pero ya en franco proceso de destrucción, la sur con una Mixteca desoladora, la sureste con los dos extremos, un trópico con exceso de agua

y suelo de difícil uso y una península que es un reto para la ciencia del suelo.

Como la unidad administrativa y de manejo de agua y suelo mejor controlada era entonces la de los distritos de riego, se propone la creación de los de conservación del suelo y agua, sólo que para éstos, su papel básico sería de servir de frente de combate contra los agentes destructores de los recursos naturales renovables en general, para asegurar la permanencia de su capacidad productiva de satisfactores de sobrevivencia.

Reconoció que la sola Ley sin el apoyo de la ciudadanía no tendría éxito, pero que sería la niñez la que a la larga se convirtiera en "adaldid" y defendiera a esos tan amenazados recursos, para ello dice en su artículo 3o. fracción IV... desarrollo de una acción educativa permanente acerca de los principios y prácticas de conservación...

Da también la forma de hacer partícipe de esa labor a todos los ciudadanos, mediante la formación de las comisiones locales mixtas de conservación del suelo y agua que operarán como promotoras y gestoras de la aplicación en sus entidades de esas prácticas.

De esta Ley, lo que más fuerza le da, es que establece que esa actividad, "**es de utilidad pública**", o sea su carácter de valladar contra la destrucción del patrimonio nacional.

Se elaboraron varios anteproyectos de reglamento, pero no llegaron a su fase final, al parecer por la dificultad de darle forma como aglutinador de otras disposiciones dispersas y no siempre coordinables.

Revisando las Leyes que de alguna manera tienen relación con los Recursos Naturales Renovables, tanto en el régimen de propiedad, como en el aprovechamiento, explotación y su uso, se encuentra ya en muchas de ellas la inquietud de asegurar su estabilidad y capacidad productiva, y en otros muchos casos de que su uso no representara peligro para su persistencia.

Tampoco es ajena a este aspecto la parte administrativa puesto que, primero en la Ley de Secretarías y Departamento de Estado, y después en la Federal de la Administración Pública, a la

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en lo que se refiere a las funciones de la misma se enfatiza su papel como órgano para conservar los suelos y por lo tanto las aguas y concomitantemente la flora y la fauna.

La Ley Federal de la Reforma Agraria en su Artículo 11, destaca como atribuciones de la Secretaría de Agricultura, sostener una política sobre conservación de suelos, agua y bosques, y establece como una de las obligaciones de los Ejidatarios el constante cuidado de los recursos. Esta última obligación, aprecia ya en las resoluciones presidenciales que concedían las dotaciones y restituciones.

Por lo que se refiere a la Ley Forestal de enero de 1960 en su Artículo 3o. declara de utilidad pública:

Fracción I.—Prevenir y combatir la erosión de los suelos.

Fracción II.—Proteger las cuencas hidrográficas. Esta fracción refuerza lo que se refiere a obras que influyen en el régimen de las corrientes.

En su Capítulo 2o. Artículo 44, precisa limitaciones para desmontes, sean agrícolas o ganaderas, siendo la principal la pendiente.

Por lo que se refiere a la Ley Federal de Aguas de 1971, en su Artículo 3o. Fracción IX, le da facultades a la Secretaría (entonces de Recursos Hidráulicos), para la protección, mejoramiento y conservación de cuencas, cauces, vasos y acuíferos.

En el Artículo 17, Fracción V, le da facultades de administrar, controlar y reglamentar el aprovechamiento de las cuencas hidrográficas, y precisa la coordinación con la Secretaría de Agricultura, la de Industria y Comercio y en cierto modo se refiere a la Reforma Agraria.

En esta Ley las Fracciones VII, VIII y IX, por su exposición se presta a interpretaciones que van contra otras, puesto que da primacía sobre manejo y uso de los recursos naturales renovables a la entonces 'Secretaría de Recursos Hidráulicos'.

Como cosa curiosa, en el reglamento del Instituto Mexicano del Café, de marzo de 1959, en la

Fracción "A" del Artículo 1o., entre otras cosas dice atender la conservación y mejoramiento de los suelos.

Con el incremento de población, y el no muy ordenado desarrollo industrial que ha originado concentraciones humanas que rompen ya no sólo el equilibrio del desarrollo y conservación de los recursos naturales renovables, sino que hace prever otra serie de fenómenos tan graves como alteraciones del medio ambiente en forma altamente negativa, como consecuencia se emitieron leyes y reglamentos, tentativos a paliar, ya que por no ser coordinados no siempre a resolver esos problemas, invariablemente se enfocan hacia la conservación de los recursos naturales Renovables como elementos básicos de una supervivencia de uno de los grupos de la fauna, que es en la que estamos incluidos los seres humanos, que no por estar en esta categoría somos ajenos a los daños que causa el romper el equilibrio y el desarrollo de los Recursos, que invariablemente dañan a los cuatro y causando serias modificaciones en los microclimas, especialmente en nuestro país en que por su accidentada topografía, éstos son muy numerosos y fácilmente afectables, también se sitúan entre otras disposiciones, la Ley de Asentamientos Humanos, de Fomento Agropecuario, de Protección Ambiental entre las más destacadas pero, vale la pena enumerar las siguientes:

- Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia minera (D.O. del 22 de diciembre de 1975).
- Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (D.O. del 6 de mayo de 1972).
- Ley General de Bienes Nacionales (D.O. del 30 de enero de 1969).
- Ley de Terrenos Nacionales, Baldíos y Demasías (D.O. del 7 de febrero de 1951).
- Ley para el Funcionamiento de las Juntas Federales de Mejoras Materiales (D.O. del 13 de enero de 1948 y del 29 de diciembre de 1978).
- Ley Federal de Estadísticas (D.O. del 31 de diciembre de 1947).

—Ley de Nacionalización de Bienes, Reglamentaria de la Fracción II Artículo 27 Constitucional (D.O. del 31 de diciembre de 1940).

—Ley de Vías Generales de Comunicación (D.O. del 19 de febrero de 1940).

—Ley Federal de Expropiación (D.O. del 25 de noviembre de 1936).

—Ley Reglamentaria de las Fracciones I y IV del Artículo 27 Constitucional, relativas a los bienes inmuebles propiedad de la Nación (D.O. del 21 de enero de 1926).

Lógicamente a estas Leyes, siguieron Reglamentos, Decretos, Acuerdos de carácter Federal que complementaban, modifican y actualizan lo legislado o las ajustaban a las políticas nacionales del momento y a esto habrá que agregar todas aquellas disposiciones dictadas por los Estados que tienen relación con la conservación de los recursos naturales renovables, pero casi siempre desde el punto de vista local y no nacional.

DATOS HISTORICOS COMPLEMENTARIOS: La dependencia creada con fines como ya se indicó, de preservar especialmente los recursos suelo y agua, inició sus labores haciendo estudios en forma de gran visión, y en algunos casos aprovechando material existente para concretar pero ante todo necesitaba establecer un ambiente de comprensión y su primera labor en el campo fue de difusión, para lo cual creó lo que se llamó "brigadas o misiones motorizadas", formadas por un vehículo equipado con planta productora de electricidad, proyectores cinematográficos y los aparatos de sonido necesarios. Estas brigadas hacían su labor en los ejidos no especificando lo referente a los concurrentes a ellas, sino que tratando de que fueran vistas por todos los vecinos, niños, mujeres y hombres. Estas exhibiciones, cubrieron principalmente lugares distantes de la capital hasta 200 kilómetros, siempre la encabezaba un especialista. Estas brigadas o misiones, además tenían otra encomienda no menos importante, formar en cada población o ejido comités de conservación del suelo y agua, que fuera en sus lugares de origen los pioneros de la construcción de las prácticas y organizadores y promotores entre sus compañeros los campesinos

para ejecutar los trabajos de conservación de su patrimonio, el suelo, la flora y la fauna y el buen uso del agua.

Si bien el adulto representaba el factor necesario en ese momento, pero eran la niñez y la juventud las que harían perdurable la obra, por lo tanto, a ellos debía dárseles una atención especial, y para tal fin, se formaban los "clubes infantiles pro-conservación del suelo y agua".

Estos cuando encontraban entusiasmo y apoyo en los maestros, hacían de la parcela escolar un campo experimental y de práctica, poniéndolas bajo conservación, con la asesoría de los profesionistas de la Secretaría. Ya con la Ley y basados en ella, se crearon los primeros Distritos de Conservación del Suelo y Agua que empezaron a funcionar con bastantes limitaciones, sobre todo económicas, pero su labor de divulgación se apreció después y sus resultados hicieron que los Gobiernos de los Estados consideraran que no era conveniente a los intereses Estatales, concentrar en áreas tan pequeñas como los Distritos, las aportaciones Federales para el funcionamiento y desarrollo de esos Distritos, e insistieron en que se hiciera extensiva su labor a los lugares críticos en cada Entidad, esto originó que se transformaran los Distritos en Delegaciones, dentro de las Agencias Generales de la Secretaría de Agricultura y Fomento, que eran las Representaciones de la Secretaría en los Estados. Estas Delegaciones funcionaron hasta que entraron en vigor disposiciones como la Ley Federal de la Administración Pública, que fusionan las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, esta fusión originó una reorganización general, desaparecieron las Agencias Generales que se transformaron en Representaciones, este movimiento unido a la disposición que creó los Distritos y Unidades de Temporal, hizo que las Delegaciones de Conservación del Suelo y Agua se transformaran en Jefaturas de Subprograma, y el personal de las mismas cubriera en cada Distrito las Oficinas denominadas también de conservación del suelo y agua. Que es como funciona actualmente, prácticamente desconcentradas.

CRONOLOGIA DE LAS PRACTICAS: Se ha hecho alusión del desconocimiento de los problemas y de los efectos destructivos del fenómeno ya ge-

neralizado que conocemos como erosión, sus causas se pueden concretar en uno: la falta de sentido de responsabilidad del hombre para cuidar los recursos que le dan satisfactores y supervivencia. Larga sería la lista que con dedo de fuego permitiría señalar esa irresponsabilidad suicida en la que estamos inmersos todo el género humano.

La Dirección tuvo que luchar contra tradiciones, problemas de propiedad de la tierra, elementos políticos con frecuencia investidos de la túnica del "bienestar social", pero no siempre positivos, sin embargo, su labor fue persistente y muy criticada, sin embargo trabajo y el orden en que se fueron desarrollando las prácticas, que también estuvo en función de las disponibilidades económicas, fue el siguiente:

La más fácil de todas y más accesible da la comprensión del campesino fue en los terrenos casi planos o con pendientes menores.

El trazo de bordos guía para el "**surcado en contorno**", especialmente en zonas para cultivo de escarda.

La convivencia con el campesino, la labor de las brigadas motorizadas, los primeros Distritos de Conservación, las juntas constantes para obtener la anuencia de las asambleas ejidales para llevar a cabo trabajos de conservación, haciendo hincapié que de ninguna manera se alteraría el **derecho de propiedad de la parcela**, logró por fin iniciar la construcción de terrazas de formación sucesiva o paulatina, que fueron totalmente ejecutadas con mano de obra y debido a experiencias, para facilitar su construcción al mismo tiempo que para evitar su destrucción, se hacía con tierra sacada de una zanja cavada del lado de aguas abajo.

Se sabía de antemano que no era la práctica ideal, pero por limitaciones de dinero y en muchos casos de suelo, se pensó que a la larga o sea en forma paulatina, se transformarían en bancos.

Disponiéndose de mayores y mejores elementos, se hicieron estas terrazas sin zanja de préstamo a ambos lados de ella, aunque fueron más vulnerables a la destrucción por los maquiladores de los barbechos.

La experiencia, los estudios, la infinidad de cárcavas que cruzaban los terrenos de cultivo, más destructivas cuanto mayor era la pendiente, obligaron a llevar a cabo trabajos para su control mediante presas que, no constituyeran problema de construcción, pero que a la larga evitaría que esas cárcavas o zanjas o desagües se profundizaran, manejando la velocidad de los escurrimientos en forma no dañina, de ahí que a estas estructuras se les denominara "presas filtrantes", porque además no impedía que al principio el agua las atravesara.

Las primeras se hicieron del material disponible en el lugar, fuera piedra, ramas o con la combinación de ambas. Cuando las disponibilidades lo permitieron se hicieron de piedra acomodada acarreada y por último, en casos muy especiales de gaviones y con éstos también se regularizaron porciones de ríos.

En algunas partes del país tuvieron doble objeto, regularizar la velocidad de escorrentía y operaran también como derivadoras de avenidas hacia abrevadores o simplemente para esparcir el agua en las áreas aledañas, aumentando en ellas la humedad.

Las repoblaciones con árboles industriales especialmente y después de frutales en terrenos con pendiente o planas sin suelo, llevó a la construcción de una práctica que fuera la más efectiva y relativamente menos costosa, la **terrazza individual**, que sólo se pueden hacer con mano de obra, pero con estímulos y ayuda, se pudieron ejecutar, obteniendo en muchos casos éxitos en zonas marginadas, convertidas en frutícolas.

En las áreas de riego, es común ver las amelgas para riego por aniego, que no son otra cosa que **terrazas de banco**, práctica que es la que casi impide la acción de la erosión hídrica y tiene además a su favor el hecho de que bien trazadas, son baratas y economizan agua de riego, usando láminas más adecuadas a la demanda de las plantas.

Cuando se hacen en áreas de temporal, además de su misión antierosiva, permiten el cultivo de ellas aún cuando se consideran marginales y por construcción aprovecha a su máximo el agua de lluvia en beneficio de las plantas que en ella se desarrollan.

Por sus características y costos las áreas no fueron muy grandes, y aún tienen limitaciones.

Se planteó el problema de las áreas que por razones de propiedad de la tierra, en gran parte del país y especialmente en los ejidos tienen una acelerada destrucción, en este caso se trata de los '**agostaderos**'.

Aunque no en forma absoluta, pero en términos generales están destinadas a esta finalidad tierras que para agricultura no son productivas, sin embargo, el sobrepastoreo las hizo también de baja capacidad o índice de aprovechamiento como de pastoreo libre, se programó para ellos el **surcado lyster simple**, y posteriormente con siembras para repoblación.

Ya se comentó que el panorama de grandes áreas del país, visto no sólo desde abajo, tiene aspectos catastróficos, enormes áreas indebidamente despobladas de vegetación que por su pendiente perdieron el poco suelo que tenían y en muchos casos, estaban constituyendo verdaderos problemas para las poblaciones colindantes, por el enorme volumen de materias que arrastraban las aguas de lluvia, entonces, la siguiente práctica que se ejecutó fue la de **tinazas ciegas** que fueron a veces continuas y otras veces discontinuas, según la exigencia del problema y muchas veces aprovechadas para repoblaciones de origen forestal, pero que controlaron el acarreo de azolves.

Con el manejo de las presas filtrantes que en cierto modo permiten agua menos cargada de materias en suspensión, surgió el problema del aprovechamiento de éstas que en las zonas áridas y semi-áridas son escasas para uso doméstico, abrevaderos y aún pequeñísimas áreas de riego, entonces ya con más elementos se procedió a la construcción de los **jagüeyes** y aún a pequeñas presas de almacenamiento.

Como se dijo, esta fue la cronología de la ejecución a través de los primeros años de las prácticas que se puede decir son ortodoxas, pero las exigencias crecieron, las disponibilidades también, los estudios, la experimentación y aún la investigación demandó para cada una de ellas una diversificación que las hiciera cada día más eficientes y puesto que se estaba ya saliendo de las áreas buenas y fáciles de manejar y entrando a

las que se consideran marginadas y no útiles para agricultura de productos básicos, hubo que hacer acopio de ese cúmulo de conocimientos y llevar a cabo la diversificación total de todas y cada una de ellas, por ejemplo, de las terrazas de formación sucesiva, hasta 4 diseños diferentes, el manejo de las 'microcuencas', etc.

Esta preparación permitió llegar a constituir la base para el dictamen de la capacidad de los suelos para su uso en las diversas necesidades del país, resultó factor importante en el desarrollo de los programas S.A.M. y para apoyar la Ley de Fomento Agropecuario.

Sobre este tema se podría hablar por muchas horas, bastaría sólo indicar que en casos extremos, se está llevando a cabo en el campo con éxito el cultivo de áreas que reciben de la parte de aguas arriba, escurrimientos para completar la deficiencia de este líquido y así obtener buenas cosechas, se le denomina **cosecha de agua**, o de las **microcuencas** tanto en agricultura, en sí, como en el agostadero.

Se ha dado un panorama general del desarrollo que ha tenido el manejo principalmente del recurso suelo y el aprovechamiento del recurso agua directamente de la lluvia **in-situ**, pero ¿qué es lo que ha logrado esta acción hasta la fecha? puesto que, ha recibido el beneplácito y reconocimiento por todos, pero ¿se está en la misma proporción el apoyo? **La contestación es no**, desgraciadamente.

¿Qué factores han impedido esta acción coordinadora?, sería difícil darlos en pocas palabras o contestar este cuestionamiento.

LA PROGRAMACION: Partió del hecho legal de la obligación por ser de utilidad pública, de hacer trabajos de conservación para todos los dueños o concesionarios, según se interprete el Artículo 27 Constitucional, de Recursos Naturales en este caso del suelo pero al mismo tiempo de que fuera por convencimiento por ello, los primeros que se elaboraron, partieron de ese principio aún cuando sólo se daba asesoría y dirección técnica y todo el trabajo lo hacían por su cuenta los interesados. Estos programas sí deron frutos, pero no se lograba una aceptación general, fue la pequeña propiedad que ayudó poniendo el ejemplo, pero

problemas socio-políticos, hicieron que ésta no continuara haciendo trabajos. Estos programas cubrieron áreas aisladas donde los 'poseedores daban facilidades.

El siguiente paso fue adquirir tractores e implementos, para con ellos facilitar el trabajo de los interesados y así cubrir mayores áreas. Las metas fueron superadas, pero la ubicación de los trabajos también sólo se conocía al tener la anuencia de los interesados, lo que se conseguía a base de muchas reuniones, explicaciones, o sea una labor de difusión y convencimiento, que a veces sólo fue momentánea, o modificada por la propagación de rumores y dificultades entre grupos en el ejido.

Como la Ley prevé la ayuda a los campesinos que hagan los trabajos en sus parcelas, las nuevas programaciones ya comprendían esa ayuda, la que se calculaba por día de trabajo y sólo como estímulo, no pago por trabajo, por el equivalente al salario mínimo de la región o zona. Esta ayuda se documentaba en relaciones en forma de lista de raya, con el visto bueno del Agente de la Secretaría, las que pagaba el Representante de la Secretaría de Hacienda (pagador), personalmente.

Fue con este sistema con el que, a bajos costos, se cubrieron mayores áreas, y si se contó con la cooperación del campesino fue por el doble aspecto del beneficio y con el agrado de los Gobiernos de los Estados, que en los períodos de estiaje, veían paliados problemas de desempleo y de alimentación sobre todo cuando las cosechas no eran abundantes.

Durante mucho tiempo, esta fue la base de la programación y forma de ejecución de las prácticas, pero también su ubicación no podía ser previa, por la necesidad de aprobación de los beneficiados, y llevar a cabo estudios y levantamientos, no lo permitían, por los problemas de posesión de parcelas y linderos de ejidos.

Los años de 1975 y 1976, una fuerte sequía creó en el altiplano, especialmente, un estado de emergencia que obligó al Gobierno Federal, ocupar en obras diversas la mano de obra campesina para paliar su difícil situación por falta de cosechas, el programa para conservación del suelo y agua se planeó a base de una despensa familiar se-

manal y algo en efectivo para la adquisición de otros productos necesarios, el resultado fue satisfactorio tanto social como materialmente, y a bajo precio se cubrieron grandes áreas, con prácticas de conservación. Como siempre, fue objeto de críticas por calidad y procedimiento, llegando los demagogos a asegurar que se explotaba al campesino, pero cuando las precipitaciones mejoraron, les dieron óptimos frutos que en parte los resarcieron de las pérdidas por la sequía. Tampoco en este caso se fijó la ubicación específica, se hizo a nivel región, y a medida que se tenía tal conformidad personal y de grupo, se atendía el ejido.

Hubo después un nuevo enfoque, y la ayuda para las obras, no fue día trabajado sino que se le agregó el 7o. día, después un sobresueldo de 20%, pasado algún tiempo, se le agregó seguro de vida y luego la cuota del ISSSTE, y por último, tenían que firmar contratos de trabajo por períodos fijos, ya como empleados temporales de la Secretaría, sin atender lo ordenado por la Ley de Conservación, y haciendo muy complicado el uso de la mano de obra. También a semejanza de la obra civil, se exigía programas a nivel lugar, con planos, diseños, costos unitarios, se trataba el caso como si fuera ya un bien del Gobierno y el campesino un trabajador de él. Ya en otra parte se hizo mención a un hecho, producto de actuaciones político-burocráticas, que han dado como resultado la pérdida de confianza del hombre del campo en promesas. De ahí que si una vez no se ejecutan prácticas ofrecidas a un grupo ejidal, es difícil que acepte una nueva oferta y esto en programas quiere decir, presupuestos fijos cuando menos con 3 años de antelación, y así programar con precisión, lugar y obra, sin dejar de cumplir ofrecimientos.

Ante esta situación y el fuerte impulso dado a la Dirección en el aspecto económico, tuvo que modificar procedimientos y dar las prácticas a contrato por concurso, anulando el espíritu de la Ley, restando una fuerte darrama económica al campo en los períodos de seca, y burocratizando una labor que debe ser más social y menos sofisticada.

Pero creó además otros problemas como son, fijar de antemano áreas compactas para que el valor calculado del contrato fuera el real, y se

olvidó que, el campesino no fácilmente acepta se borren los linderos de su parcela, que no todos aceptan las obras por versiones de que se les quitarán y que cuando no están de acuerdo, las destruyen y por último, si dada su anuncia como ya se dijo en el plazo ofrecido no se ejecuta la obra, difícilmente vuelve a darlo.

PROGRAMACION Y EJECUCION: Si todas las actividades relacionadas con los recursos naturales renovables, deben desenvolverse acatando disposiciones contenidas en un solo mandato, que sin omitir ninguna de las ramas hará sus acciones coherentes y al coordinarse eficientes, al mismo tiempo resolverán en forma integral y definitiva problemas, y la calendarización por prioridades y secuencia será la más económica, efectiva y de resultados a menor plazo.

Esto no vedaría a cada dependencia de la ejecución de la parte que le correspondiera su programa, puesto que por su experiencia y conocimiento de la parte a su cargo, lo haría mejor en cantidad y calidad, y sin embargo no haría nada sin estar bien estudiado, debidamente coordinado, presupuestado y calendarizado el gasto y la ejecución de los trabajos.

Otro de los beneficios del método sería el referente al aprovechamiento de la mano de obra que, especialmente en el campo, que en términos generales estaba sub-empleada, y su ocupación en los períodos adecuados aminoraría problemas de emigración, abandono de parcelas y familias, y repercutiría en una mejor atención al campo de su parte, evitaría el crecimiento de los cinturones de miseria de las ciudades y devolvería al Gobierno y sus representantes la confianza primero del campo, después de la ciudad, que a la larga también resultaría beneficiada en precios, calidad y cantidad de satisfactores, esto no privaría de su autonomía a los organismos de trabajo. Ya vimos que a partir de la conquista y aún antes, había más destrucción que conservación, que conforme el tiempo pasa se acrecenta la primera y no en igual forma la segunda, los factores que interviene son el técnico, la política, pero fundamentalmente tal parece que está empeñado todo el género humano en acelerar su destrucción, ni los patéticos espectáculos de la hambruna en Africa, de la difícil y costosa producción

de alimentos, de un aire cada día más irrespirable, nos hace pensar y reconsiderar nuestra actuación destructiva y unirnos para evitar que esos panoramas vayan siendo cada día más siniestros.

De nada sirve una Ley de Conservación del Suelo y Agua que poco se respeta, que todas las Leyes y disposiciones enumeradas en párrafos anteriores hablan del problema, dictan medidas no siempre acordes con la realidad, a veces superponiéndose o estorbándose unas a otras, pero en términos generales, mal coordinadas y peor respetadas, es esto el resultado de una legislación difícil de captar en toda su extensión para hacerla respetable y ser respetada.

Lo ideal sería que una sola Ley comprendiera en forma sucinta todos los aspectos que están a la fecha en 40 ó 50 Leyes, Reglamentos, Acuerdos, Circulares, etc., etc. y un organismo único rector para que, no hubiera discrepancia de criterio y sobre todo pudiera hacerse efectivo el cumplimiento de la misma.

Ya existen las bases para hacer esta legislación, hay investigación suficiente que permite no sólo coordinar, sino mejorar lo existente como lo aconseja la práctica en cada rama, puesto que, tiene cosas de valía, lo mismo la Ley de Aguas que la de Protección al Medio Ambiente, que la Forestal, etc., por su dispersión, por su canalización con objetivos circunscritos a una actividad determinada, resulta a veces perjudicial para otra, de ahí que, si se quiere efectivamente evitar la destrucción de los recursos naturales renovables, de hacer respirable el ambiente en que se desarrolla la vida humana y aún gran parte de la fauna en toda su gama, el único camino que queda es una Ley única tan completa como sea necesario, y evitar que cada rama de la actividad que tiene relación con esos recursos y medios, dicte disposiciones que sólo pueden beneficiar más desde el punto de vista político, que desde el punto de vista nacionalista, de supervivencia, pero esto no es privativo de México, es problema mundial.

PERSPECTIVAS TECNICAS SOBRE LA CONSERVACION Y PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS EN MEXICO

Dr. Mario R. Martínez Menez

Introducción

La continua degradación del recurso suelo como resultado de los agentes erosivos y de las prácticas de manejo de suelo y vegetación son cada día más acelerados en la nación, encontrando que cerca del 80% de la superficie del país presenta erosión a diferentes grados. Esta alta proporción ha permitido jerarquizar al problema como prioritario, y prueba de ello es que se tienen programas para el control de la erosión desde 1945, cuando se aprobó la Ley de Conservación del Suelo y Agua.

Los programas establecidos han sido una respuesta en un principio al empuje de los iniciadores de los trabajos de conservación del suelo y del agua, a los grupos voluntarios establecidos para tal fin y, finalmente, a la disponibilidad de recursos económicos y humanos para llevar a cabo esas acciones. En estos programas las líneas de acción se concentraron en general en el establecimiento de terrazas de formación sucesiva y de presas para el control de azolves y su ubicación ha sido consecuencia de solicitudes o definiciones técnicas de las necesidades de obras de conservación. Sin embargo; en muchos de esos casos se debe analizar si fue el sitio más adecuado, si la práctica establecida fue la más eficiente y si la inversión podría recuperarse en tiempo.

Ante este problema, es conveniente establecer una planeación eficiente que permita determinar la causa-efecto del proceso erosivo, su repercusión en los procesos productivos y los factores que la aceleran o atenúan, de tal forma que ayuden a localizar áreas con diferentes riesgos de erosión y donde, de acuerdo con el factor erosivo, se puedan planear algunas alternativas de obras de conservación o de mejoramiento que ayuden a resolver el problema y que, aunados a las solicitudes de los interesados, se realicen acciones que sean más eficientes a nivel parcelario.

Antecedentes

El efecto de las pérdidas de suelo sobre la productividad del mismo es difícil de evaluar ya que varía de sitio a sitio y es función del tipo y profundidad del suelo y de las condiciones climáticas. Sin embargo, en general, se ha reportado que si se pierden 50.8 mm. de lámina, la productividad se reduce hasta en un 15% y cuando se pierde una lámina de 304.0 mm. la productividad se reduce hasta un 75%. En algunas ocasiones cuando aparece el material parental la productividad del suelo se reduce a un 100%. Esto es lógico, ya que se considera que los horizontes superficiales del suelo son los más productivos. Ver cuadro 1.

Las pérdidas de suelo también involucran pérdidas de nutrimentos, como nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros; y éstos, además que reducen la fertilidad de los mismos, representan una pérdida económica ya que para mantenerlos productivos hay que adicionar las porciones perdidas. En general, se ha estimado que en condiciones medias un suelo que tenga pérdidas de 25 ton/ha/año puede perder de 25, 37 y 25 kg/ha de n-p y k, respectivamente, lo que indica una pérdida económica de \$1,032.00 por año, si se consideran los precios de fertilizantes señalados en el cuadro 2. Asimismo, el citado cuadro muestra las pérdidas de suelo en ton/ha, nutrimentos en kg/ha y el costo que esto representa cuando existe terreno barbechado y el cultivo de maíz como se obtuvo en el Campo Experimental de Las Ollas, Chiapas (DGCSA, 1981).

Cuadro 1
Efecto de la variación de las pérdidas de suelo y su efecto en la productividad

Pérdida de suelo	Pérdida de suelo*	Reducción en productividad
mm.	ton/ha	%
50.8	635	15
101.6	1270	22
152.4	1905	30
205.4	2565	41
254.0	3175	57
304.0	3800	75

* Considerando una densidad aparente = 1.25 gr/cm³

Fuente: SCS (1977).

C u a d r o 2

Las pérdidas de suelo y su relación con las pérdidas de nutrientes y costo por material perdido

Criterio		Pérdidas de	Pérdidas de			C o s t o*
		suelo	nutrimento			
		ton/ha/año	N	P	K	\$/ha/año
Media	1)	25.00	25	37	25	1032
Terreno						
barbechado	2)	40.00	110	2	42	1812
Maíz	3)	6.00	10	5	70	610

- 1) S C S (1977)
 2) DGCSA (1981)
 3) " (")

* El costo de estas pérdidas fue considerando que 1 kg de n = 14.00, 1 kg de p = 10.00 y 1 kg de k = 6.00.

Adicionalmente a las pérdidas de suelo y nutrientes, la materia orgánica y la fracción húmica se pierde continuamente haciendo (1) que se reduzca la fertilidad, (2) cambie el estado de agregación de los suelos, (3) se modifique la relación precipitación-escorrentía y (4) se modifique la resistencia de las partículas del suelo a la remoción. Analizando datos de las pérdidas de suelo en la región del altiplano chiapaneco (Las Ollas, Chiapas) se encontró que las pérdidas de materia orgánica en una región recientemente desmontada variaba de acuerdo al uso del suelo, y era del orden de 2 a 0.17 ton/ha/año de materia orgánica removida del terreno. Ver cuadro 3.

C u a d r o 3

Análisis de las pérdidas de suelo y su relación con las pérdidas de materia orgánica

CRITERIO	Pérdidas de	M. O.	M. O.
	suelo*		
	ton/ha/año	%	ton/ha/año
Terreno barbechado	40.00	5.49	2.00
Maíz	6.00	2.82	0.17

* Fuente: DGCSA (1981).

Análisis de información

Los datos reportados permiten deducir que siempre habrá pérdidas de suelos en diferentes grados; sin embargo, deberán buscarse que éstas sean mínimas y comparables con las pérdidas de suelo permisibles. Debe entenderse como pérdidas de suelo permisibles al máximo nivel de erosión que permita un alto nivel de productividad de los cultivos para que sea sostenido en forma económica e indefinida. Bajo estos conceptos, sólo se debe permitir perder el suelo que en condiciones naturales se está formando, valorizando que esto es variable de acuerdo con los tipos de suelo. Para establecer un criterio de las pérdidas de suelo permisibles, el Servicio de Conservación de Suelos de E.U.A. (1977), propuso algunos límites que varían de 11 a 2 ton/ha/año y son función de la profundidad y tipo de material parental del suelo, como se muestra en el cuadro 4. Este análisis permite concluir que sólo podemos aceptar pérdidas de suelo menores de 11 ton/ha/año y cuando estos valores son mayores es necesario establecer trabajos de conservación del suelo y agua.

C u a d r o 4

Pérdidas de suelo permisibles (S C S, 1977)

Prof. del suelo	Material parental	Pérdidas de suelo				
		permisibles				
		11	9	7	4	2
100	Rocoso	+				
100	Arena o grava	+				
50 — 100	Rocoso		+			
50 — 100	Arena o Grava		+			
25 — 50	Rocoso					+
25 — 50	Arena o grava				+	
10 — 50	Lecho arcilloso				+	
25	Lecho rocoso					+
25	Arena o grava					+
10	Lecho arcilloso					

Bajo este esquema, sólo restaría estimar las pérdidas de suelo potenciales de un terreno determinado para que al compararlas con las pérdidas permisibles de suelo, permita realizar un diagnóstico de las necesidades de tipos de obras de conservación o manejo del suelo y la vegetación.

La estimación de las pérdidas de suelo potenciales pueden obtenerse con el uso de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (EUPS) (Wischmeier and Smith, 1979) de la siguiente forma:

$$E = R K L S$$

Donde:

- E — Pérdidas de suelo potenciales (ton/ha/año)
 R — Erosividad de la lluvia (Mega-joules, mm/ha.hr.año)
 K — Erodabilidad del suelo (ton.hr/Mega-joules.mm.)
 L — Longitud de la pendiente (m)
 S — Grado de pendiente %

Para estimar estas pérdidas potenciales de suelo, es necesario conocer la intensidad de la lluvia evento por evento y obtener de cada una de ellas su energía cinética y la intensidad máxima en 30 minutos, que al sumarlas, se obtendría el valor

de erosividad ($R = \sum_{i=1}^n EI$). La erodabilidad del

suelo es una función de las propiedades físicas-químicas e hidrológicas del mismo y se estima como una función del tamaño de la arena de 0.1 a 2.00 mm. y de arenas muy finas y la fracción limosa de 0.1 — 0.002 mm. el contenido de materia orgánica, el tamaño y tipo de agregados y la permeabilidad del suelo. La longitud y grado de la pendiente se miden directamente en el campo o en planos topográficos. Para realizar esta estimación, se considera que el suelo se encuentra desprovisto de vegetación, sin obras de conservación de suelo y permanece continuamente barbechado. Obviamente, estos valores serían máximos y se pueden atenuar si se consideran los factores modificables como son manejo del suelo y de la vegetación, que al representarse en una ecuación quedaría como:

$$E = R K L S C P \quad (2)$$

Donde:

- E, R K L S, fueron previamente definidos
 C — Factor de cubierta vegetal
 P — Factor de manejo del terreno

Como el valor de C y P son numéricos y multiplicativos, éstos pueden variar de 0 a 1. Cuando C es igual a 1 se considera que no existe vegetación y que el suelo se encuentra en barbecho continuo. A medida que aumenta la cobertura vegetal tanto en densidad como en frecuencia, este valor tiende a disminuir hasta 0.3 para el caso de maíz, 0.003 para pastizales y 0.001 para el bosque de encino, como ello se muestra en el cuadro 5. Algunos valores de C para otros tipos de vegetación o asociaciones de cultivos obtenidos en México y en otras partes del mundo se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5

Valores del factor C para diferentes coberturas vegetales

Cobertura Vegetal	Valor de C
Suelo desnudo	1.00
Tepetate	0.59
Bosque de encino	0.001
Pastizal	0.003
Pastizal degradado	0.22
Sabana	0.01
Maíz-sorgo	0.1—0.9
Tabaco-algodón	0.5
Café-palma	0.1—0.3
Cebada	0.2
Papa-col	0.3

Fuentes: Roose, E. (1975), Terrazas (1977), CP (1981) y DGCSA (1981).

En relación al factor P o manejo de terreno, es un factor atenuante del proceso erosivo y como su valor es multiplicativo, su efecto es nulo cuando no hay obras de conservación y el valor de P = 1.0. Al existir obra como surcado al contorno el valor P es de 0.89 y tiende a disminuir hasta 0.14 cuando se utilizan las terrazas de banco. Cabe aclarar que estos valores de P, cambian con la pendiente dominante del terreno; sin embargo, en forma general se pueden dar algunos valores de P para diferentes obras de conservación como las que aparecen en el cuadro 6. Debe notarse que las prácticas vegetativas son más eficientes que las mecánicas como ello se muestra en el cuadro 6 y en el cuadro 5 previamente citado.

Cuadro 6

Valores numéricos del factor de prácticas Mecánicas (P) de la E U P S

Tipo de Obra	Valor de P*
Surcado al contorno	0.89
Terraza de base ancha	0.27
Terraza de base angosta (CP)	0.68
Terraza de base angosta (SARH)	0.70
Terraza de contrapendiente	0.18
Terraza de canal amplio	0.40
Terraza de banco	0.14

Fuentes: Arnoulds (1977 y CP (1981).

* Estos valores son aceptados para una pendiente del 5% y consideran algunos tipos de terrazas de surcado al contorno.

lizar. En el caso de utilizar el maíz en siembras tradicionales el factor C sería de 0.5 (promedio) y si no se realiza obra de conservación el valor de P sería de 1.0, así que las pérdidas de suelo se reducen hasta 6.32 ton/ha, pero sigue existiendo una degradación de 2.23 ton/ha para ese año. Si el maíz se combina con surcado al contorno ($C = 0.5$ y $P = 0.89$) las pérdidas serían igual a 5.54 ton/ha y serían un poco mayores que las permisibles de 4.0 ton/ha. Ahora, si se cambia el cultivo de maíz por el de cebada el valor de C se reduce de 0.5 a 0.2 y si el de P permanece como 1, las pérdidas de suelo esperadas serían de 2.49 ton/ha/año y menores que las permisibles. Consecuentemente, el cambio de uso del suelo sería más recomendable que la misma obra y así evitarían las inversiones con los sistemas de terrazas. Ver cuadro 7.

Cuadro 7. Criterios para la planeación de obras de Conservación del Suelo y Agua Sitio - Cuenca del Río Texcoco Lote Sitio Nativitas 1981

Uso del terreno	Potencial Erosivo* ton/ha/año	C	P	Pérdidas de suelo ton/ha/año	Degradación ton/ha/año
Terreno barbechado	12.46	1.0	1.0	12.46	8.46
Maíz	12.46	0.5	1.0	6.23	2.23
Maíz más surcado al contorno	12.46	0.5	0.89	5.54	1.54
Maíz más terraza de base angosta	12.46	0.5	0.68	4.24	0.34
Cebada	12.46	0.2	1.0	2.49	—

Pérdida máxima permisible 4.0 ton/ha/año

* Potencial erosivo $E = R K L S$

* Potencial erosivo $E = 3906.27 \cdot 0.022 \cdot 0.145 = 12.46$ ton/ha/año

Consecuentemente un efecto combinado de las prácticas mecánicas y vegetativas, ya sea con cultivos que protegen al suelo o con manejo de residuos de cosecha, son más eficientes ya que pueden reducir al máximo las pérdidas de suelo hasta valores menores que las pérdidas máximas permisibles, no importando que el potencial erosivo de la región sea muy alto.

Ejemplo de aplicación

De acuerdo con la información existente en la cuenca del Río Texcoco (Lote de Nativitas) para el año de 1981, el valor del factor erosividad (R) estimado fue de 3906.27 Mega-joules.mm/ha.hr. año, el valor del factor de erodabilidad fue de 0.022

ton.hr/Mega-joules.mm. y el de LS fue de 0.145 ya que la pendiente del terreno es de 3% y la longitud de 25 m. Utilizando la ecuación (1) se obtiene que las pérdidas de suelo potenciales son de 12.46 ton/ha/año. Si consideramos que esos suelos son someros de profundidad menor de 50 cm. con lecho rocoso, y utilizamos el cuadro 4, se obtiene que las pérdidas de suelo permisible serían de 4 ton/ha/año. Si se comparan estos valores se obtiene que potencialmente existe una degradación del suelo del orden de 8.46 ton/ha para el año de 1982. Para reducir estas pérdidas se tendría que tomar la decisión del cultivo por utilizar. Este ejemplo explica claramente cómo la EUPS puede utilizarse para la planeación de obras de

conservación del suelo y del agua; sin embargo, debe entenderse que es necesario generar más información para poder determinar a nivel de área de trabajo, el riesgo de erosión potencial en base a la EUPS y determinar la eficiencia de la práctica vegetativa y mecánica para disminuir el proceso o minimizarlo. Asimismo, debe considerarse que el uso de la EUPS considera la erosividad de la lluvia, que es un factor estocástico, donde el azar juega un papel importante, de tal manera, que la selección de las prácticas de conservación podrían ser más eficientes un año determinado y al próximo podría existir una degradación del suelo. Esto indica, que el valor de erosividad de la lluvia debe considerarse bajo diferentes riesgos o períodos de retorno que podrían ser de 2, 5 ó 10 años, y que indicaran el riesgo para que una precipitación altamente erosiva se presente en esa región.

Potencialidades

El manejo de los residuos de la cosecha, un buen desarrollo de los cultivos y la implementación de obras de conservación del suelo y agua representan un alto potencial para minimizar las pérdidas de suelo.

Lal, et al (1977) reportó que en Rhodesia se utilizaron varias pendientes del suelo de 1 a 10%, adiciones de rastrojos de 2, 4 y 6 ton/ha y cero labranza, para evaluar las pérdidas de suelo. Encontrando que la erosión se redujo de 10 a 0.01 ton/ha/año y de 50 a 0.8 ton/ha/año en terrenos de cero labranza y con pendiente de 1% y 10%, respectivamente. El efecto del rastrojo fue similar pero con menor magnitud como ello se muestra en la Figura 1. Experiencias similares han sido reportadas para diferentes regiones de México por Trujillo (1979) y Terrazas (1977).

Los efectos de los sistemas de manejo, residuos de cosecha sobre la producción de maíz y las pérdidas de suelo han sido estudiadas por varios autores y un resumen de esto indica que la producción de maíz se puede incrementar con el uso de rastrojos, bordos (tipos de terrazas) y con la labranza mínima, y podrían disminuirse o mantenerse constante con el uso de cero labranza. En relación a las pérdidas de suelo, éstas pueden elevarse hasta 200 ton/ha/año cuando el terreno

se encuentra con barbecho continuo, se pueden minimizar con el uso de labranza cero, mínima y con obras de conservación de suelo como esto se muestra en la Figura. 2.

La eficiencia de los rastrojos y los sistemas de labranza en la reducción de las pérdidas del suelo al aplicar lluvia simulada fue estudiada en Lomas de San Juan, Chapingo, México (Montenegro, 1981). Los resultados reportados indican que las pérdidas de suelo aumentan con la precipitación y que éstas se hacen más notorias cuando se tiene máxima labranza como es el caso de subsoleo, más barbecho más rastras, a pesar que al inicio de la prueba se comportaban de manera similar. Ver Figura 3.

Cuando se considera la vegetación y en especial los pastos, éstos son muy eficientes en el control de la erosión como ello se muestra en la Figura 4, donde se indica que a pesar de incrementar la intensidad de la lluvia de 22 a 86 mm/hr, la erosión aumentó de 2 a 3 veces dependiendo de la especie estudiada y en todos los casos las pérdidas de suelo fueron menores de 400/kg/ha para eventos de alta intensidad.

Esta información indica que el gran potencial para la reducción del proceso erosivo se encuentra en los sistemas de labranza, uso de rastrojos, selección de cubiertas vegetales y finalmente, en el complemento de la obra de conservación del suelo y agua. Si esto se confirma, en varias regiones del país, es posible tratar de generar cambios en los usos del suelo y evitar al máximo el uso aislado de pequeñas obras de conservación de suelo y agua; y en su defecto, complementar el uso de la vegetación y la obra mecánica para incrementar las eficiencias en las inversiones públicas.

Conclusiones

Basados en la información reportada se pueden presentar las siguientes conclusiones:

- Es necesario estudiar a nivel regional el riesgo de erosión de los suelos para poder realizar una planeación adecuada de las obras de conservación y las prácticas de manejo de suelo y vegetación.

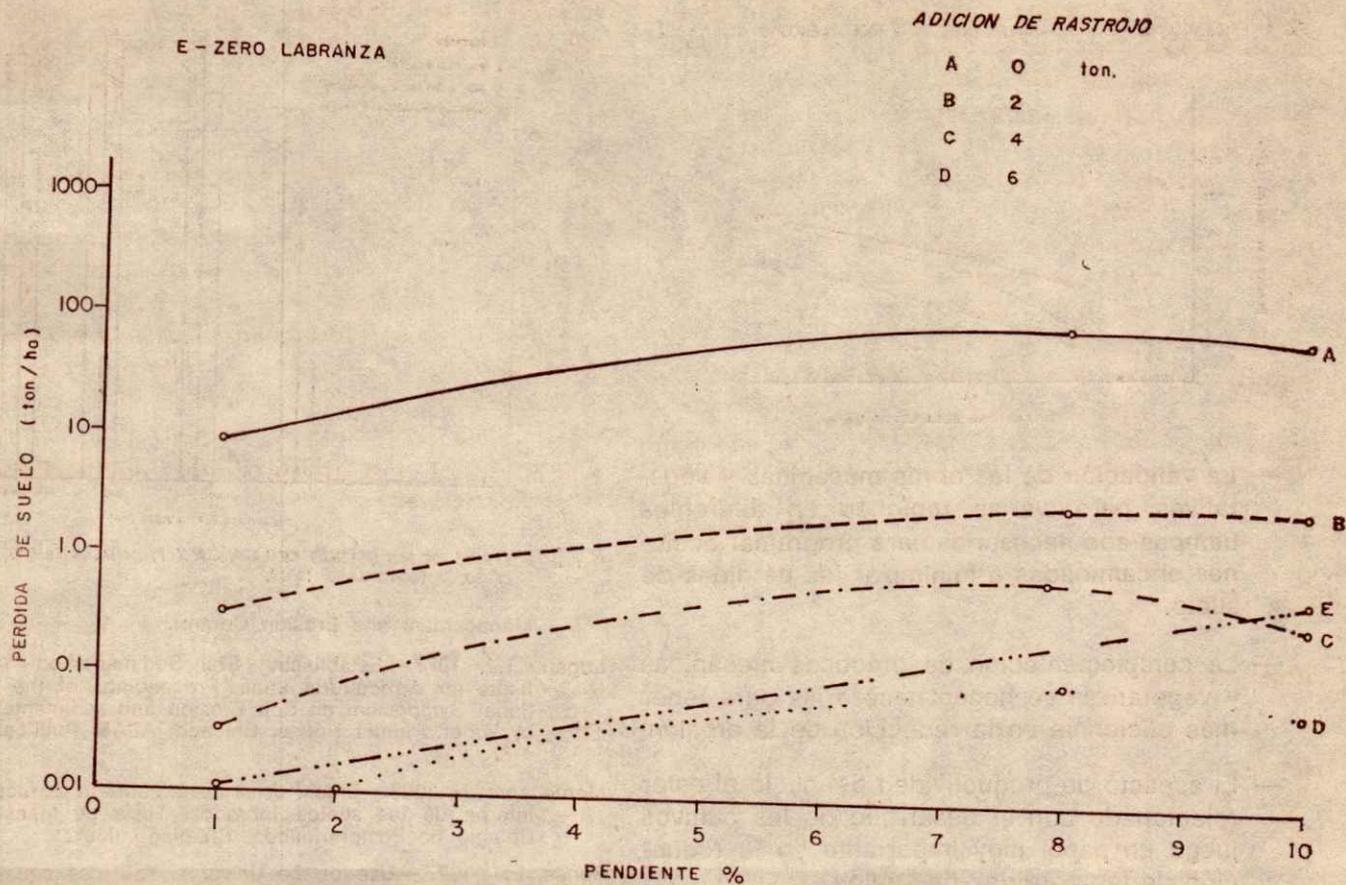


FIG.-1 EFECTO DEL RASTROJO Y ZERO LABRANZA EN LAS PERDIDAS DE SUELO PARA DIFERENTES CONDICIONES DE PENDIENTE. LAL ETAL 1977

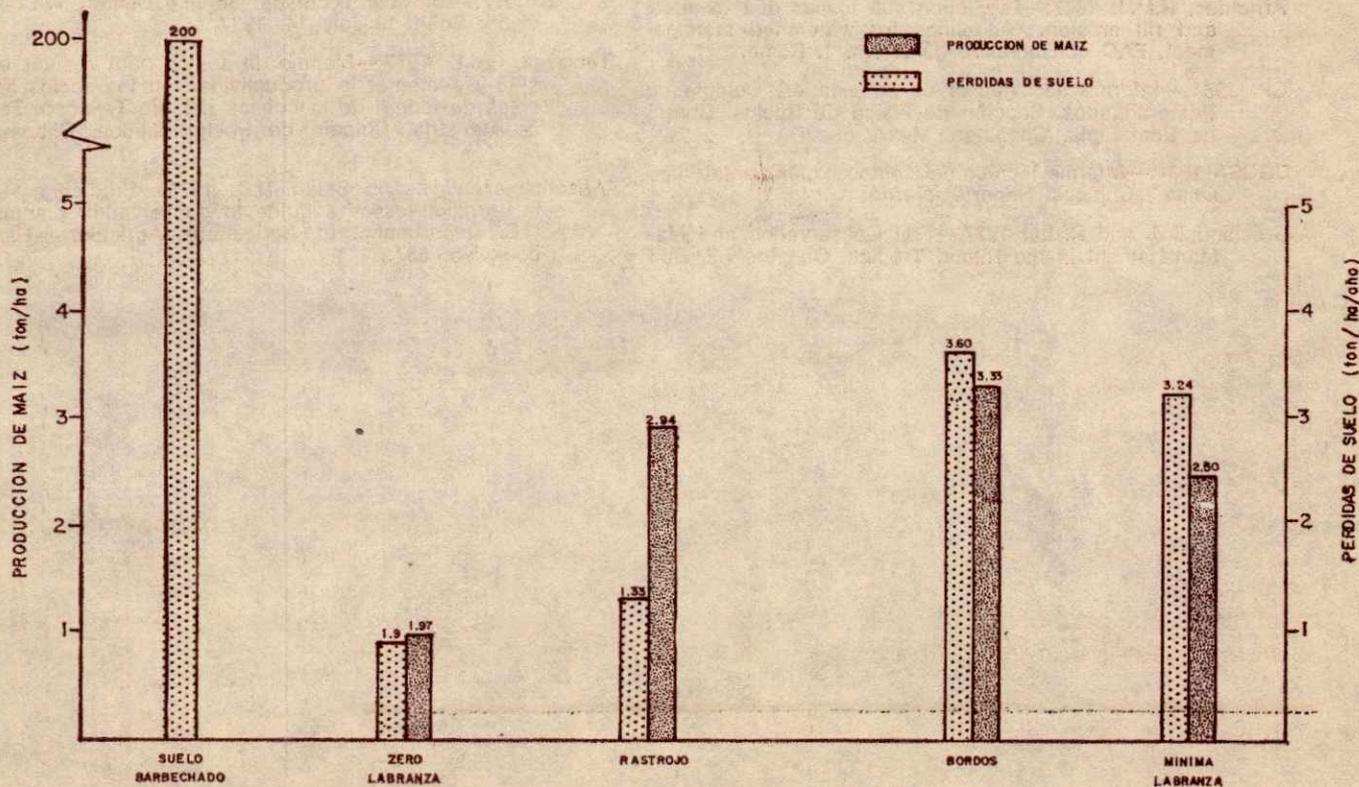
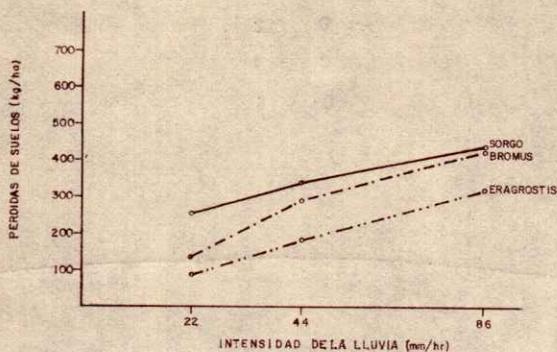


FIG.-2 EFECTO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO SOBRE LA PRODUCCION DE MAIZ Y PERDIDAS DE SUELO (VARIOS AUTORES)

FIG. 4 EFICIENCIA DEL PASTO PARA REDUCIR EL PROCESO EROSIVO (C.P. 1980)



- La validación de las obras mecánicas y vegetativas para varias regiones en diferentes tiempos son necesarias para programar acciones encaminadas a minimizar las pérdidas de suelo.
- La complementación de prácticas mecánicas y vegetativas se hacen necesarias para tener más eficiencia en la reducción de la erosión.
- El aspecto de productividad del suelo al estar relacionado con el desarrollo de los cultivos juega un papel muy importante en la reducción de las pérdidas de suelo.

BIBLIOGRAFIA

- Arnoldus, H.M.J. 1977.—Predicting soil losses due to sheet and rill erosion. Guidelines for watershed management. FAO conservation guide No. 1. Rome.
- CP. 1981.—Informe de avances de actividades. Colegio de Postgraduados. Sección de Física de Suelos. Centro de Edafología. Chapingo, Méx.
- DGCSA 1981.—Informe técnico del campo experimental "Las Ollas", Chiapas. Reporte interno.
- Greeland D.J. and R. Lal 1977.—Soil Conservation and Management in the Humid Tropics. Chapter 4.3. Soil

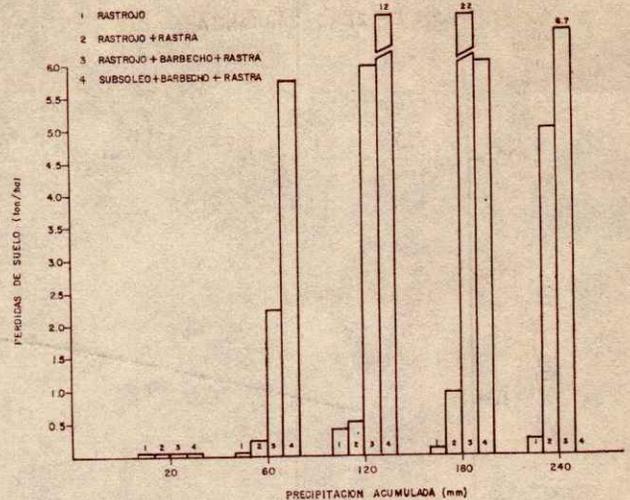


FIG. 3 EFECTO DE LOS SISTEMAS DE LABRANZA Y PRECIPITACION EN LAS PERDIDAS DE SUELO (MONTENEGRO 1982).

Management and Erosion Control.

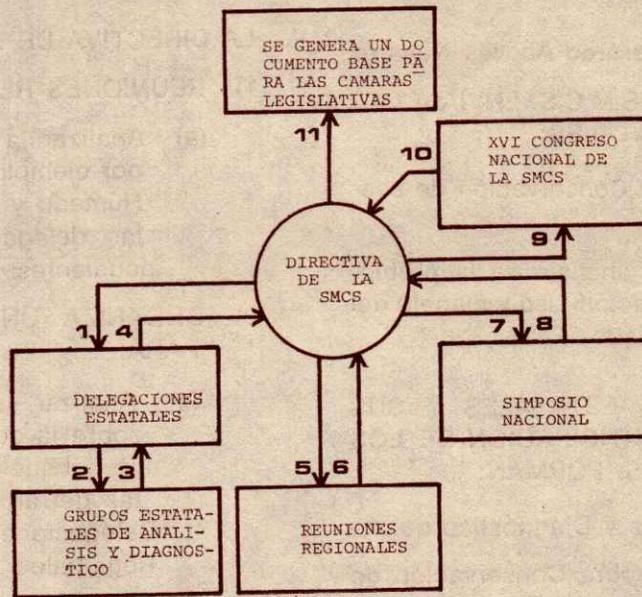
- Logan, T.J. 1977.—Establishing Soil Sedimentation Yield limits for Agricultural Land. Proceedings of the National Symposium on Soil Erosion and sedimentation by water. Palmer House, Chicago. ASAE. Publication 4-77.
- Montenegro, H. 1982.—Efecto de la lluvia sobre la estructura interna de los suelos labrados. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Roose, E.J. 1977.—Use of the Universal soil loss equation to predict erosion in west Africa. In Soil Erosion: Prediction and Control. Special publication No. 21. SCSA.
- S C S 1977.—Midwest Technical Service Center. TSC. Advisory Soil-It-13 July 14, 1977.
- Terrazas, G.J.L. 1977.—Manejo de suelos para reducir erosión y aumentar la productividad en los suelos agrícolas de ladera de la cuenca del Río Texcoco. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. 1978.—Predicting rainfall erosion-losses a guide to conservation planning, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.

PROPOSICION DEL PROCEDIMIENTO PARA LA PARTICIPACION DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, EN LA ELABORACION DE UNA NUEVA LEY PARA LA CONSERVACION, USO Y MANEJO DEL SUELO EN LA REPUBLICA MEXICANA

Dr. Everardo Aceves Navarro

- I. LA DIRECTIVA DE LA S.M.C.S. ENVIA A LAS DELEGACIONES ESTATALES:
 - 1) Ley de 1946 sobre Conservación de suelos.
 - 2) Cuestionario para análisis de la problemática de conservación, uso y manejo del suelo en cada Estado.
- II. LAS DELEGACIONES ESTATALES Y SUS AUXILIARES CON PARTICIPACION DE LOS MIEMBROS DE LA S.M.C.S. FORMAN:
 - 1) Grupos de Análisis y Diagnóstico de:
 - a) Ley de 1946 sobre Conservación de suelos.
 - b) La Problemática existente en el Estado en relación con la conservación, uso y manejo del suelo.
- III. LOS GRUPOS DE ANALISIS Y DIAGNOSTICO HACEN:
 - 1) Las propuestas en términos de Ley que consideren deban incluirse en el documento de trabajo para la elaboración de la Ley sobre conservación, uso y manejo del suelo en México.
 - 2) Sus propuestas de articulado las entregan a la Delegación y se reúnen para integrar un solo documento.
- IV. LAS DELEGACIONES ESTATALES REALIZAN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:
 - 1) Organizan una Reunión Estatal donde se invita a participar a profesionistas de otras especialidades y carreras, a fin de mejorar la propuesta para la elaboración de la Ley hecha por los grupos de análisis y diagnóstico. De esta reunión se obtiene la propuesta estatal final.
 - 2) Envían a la Directiva de la S.M.C.S. la Propuesta Estatal en las fechas convenidas.
- V. LA DIRECTIVA DE LA S.M.C.E. PROMUEVE:
 - 1) REUNIONES REGIONALES PARA:
 - (a) Analizar la problemática específica, por ejemplo de los suelos del Trópic-Húmedo y afinar las propuestas de las delegaciones estatales correspondientes.
 - 2) ORGANIZA UN SIMPOSIO NACIONAL PARA:
 - (a) Analizar la problemática nacional sobre la conservación, uso y manejo del suelo, y mejorar las propuestas del articulado obtenidas de las Delegaciones Estatales y Reuniones Regionales.
 - 3) EL XVI CONGRESO NACIONAL DE LA S.M.C.S. PARA:
 - (a) Dar a conocer los avances en la elaboración del documento base para la Ley.
 - (b) Con ponencias de Profesionistas invitados de diferentes áreas como: Abogados, Ingenieros Civiles, Arquitectos, etc., y Miembros de la Sociedad, se integre una reunión plenaria, para mejorar el documento con las aportaciones que se presenten.
 - 4) LA OBTENCION DE UN DOCUMENTO BASE FINAL PARA PONERLO A LA CONSIDERACION DE LAS CAMARAS LEGISLATIVAS DEL PAIS.
- VI. LA S.M.C.S. ENTREGA A LAS CAMARAS LEGISLATIVAS, A TRAVES DE LAS COMISIONES CORRESPONDIENTES, EL DOCUMENTO BASE PARA ELABORAR UNA LEY SOBRE CONSERVACION, USO Y MANEJO DEL SUELO EN LA REPUBLICA MEXICANA.

PROPUESTA DE DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA PARTICIPACION DE LA S.M.C.S. EN LA ELABORACION DE UN DOCUMENTO BASE PARA LA NUEVA LEY SOBRE CONSERVACION, USO Y MANEJO DEL SUELO EN LA REPUBLICA MEXICANA.



DIVISION DE DIAGNOSTICO, METODOLOGIAS E INVESTIGACION

M.C. Rubén Guajardo Viera
Presidente

La importancia que en el contexto de la Ciencia del Suelo tienen la identificación, sistematización y análisis de fenómenos, procesos y determinación de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, así como el conocer su comportamiento e interacciones y establecer relaciones con otros factores y fenómenos externos al suelo para mejorar su productividad, crea la necesidad de validar, mejorar y uniformizar metodologías y técnicas de diagnóstico, a fin de fortalecer la investigación básica y aplicada para resolver y dar soluciones acordes a las necesidades del campo mexicano.

En base a lo anterior, en el XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo se reunieron tres grupos de trabajo para exponer y analizar diferentes temas en esta División, cuyas conclusiones y recomendaciones son las siguientes:

1. Mesa de Física de Suelos.

- a) Debido a que las investigaciones de labranza de los suelos en México, se han realizado en forma aislada, sin una metodología uniforme y definida y por la importancia que los resultados obtenidos indican, en el sentido de que, el laboreo excesivo de los suelos deteriora sus características físicas, tiende a incrementar los costos de operación del cultivo y no se obtienen incrementos aparentes en los rendimientos, se recomienda:

Realizar un Simposio donde se examinen las necesidades de labranza en México, se defina una metodología de trabajo, se impulse y divida el esfuerzo experimental entre instituciones, se evalúen y divulguen resultados.

- b) Debido a que el uso indiscriminado de metodologías reportadas por la literatura para la determinación de constantes o parámetros físicos, producen errores de repercusión práctica, se recomienda:

Que la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo elabore un Manual de Metodologías donde se indiquen sus características, funcionamiento, limitaciones y uso más conveniente.

- c) Como resultado de la investigación básica presentada en relación a los efectos electromagnéticos de los suelos, se recomienda seguir e impulsar esa línea de investigación, a fin de conocer y evaluar los fenómenos, procesos y mecanismos que intervienen en la estabilidad y agregación de los mismos.

2. Mesa de Química de Suelos.

Las recomendaciones de esta mesa son las siguientes:

- a) Incrementar el interés por los estudios de Química de Suelos, tanto en aspectos de metodología para análisis como tendientes a mejorar el conocimiento de los procesos que se practican y de los fenómenos químicos que se presentan en el suelo.
- b) Realizar un Simposio entre las personas que se dedican a los análisis de suelos, con el fin de propiciar la uniformización de la metodología empleada en dichos análisis.
- c) Fomentar el estudio de Química de Suelos en los centros educativos.

3. Mesa de Contaminación de Suelos:

Resultados de la investigación del problema actual correspondiente a la contaminación de los suelos, la necesidad de identificar y definir su magnitud así como de prevenir y evitar que el fenómeno se agudice, han inquietado a algunos investigadores mexicanos a redoblar esfuerzos para resolver el problema, mediante las siguientes recomendaciones prioritarias:

- a) Gestionar se comisione y responsabilice a los Distritos de Riego para vigilar la contaminación de las aguas que se utilizan con fines de producción de cultivos.
- b) Pedir a las autoridades correspondientes que haya un control estricto en el desecho de las aguas industriales.

- c) Solicitar se establezca un control y vigilancia efectivo y permanente en el uso agrícola de las aguas negras.
- d) Coadyuvar a que se fomenten e incrementen los estudios sobre contaminación

CONCLUSIONES EN LA DIVISION SUELO-VEGETACION

Dr. Enrique Palacios Vélez
Presidente

1. Es de importancia primordial para la planeación agrícola de las zonas temporaleras tener información meteorológica representativa a nivel de zonas productoras. En una primera instancia y en función de la disponibilidad de la mencionada información meteorológica, es recomendable caracterizar agroclimáticamente las zonas agrícolas del país. Esta caracterización implica hacer balances hídricos entre la demanda evapotranspirativa y la precipitación pluvial observada en el tiempo y en el espacio; también debe tomarse en cuenta el régimen de variación térmica que influye en la mayor parte de los cultivos agrícolas.
2. En una segunda instancia, utilizando información edafológica disponible en las zonas agrícolas, así como información meteorológica utilizando modelos de simulación de sistema suelo-planta-atmósfera, debidamente ajustados con información experimental, conviene simular en el tiempo y en el espacio la respuesta de los cultivos a diferentes condiciones de manejo, con objeto de definir estrategias que permitan mejorar la productividad de las zonas agrícolas temporaleras.
3. En una tercera instancia, la información estadística sobre rendimientos medios observados en la región a través del tiempo y en diferentes puntos, permitirá validar los resultados obtenidos por la simulación y en su caso, en base a estas observaciones, hacer los ajustes correspondientes en las estrategias de mejoramiento para definir reglas operativas que permitan mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.

- del suelo, en los diferentes centros de investigación e instituciones relacionados con este problema.
- e) Proponer se estructure y promueva a nivel regional, campañas anti-contaminación del suelo.

4. Es conveniente incrementar los estudios tendientes a conocer mejor la respuesta de los cultivos a las variaciones de los factores atmosféricos y edáficos. El conocimiento del sistema agua-suelo permitirá definir nuevos conceptos que auxilien y precisen los métodos usados para su caracterización, tal es el caso del concepto eficiencias del uso de agua, entre otros. El conocimiento no aislado de la planta en un medio, podrá favorecer nuevas líneas de investigación en los estudios de productividad.
5. El conocimiento cuantativo de la respuesta de diferentes genotipos al uso del agua, puede ser de mucho interés para los genetistas que buscan variedades resistentes a las condiciones de aridez que dominan gran parte de Territorio Mexicano.
6. La generación de ecotipos edáficos constituye una gran alternativa para aumentar la producción en aquellas áreas en las que por restricciones de suelos, no alcanzan su máximo rendimiento (suelos salinos, calcimórficos y ácidos), por lo que es necesario intensificar la investigación en la variabilidad "adaptación" y susceptibilidad genética. Además de realizar las investigaciones *in situ*, independientemente de los demás factores que son evaluados en un proceso productivo.
7. Las áreas que por efectos de mal manejo o condiciones ecológicas adversas están restringidas en los recursos agua y/o suelo requieren de la implementación de sistemas intensivos de producción, considerándose a la hidroponía como una buena alternativa para ello; sin embargo, se recomienda que para su desarrollo se realice investigación interdisciplinaria en cuanto a su factibilidad tecnológica, viabilidad económica y aceptación en el medio rural.

8. El uso del análisis de los frutos como estimadores del rendimiento y del estado nutricional y el de exudados del xilema para definir la eficiencia o ineficiencia en la absorción de micronutrientes en algunos cultivos como en el maíz, son ejemplos de la utilidad del empleo de los métodos de diagnóstico de análisis vegetal no tradicionales, como el análisis foliar.
9. La fertilización eficiente en perennes, implica el conocimiento de las interrelaciones entre: posición de la aplicación del nutrimento, efecto de los esfuerzos de humedad y movilidad nutrimental en la planta.
10. Debido a la diversidad de técnicas de análisis y de metodologías para la caracterización física y química de los suelos y de las aguas, se recomienda que la Sociedad haga un estudio al respecto y recomiende las metodologías más adecuadas a nuestro medio.

CONCLUSIONES DE LA DIVISION DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO SUELO

Dr. José Isabel Cortés Flores
Presidente

Los trabajos presentados en la División Aprovechamiento del Recurso Suelo, indican que no obstante los avances que se han logrado en las áreas de Fertilidad, Productividad, Drenaje y Recuperación de Suelos, así como en el área de Conservación para la solución de los diferentes problemas relacionados con la producción agrícola, pecuaria y forestal, se observan deficiencias en algunas áreas relacionadas con el aprovechamiento del recurso suelo.

Por lo tanto, esta División ha llegado a las siguientes conclusiones en cuanto al aprovechamiento de los recursos suelo y planta, así como a las estrategias y políticas que permitan incrementar su productividad. Desde el punto de vista suelo se tiene:

1. Para lograr un mejor uso y conservación del recurso suelo, la ampliación de la frontera agrícola debe considerar el rescate y recuperación de tierras ociosas, la recuperación de

suelos levemente erosionados y la intensificación del uso de la tierra con patrones de cultivos dobles y aun triples, reconciliados con prácticas de conservación del suelo. Estos enfoques deben considerarse muy seriamente como medios fundamentales para ampliar nuestra frontera agrícola frente a la alternativa de desmontar.

2. Aplicar medidas correctivas y preventivas que permitan el mejoramiento de los suelos afectados por sales, a la vez que se promueve su uso con diferentes cultivos de acuerdo a su tolerancia a la salinidad.
3. Rescatar tecnologías tradicionales sobre obras de conservación del suelo y del agua y, al mismo tiempo analizar su productividad.
4. Intensificar los estudios que conduzcan a un uso racional de los abonos orgánicos que dispone el país.

Desde el punto de vista Planta se concluye que es necesario:

1. Incrementar los estudios fisiológicos asociados con investigaciones prácticas, para explicar los aspectos productivos de los cultivos básicos de México e incrementar significativamente su rendimiento.
2. Esforzarse por definir y comprender los ecosistemas del país y buscar su manejo racional mediante la integración del cultivo de plantas y animales.
3. En los estudios agronómicos, incorporar los factores principales que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En cuanto a Estrategias y Políticas se tiene:

1. La SMCS debe participar intensamente en la elaboración de un anteproyecto de Ley para el Uso, Manejo y Conservación del Recurso Suelo, así como plantear los elementos fundamentales de la reglamentación de dicha Ley. Dentro de esta Ley, entre otros puntos debe protegerse a los suelos de alta calidad agrícola de su uso para fines urbanos.
2. Integrar grupos interdisciplinarios para definir estrategias que permitan identificar y cuantificar los problemas de producción que determinan el rendimiento potencial de los cultivos en una región específica.

3. Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos humanos, técnicos y económicos disponibles en el sector agro, a través de una coordinación e interacción adecuada de los organismos responsables de la producción agrícola, pecuaria, forestal y de la conservación de los recursos.

Un ejemplo sería: desarrollar tecnología para producir cultivos anuales en condiciones de pendientes pronunciadas, protegiendo a la vez el suelo contra su deterioro. La coordinación e interacción podría ser entre el INIA y la Dirección General de Conservación de Suelo y Agua. Hay otros ejemplos que podrían ser citados.

4. Analizar las causas de los bajos índices de adopción de las recomendaciones tecnológicas en las regiones donde se cuenta con tecnología apropiada. En este aspecto fue

evidente la necesidad de que el investigador mismo acepte su participación no solamente hasta la fase de generación de tecnología, sino que debe continuar en la fase de implementación con el apoyo de las instituciones involucradas y, en última instancia, la aceptación por parte del agricultor. Por lo tanto, para aminorar el fenómeno de la falta de adopción de la tecnología, el investigador deberá idear y decidir las alternativas de solución en base al concepto de Tecnología Apropiada.

5. Debido a la falta de comunicación entre los diversos técnicos del sector agropecuario, se sugiere la creación de un comité editorial dentro de la SMCS cuya función sea la elaboración de una revista de divulgación técnica con difusión a nivel nacional, y así actualizar a los socios en los avances y logros alcanzados en el sector.

EFFECTO DE LA LLUVIA SOBRE LA ESTRUCTURA DE SUELOS LABRADOS⁺

Figueroa Sandoval, B.**
Montenegro G., H.*
Martinez Ménez, M.**

RESUMEN

Se define a la estructura de un suelo como el arreglo espacial de las unidades estructurales y los vacíos del mismo. La mayoría de los autores toman a los agregados del suelo como las unidades estructurales, e implican en su definición que para cada suelo esta unidad es estable y presenta una geometría particular. En este contexto, muchos de los fragmentos producidos durante el laboreo de los suelos se pueden considerar como agregados.

Es de conocimiento general que la estructura de los suelos labrados cambia con el tiempo y es por eso que es importante determinar el comportamiento de las unidades estructurales, cuando están sujetas a cambios en las condiciones físicas. Una de las razones más comunes para cambios rápidos de estructura es la interacción de los agregados con el agua, especialmente con las gotas de lluvia.

El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar los cambios de estructura de un suelo de textura media con cuatro tratamientos de labranza (rastreo, rastreo más rastra, rastreo, barbecho, rastra; y subsoleo, barbecho y rastra). A cada tratamiento se le aplicaron diferentes niveles de láminas de agua utilizando un simulador de lluvia. La estructura se midió en un bloque de suelo impregnado con resina, utilizando la metodología de Dexter y Hewitt (1980).

Las aplicaciones de lluvia en forma continua provocaron un mayor arreglo de la estructura del suelo a partir de cierto nivel de energía cinética aplicada. Los tratamientos de labranza y adición de rastreo al suelo, aumentaron la macroporosidad lineal. Los incrementos sucesivos de energía cinética ocasionaron cambios en la macroporosidad, en el tamaño medio del poro y en el tamaño de los agregados. La velocidad de infiltración y erosión varió en los diferentes tratamientos por efecto de la aplicación del agua de lluvia.

ABSTRACT

Soil structure is the spatial array of the structural units and the empty spaces. Most authors consider soil aggregates as the structural units, which are stable and with a particular geometry. In this context, many of the fragments formed during soil tillage may be regarded as been aggregates.

It is well know that under cultivation soil structure changes with time, hence it is important to determine changes in structural units when there are changes in physical conditions. One of the most comon causes of a rapid changes in soil structure is the contact with water of soil aggegates, specially with rain drops.

+ Ponencia presentada en el XV Congreso Nacional de la S.M.C.S.

* Ingeniero Investigador, CEDAF, Colegio de Postgraduados.

** Doctores en Ciencias, profesores investigadores del Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados.

The objective of this paper was to determine changes in structure of a medium texture soil under four tillage treatments:

- 1) Application of a cover of dry residues of maize.
- 2) Residues of maize plus light plough.
- 3) Residues of maize, plough under and light plough.
- 4) Subsoil plough, plough under and light plough.

Water treatments were then applied to each tillage treatment using a rain simulator. Soil structure was determined in a soil block impregnated with resin, using the method proposed by Dexter and Hewitt (1980).

The application of continuous rain caused the greatest change on soil structure after a level of kinetic energy applied. The level of tilling and application of dry residues of maize increased lineal macroporosity. Successive increments of kinetic energy caused changes in the macroporosity, average size of pores and in the size of aggregates. Infiltration and erosion velocity was affected by the treatments.

La estructura del suelo ha sido objeto de estudio desde los orígenes de la ciencia del suelo. Sin embargo, no se tiene una definición de aceptación universal, aunque la mayoría de los autores la definen como el arreglo espacial de las unidades estructurales y los espacios vacíos del suelo, e implican en su definición que para cada suelo esta unidad es estable y presenta una geometría particular. En este contexto, muchos de los fragmentos producidos durante el laboreo de los suelos se pueden considerar como agregados.

Por otro lado, la estructura de los suelos cambia en el tiempo y el espacio debido a variaciones en las condiciones físicas. Una de las razones más comunes para transformaciones rápidas de estructura es la interacción de los agregados con el agua, especialmente con las gotas de lluvia.

Los cambios en estructura del suelo debido al rompimiento de los agregados pueden producir: (i) cambios en el ambiente general ya que la estructura afecta grandemente el movimiento del aire, agua y calor en el suelo; (ii) cambios en las propiedades mecánicas del suelo que afectan la germinación de las semillas, el establecimiento de las plántulas y el crecimiento de las raíces; y (iii) un aumento en la escorrentía y la erosión, debido a una reducción en la conductividad hidráulica de la capa superficial del suelo.

Una recopilación reciente de métodos para medir características estructurales es reportada por el grupo de trabajo de Europa Occidental en estructura del suelo de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (1967). La mayoría de los métodos ahí propuestos para medir estructura se agrupan en tres categorías: (a) métodos que utilizan mediciones de la conductividad hidráulica o infiltración, donde las variaciones estructurales se determinan mediante cambios en las características de infiltración de la muestra (Quirk y Schofield, 1955; Collis-George y Laryea, 1972); (b) métodos basados en la porosidad del suelo; en los cuales las modificaciones de la estructura se miden describiendo los cambios en el es-

pacio poroso de la muestra (Childs, 1940); y (c) análisis de agregados; en esta categoría hay dos clases distintas, aquellos que determinan cambios en la distribución de tamaños de los agregados en la condición de campo (Dexter, 1976) y aquellos que analizan la distribución de agregados estables al agua después de algún tratamiento preliminar (Kemper, 1965).

Figuroa (1979) analiza el grueso de estos métodos y concluye que la mayoría de ellos introducen errores debido a disturbios en la toma de la muestra o a que someten a los agregados a condiciones poco reales. Dentro de los métodos recientemente propuestos y que minimizan estas deficiencias se encuentra el método de Dexter (1976), este método permite analizar la estructura del suelo en muestras no alteradas, obtenidas mediante impregnación del suelo con resinas, utilizando una medida de la entropía, es decir: el grado de desorden de las unidades estructurales. Entre las ventajas de esta metodología se pueden citar: muestra diferencias que otras medidas, tales como la densidad aparente y la porosidad, no revelarían; da igual peso a los arreglos espaciales de los poros y los agregados; da información cuantitativa acerca de estos arreglos; y no requiere de equipo especial para la observación y la medición.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en un suelo de textura media, Typic Arginstoll, al que se le aplicaron los cuatro siguientes tratamientos de labranza: (1) Sin labrear dejando el residuo de la cosecha anterior de maíz sobre la superficie del terreno (R); (2) incorporar el rastrojo al suelo utilizando un paso de rastra de discos (RRa); (3) incorporación del rastrojo al suelo mediante un paso de arado de discos y dos pasos de rastra de discos (RBRa); y (4) se retiró el rastrojo del terreno y se dio un subsuelo a 50 cm de profundidad, un paso de arado de discos y un paso de rastra de discos (SBRa).

Los tratamientos de lluvia se aplicaron utilizando un simulador de lluvia, semejante al descrito por Morin et al. (1972). Este simulador tiene un disco rotatorio y

puede producir intensidades entre 20 y 1500 mm/hora, cubriendo una área efectiva de aproximadamente 1.5 m². A cinco lotes para cada tratamiento se les aplicaron respectivamente 1, 3, 6, 9 y 12 lluvias diarias, con una intensidad de 80.27 mm/hora y una duración de 15 minutos que corresponde a una energía cinética por evento de 580 joules m⁻².

Una vez realizada cada una de estas aplicaciones se dejó drenar el suelo durante, aproximadamente, doce horas y se introdujo un bloque rectangular con dimensiones internas de 270 x 140 + 100 mm. Posteriormente se aplicó al suelo dentro del bloque, resina poliéster (HU 543 y 12PL126 de CIBA), se extrajo la muestra y se dejó de secar en el laboratorio. Finalmente, se utilizó una sierra mecánica para seccionar en un plano vertical los suelos.

La estructura de los suelos fue medida utilizando el método propuesto por Dexter (1976), en el cual a la sección vertical de la muestra de suelo se le trazan líneas horizontales a 3, 8, 15, 25 y 40 mm a partir de la superficie del suelo; las líneas se examinan a intervalos de 0.5 mm y cada uno de estos puntos constituye un elemento el cual toma valores de ceros y unos, dependiendo si estos se localizan en un espacio vacío o en un agregado.

De esta forma se obtuvieron líneas de 240 elementos que representan la estructura de suelo a esa profundidad. La entropía media, H, de estas líneas se calculó usando la siguiente ecuación:

$$H = - \frac{1}{m} \sum_{x=1}^N \frac{E}{x} p(x) \log_2 p(x) \quad (1)$$

donde:

H, es la entropía media por elemento,

m, es el número de elementos considerados,

N/x, es el número de ocurrencias de la cuerda del precursor x.

Cuadro 1. Entropía, H; porosidad lineal, n/l; tamaño medio del poro, S; y tamaño medio de agregado D; para los diferentes tratamientos estudiados.

ENERGIA CINETICA APLICADA Joules/m ²	TRATAMIENTO DE LABRANZA															
	R				RRa				RBRa				SBRa			
	H	N/l	S	D	H	N/l	S	D	H	N/l	S	D	H	N/l	S	D
0	0.38	0.30	0.64	1.39	0.16	0.32	1.58	0.75	0.17	0.53	1.29	1.00	0.11	0.61	1.50	0.83
580	0.37	0.28	0.62	1.43	0.18	0.29	0.72	1.54	0.15	0.28	0.63	1.67	0.11	0.50	1.24	1.11
1740	0.30	0.27	0.62	1.51	0.15	0.27	0.63	1.46	0.17	0.10	0.28	1.99	0.19	0.40	0.97	1.28
3480	0.28	0.15	0.32	1.81	0.36	0.12	0.17	1.89	0.34	0.11	0.13	1.91	0.16	0.04	0.08	2.22
5220	0.20	0.05	0.07	2.18	0.19	0.05	0.06	2.17	0.19	0.05	0.08	2.18	0.19	0.05	0.06	2.19
6960	0.16	0.04	0.06	2.22	0.16	0.04	0.05	2.23	0.14	0.03	0.05	2.22	*	*	*	*

*no se completó el tratamiento.

p(x/i), son las probabilidades que el símbolo i siga al precursor x; i sólo puede tomar valores de cero o uno.

x, es el precursor que puede ser un solo elemento o una cuerda de elementos precedentes al elemento en cuestión.

La macroporosidad lineal, n/l, se calculó usando la siguiente ecuación:

$$n/l = \frac{16}{E} \sum_{i=1}^16 u_i/p_i \quad (2)$$

donde:

u_i, es la ocurrencia del precursor i.

p_i, es la probabilidad de ocurrencia de un vacío (cero) a continuación del precursor i.

El tamaño medio del agregado, D, y el tamaño medio del poro, S, se obtuvieron con las ecuaciones siguientes:

$$D = \sum_{j=1}^{\infty} E_j D_j \quad \text{en mm} \quad (3)$$

$$S = \sum_{j=1}^{\infty} E_j S_j \quad \text{en mm} \quad (4)$$

donde: D_j y S_j son las probabilidades de ocurrencia de los agregados y vacíos de una longitud j. Debe tenerse en cuenta que el término "tamaño" se refiere en este caso a la longitud interceptada y no al diámetro más usual o a la dimensión tamizada.

Resultados

Los datos de entropía, H; porosidad lineal, n/l; tamaño medio del poro, S; y tamaño medio del agregado, D; obtenidos se muestran en el Cuadro 1.

La entropía (H) de la estructura del suelo es una medida del grado de desorganización de los agregados del suelo; si el suelo no tuviera macroporos el valor de H sería cero, conforme es mayor el número de arreglos

existentes mayor es el valor de H, el valor máximo de H (uno) se obtiene cuando no existe arreglo alguno, es decir, cuando sólo se tiene aire.

Al analizar los datos de H obtenidos (Cuadro 1) se nota que el efecto del laboreo inicial de suelo ($EC=0$) es disminuir el valor de H. La labranza uniformiza el tamaño y arreglo de los agregados, ya que disminuye el número de arreglos existentes produciendo un arreglo más restringido en el tamaño y distribución espacial de las unidades estructurales. Esto es evidente si se nota que el tratamiento con más labranza produce el valor más pequeño de H, contrariamente el tratamiento sin labranza y con rastrojo sobre la superficie presenta la gama más amplia de tamaños de poros y agregados resultando esto en un valor mayor de H. Conforme se aplicó energía en forma de lluvia al suelo, ésta modificó la entropía de su estructura hacia un valor de equilibrio resultante de la organización interna del mismo, independientemente del tratamiento de labranza y de tipo de implemento usado.

Como consecuencia de la labranza, la porosidad lineal y el tamaño medio de los poros aumentan mientras que el tamaño medio del agregado disminuye (Cuadro I). Las aplicaciones de energía cinética en forma de lluvia al suelo provocaron una disminución en la porosidad lineal hasta un valor semejante, independientemente del tratamiento de labranza original. Asimismo el tamaño medio del poro y el tamaño medio del agregado son semejantes al finalizar las aplicaciones de lluvia (Cuadro I). La disminución en porosidad lineal y tamaño medio del poro debido a la aplicación de energía cinética se ajusta a una función matemática exponencial del tipo

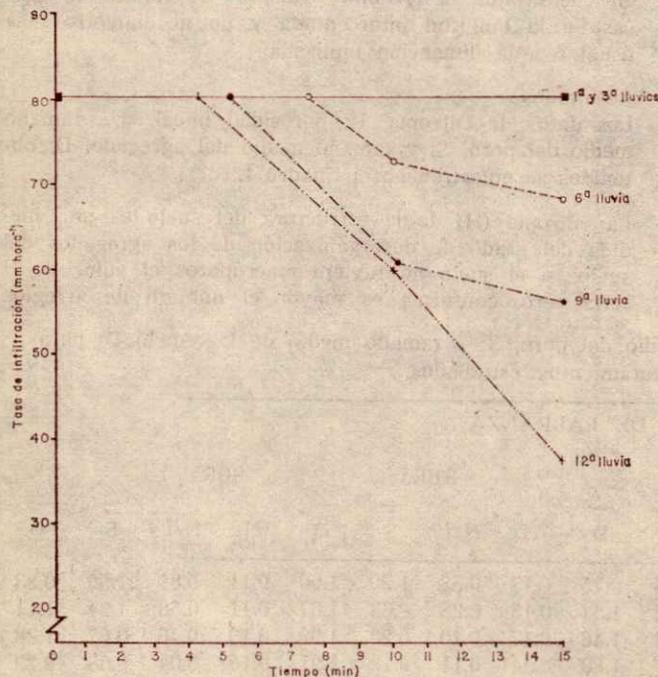


Fig. 1. La variación en tasa de infiltración durante las aplicaciones de lluvia para el tratamiento de labranza N.

$f(x) = aebx$. En el caso del aumento en tamaño medio del poro debido a la aplicación de energía cinética, los datos obtenidos se ajustan a una función de poder del tipo $f(x) = aXb$.

Los datos de tasa de infiltración (i) e infiltración acumulada (I), fueron analizados buscando relaciones funcionales entre éstas y la porosidad lineal, el tamaño medio de los poros, el tamaño medio de los agregados y la energía cinética de la lluvia. Para el caso de la tasa de infiltración, la relación entre variables sigue una función logarítmica del tipo $f(2) = a + blnx$. Para el caso de la infiltración acumulada, ésta se ajustó a un modelo exponencial del tipo $f(x) = aebx$.

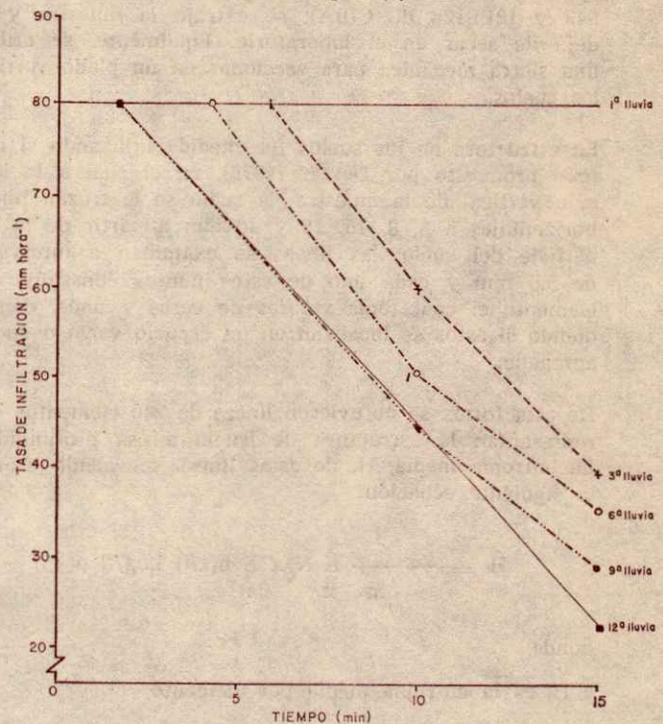


Fig. 2. La variación en tasa de infiltración durante las aplicaciones de lluvia para el tratamiento de labranza BRRa.

Es conveniente hacer notar que estas relaciones se obtuvieron con los datos observados al final de cada corrida, y no pueden ser usados para predecir el comportamiento del fenómeno de infiltración durante un evento en particular. Esto es más obvio si se analizan las figuras 1 y 2, en donde se muestra el comportamiento de la tasa de infiltración para los tratamientos R y BRRa, ya que si se tratara de predecir la tasa de infiltración del inicio del evento con las ecuaciones obtenidas, cada evento iniciaría con la tasa correspondiente al evento anterior. Esto no es sorprendente, ya que se midió la infiltración de manera indirecta, a través de la tasa de escorrentía y ésta no sólo es función de la tasa de infiltración sino también del almacenamiento en depresiones y de la diferencia en potencial, i.e. del contenido de humedad. Al inicio de cada evento es necesario restablecer la humedad perdida por el suelo y llenar las

depresiones, antes de que el exceso de la intensidad de la lluvia sobre la tasa de infiltración provoque escurrimientos.

Existen relaciones funcionales significativas entre porosidad lineal, tamaño medio del poro, diámetro medio del agregado y tasa de escorrentía, aunque no se reportan aquí (Montenegro, 1982), ya que como era de esperarse, son de forma inversa a los reportados para infiltración. Por lo que respecta a la pérdida de suelo se nota que los tratamientos se ordenaron de acuerdo a la pérdida total del suelo, de la siguiente manera: RBRa > SBRa > RRaR >. Al buscar relaciones funcionales entre pérdida de suelo y tasa de escorrentía (figura 3) se observó un ajuste muy pobre entre las variables ($R^2 = 0.32$).

Al correlacionar la pérdida de suelo con la energía cinética (figura 4), se notan varias tendencias. En general, al aumentar la energía cinética aplicada aumenta la cantidad de suelo erosionado, pero este aumento es de forma diferente dependiendo del tratamiento de labranza, así tenemos que la ecuación de ajuste es lineal para el tratamiento R, exponencial para RRA y logarítmica para RBRa y SBRa.

Discusión

Las mediciones de entropía realizadas permitieron diferenciar el efecto de los diferentes implementos de labranza sobre el arreglo estructural del suelo, y al ser complementadas con los datos de porosidad lineal, tamaño medio del poro y tamaño medio del agregado dan una idea más realista de la estructura generada mediante la-

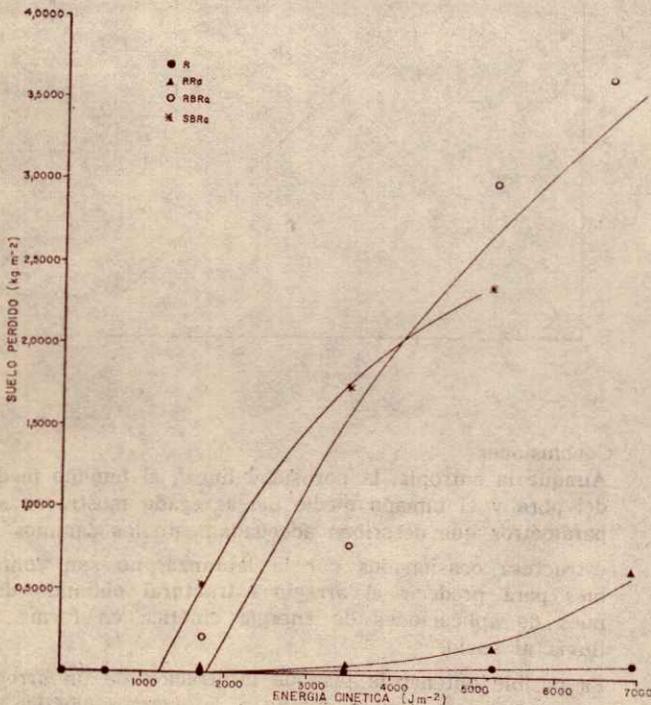


Fig. 4. La pérdida de suelo para los diferentes tratamientos de labranza al variar la energía cinética aplicada.

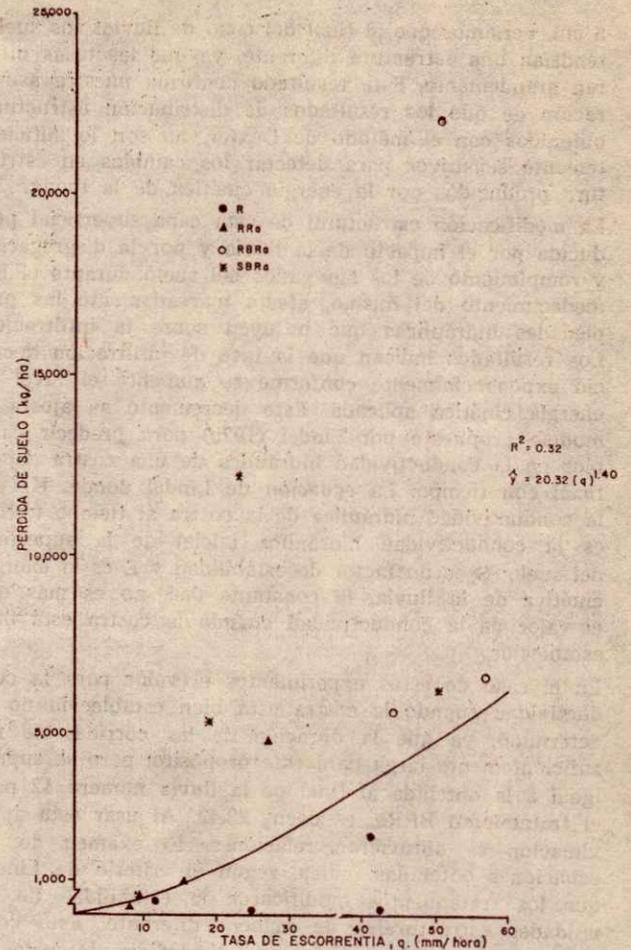


Fig. 3. La pérdida de suelo en función de la tasa de escorrentía para los diferentes tratamientos de labranza.

boreo. Sin embargo, todas estas variables adquieren un mismo valor final después de las aplicaciones de energía cinética en forma de lluvia, esto se puede interpretar como un regreso a un nivel estructural dado para este suelo al que independientemente del tratamiento al que se someta se llega después de varios ciclos de humedecimiento y secado, es decir, a la idea de la unidad y el arreglo estable de un suelo (Figuroa, 1979; Utomo y Dexter, 1981; Dexter, 1977).

De ser esto cierto, deberíamos esperar que los resultados de infiltración también tendieran a un valor semejante, ésto no fue así, indicándonos que aunque todos los tratamientos tenían un valor de entropía, tamaño medio del poro, tamaño medio del agregado y porosidad lineal semejantes, el arreglo de estos poros era diferente, ya Dexter (1976) indicó que la descripción de los elementos es sobre la línea de medición solamente y, por lo tanto, no indica nada sobre la continuidad de éstos, lo cual es muy importante desde el punto de vista de movimiento de agua. De hecho Collis George y Layrea (1972) han usado la tasa de infiltración como medida de cambios estructurales, utilizando este mismo parámetro como indicador del cambio en estructura de los primeros

5 cm, veríamos que al final del ciclo de lluvias los suelos tendrían una estructura diferente, ya que las tasas difieren grandemente. Este resultado confirma nuestra aseveración de que los resultados de distribución estructural obtenidos con el método de Dexter, no son lo suficientemente sensitivos para detectar los cambios en estructura producidos por la energía cinética de la lluvia.

La modificación estructural de esta capa superficial producida por el impacto de la lluvia y por la disgregación y rompimiento de los agregados del suelo durante el humedecimiento del mismo, afecta marcadamente las propiedades hidráulicas que influyen sobre la infiltración. Los resultados indican que la tasa de infiltración decreció exponencialmente conforme se aumentó el nivel de energía cinética aplicada. Este decremento se ajusta al modelo propuesto por Lindel (1979) para predecir cambios en la conductividad hidráulica de una costra superficial con tiempo. La ecuación de Lindel donde: K/t es la conductividad hidráulica de la costra al tiempo t ; K/h es la conductividad hidráulica inicial de la superficie del suelo; S es un factor de estabilidad y E es la energía cinética de la lluvia, la constante 0.02 no es más que el valor de la conductividad cuando la costra está bien establecida.

En el caso de estos experimentos el valor para la conductividad cuando la costra está bien establecida no se determinó, ya que la duración de las corridas no fue suficientemente larga para este propósito; pero se supuso igual a la obtenida al final de la lluvia número 12 para el tratamiento BRRa, es decir, 22.42. Al usar esta aproximación se obtuvieron relaciones. El examen de las ecuaciones obtenidas indica, según el criterio de Lindel, que los tratamientos modificaron la estabilidad de las unidades estructurales de manera diferente. Este comportamiento se debe reflejar en las pérdidas de suelo, ya que la estabilidad de los agregados influye sobre el proceso erosivo (Morgan, 1979). Si suponemos para nuestro caso que la erosión (A) fuera función de la energía de la lluvia (E) y de un factor de estabilidad (K'), que incluye un factor por manejo del rastrojo y un factor por erodabilidad del suelo, se puede proponer el modelo erosivo siguiente:

$$A = EK'$$

De esta ecuación es posible obtener el valor de K' para los tratamientos estudiados.

La correlación entre K' y S es lineal y con un R^2 de 0.82. La ecuación es: $K' = -1.05 \times 10^{-4} + 1.41 (S)$. Esto es indicio de que en efecto S puede tomarse como un indicador de la estabilidad del suelo debida a sus propiedades intrínsecas y a su manejo. Los valores de S obtenidos difieren en magnitud a los reportados por Sharma (1980), aunque las conductividades hidráulicas reportadas por Sharma para sus suelos son mucho menores que las observadas en este trabajo. Es posible entonces que el índice S pueda servir como parámetro para diferenciar los efectos de las labores de labranza sobre la estabilidad de los suelos y su erosión como los resultados lo sugieren.

Otro uso de los datos de porosidad lineal obtenida según Dexter, es el de predicción de la conductividad hidráulica. Si suponemos que el modelo de Winterkorn (1942) para predecir conductividad hidráulica a partir del cuadrado de la porosidad del suelo es válido.

Al aplicar este modelo a los datos observados se obtuvieron tasas de infiltración que muestra la figura 5. Por otro lado, los resultados indican que el cambio en porosidad lineal es una función exponencial de la energía cinética aplicada, de tal manera que se puede tener una ecuación de predicción de tasa de infiltración en función de la cantidad de energía cinética aplicada.

Los valores obtenidos al usar esta relación y los valores observados se grafican en la figura 6. Nótese que los valores predichos difieren de los observados, esto era de esperarse dado de los cambios de porosidad no siguen una única relación como se vio en los resultados.

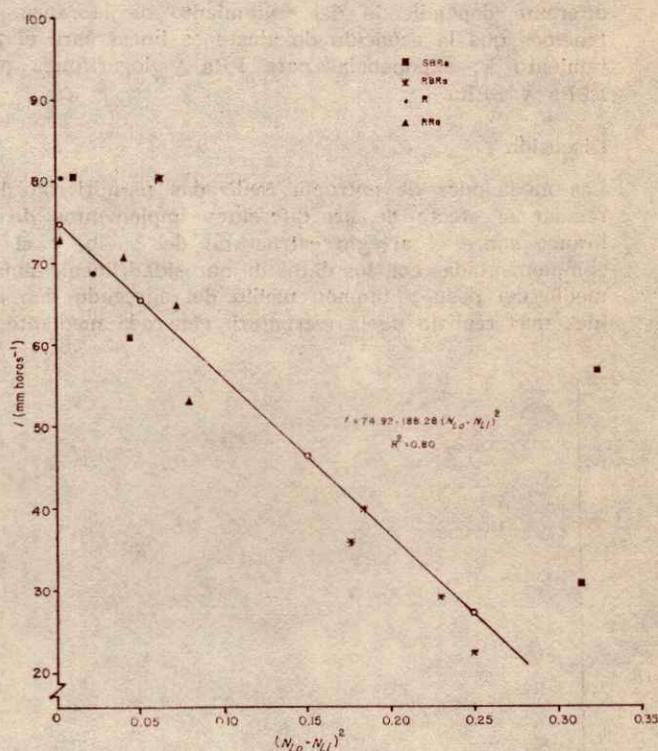


Fig. 5. Tasa de infiltración (i) en función del cambio en porosidad lineal (n_L).

Conclusiones

Aunque la entropía, la porosidad lineal, el tamaño medio del poro y el tamaño medio del agregado mostraron ser parámetros que describen adecuadamente los cambios de estructura ocasionados por la labranza, no son confiables para predecir el arreglo estructural obtenido después de aplicaciones de energía cinética en forma de lluvia al suelo.

Es posible obtener la tasa de infiltración de un arreglo estructural que cambia debido a la energía cinética de la lluvia a través de un parámetro de estabilidad estruc-

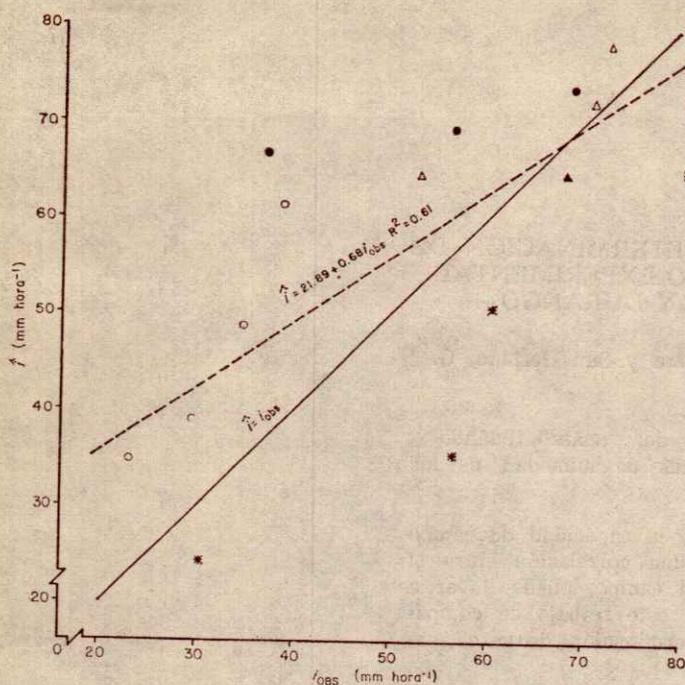


Fig. 6. Tasa de infiltración observada y predécida con la ecuación $i = 20.27 - 182.28 (i_{obs} - 0.40) - 3.5 \times 10^{-13} (i_{obs})^2$

tural S y de la cantidad de energía aplicada. Este parámetro de estabilidad varía para un mismo suelo dependiendo del tratamiento de labranza a que se someta. Asimismo, existe una relación entre este parámetro de estabilidad y la erodabilidad de un suelo sometido a diferentes operaciones de labranza.

La tasa de infiltración de un suelo con estructura inestable puede predecirse usando el cambio en porosidad lineal ocasionada por la aplicación de energía cinética en forma de lluvia.

Bibliografía

- Collis-George N. and K.B. Laryea. 1972. An examination of the wet aggregate analysis, the moisture characteristic and infiltration-percolation methods of determining the stability of soil aggregates. *Aust. J. Soil. Res.* 10:15-24.
- Dexter, R. R. 1976. Internal structure of tilled soil. *Journal of Soil Science* 27, 267-278.
- Dexter, R. R. 1977. A statistical measure of the structure of tilled soil. *J. Agr. Eng. Res.* 22: 101-104.
- Figueroa, B. S. 1979. A study of the physical stability of soil aggregates and its relevance to water erosion. Unpub. Ph. D. Thesis. University of Sydney. N. S. W. Australia.
- International Soil Science Society. 1967. West European methods for soil structure determination. Nest European Working Group on Soil Structure, editor. Gent.
- Kemper, N. D. 1965. Aggregate stability. In: *Methods of soil analysis Part. I.* Agron. Series No. 9. Am. Soc. Agron., Madison, Wisc. pp. 511-519.
- Lindel, D. R. 1979. A model to predict soil water storage as affected by tillage practices. Unpub. Ph. D. Thesis, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota.
- Montenegro, H. G. 1982. Efecto de la lluvia sobre la estructura interna de los suelos labrados. Tesis M. C. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Morgan, R. P. C. 1979. Soil erosion. Longman Group Ltd.
- Morin, J., Goldberg, D., and Seginer, I. 1976. A rainfall simulator with a rotating disk. *Transactions of Am. Soc. Agr. Eng.* Vol. 10: 74-79.
- Quirk, J. P., and P. K. Schofield. 1955. The effect of Sci. (6(2): 163-178.
- Sharma, P. P. 1980. Hydraulic gradients and vertical infiltration through rain-formed quasi-seals on a range of Minnesota soils. Unpub. M. S. Thesis, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota.
- Utomo, W. H., and A. R. Dexter. 1981. Tilt mellowing. *Journal of Soil Sci.* 32: 187-201.
- Winterkorn, H. F. 1942. Mechanism of water attack on dry cohesive soil systems. *Soil Sci.* 54(4): 259-273.

COMPARACION DE SEIS METODOS PARA LA DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CAMPO EN SUELOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL CENAMAR, REGION LAGUNERA. (COAHUILA Y DURANGO)+

Graciela Tavera y San Germán, G. *

RESUMEN

La mayoría de los trabajos tendientes a la determinación del "cuánto, cuándo y cómo regar" implica el manejo de las llamadas constantes de humedad de los suelos.

La aplicación de diversos métodos para la determinación de la capacidad de campo y del porcentaje de marchitez permanente sin establecer una correlación entre el método empleado y el comportamiento del suelo a nivel de campo, puede llevar a una falsa conclusión al interpretar los datos obtenidos. En este trabajo se compararon los métodos más comúnmente empleados en la determinación de estos parámetros.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El método de campo puede ser considerado como patrón, siempre que la estratificación del perfil del suelo no presente capas duras o muy compactas que alteren el grado de percolación.
2. Para la utilización de cualquiera de los métodos es recomendable tomar muestras representativas de los horizontes que forman un perfil, en lugar de muestras en estratos a cada 30 cm de profundidad, ya que en suelos de origen aluvial, como son los del Campo Experimental CENAMAR, se pueden encontrar diferencias apreciables de textura y estructuración entre un horizonte y otro, y éstos pueden no ser interpretados adecuadamente dentro del muestreo tradicional de 30 en 30 cm.
3. El tipo de textura condiciona la mayor o menor exactitud del método empleado, por lo que este factor debe tomarse en cuenta para la elección del método que aplicará.
4. En los casos en que se empleó suelo tamizado y sin tamizar, siempre hubo mayor retención de humedad en el suelo sin tamizar.

ABSTRACT

In the determination of "How much, when and how to irrigate" the use of the so-called soil humidity constants is needed.

The use of the different methods for determining soils field capacity and permanent wilting percentage without correlating the method and soil conditions at field level, may yield wrong conclusions while interpreting such results. In this paper an evaluation is done of the six most popular methods in determining field capacity and permanent wilting percentage of soils.

+ Ponencia presentada en el XV Congreso Nacional de la SMCS.

* Química Z. Investigadora en Riego Superficial del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR). SARH.

The results yield the following conclusions:

1. The field method can be taken as the standard, considering that no hard or compacted layers are present in the soil profile.
2. For these determinations it is advisable to take soil samples representative from each soil horizon within the profile, and not using samples each 30 cm in depth as usual. This is because important changes in soil texture may occur in short distances, this is specially true for alluvial soil as the ones been studied.
3. Soil texture is important in selecting the best method.
4. Sieved soils showed higher water retention.

Introducción

El Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CNAMAR), tiene encomendada la realización de trabajos de investigación y experimentación que proporcionen alternativas para lograr el uso más eficiente del recurso agua, en las áreas bajo riego. Para lograr este objetivo se plantean y realizan trabajos de investigación, tanto en la sede de CENAMAR en la Región Lagunera, Coah. Dgo., como en la mayoría de los Distritos y Unidades de Riego del país.

La mayoría de los trabajos planteados en este tipo de investigación están enfocados hacia la determinación del "cuánto, cuándo y cómo regar", por lo que en ellos se requiere la adecuada caracterización de los suelos bajo estudio, la determinación de contenidos de humedad en el suelo y el manejo continuo de las curvas de retención de humedad y de los valores de capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente; determinaciones que normalmente se realizan en los laboratorios de suelos y aguas dependientes de la Jefatura de Riego y Drenaje en los Distritos y Unidades de Riego; en los que algunas veces no se cuenta con el equipo requerido.

La aplicación de diversos métodos para la determinación de capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente, se hace generalmente sin contar con una correlación previa de los métodos entre sí y entre éstos y el comportamiento del suelo a nivel de campo, por lo que la interpretación de los datos obtenidos en el laboratorio podría conducir a conclusiones **no válidas**.

En este trabajo se compararon los métodos más comúnmente empleados en la determinación de la capacidad de campo y se propone una modificación a uno de ellos.

Objetivo

Comparar los resultados obtenidos al efectuar la determinación de la capacidad de campo utilizando métodos de campo, laboratorio y matemáticos con objeto de apreciar el grado de confiabilidad de los mismos, para suelos del Campo Experimental CENAMAR.

Revisión Bibliográfica

Conceptos:

Peters D.B. en 1965, menciona que la capacidad de los suelos para absorber y retener el agua es la que permite que ésta sea tomada por la planta en los períodos que median entre las lluvias o riegos. El rango en que esta agua es almacenada y que está comprendido entre el máximo contenido de humedad que puede retener un suelo en contra de la fuerza de gravedad, y el mínimo contenido de humedad que puede ser aprovechado por la planta y el comportamiento de esa humedad entre dichos puntos, queda definido en la llamada curva de retención de humedad.

Los límites más manejados de esta curva son los porcentajes de humedad presentes a la llamada "capacidad de campo" y a "porcentaje de marchitez permanente", los que generalmente se evalúan en términos de la succión de agua del suelo.

Según el S.S.S.A. Glossary 1970, la capacidad de campo se considera como la humedad retenida por el perfil de un suelo uniformemente mojado, que prácticamente ha dejado de drenar sobre el suelo seco. Por lo general, el tiempo para este drenaje es de dos a tres días.

Metodologías:

En 1944, Richards y Weaver correlacionaron la capacidad de campo con la humedad retenida al alcanzarse el punto de equilibrio después de aplicar una succión de 1/3 bar en la olla de presión, mientras que Marshall en 1945 sugirió 1/10 de bar para suelos arenosos.

Según Thompson, citado por Ortiz-Villanueva en 1960 la humedad retenida en un suelo después de someterlo a una fuerza centrífuga de 1000 veces la fuerza de gravedad, a la que se llama humedad equivalente, tiene un valor semejante a el agua retenida a una tensión de 1/3 bar y el mismo Ortiz-Villanueva menciona que Bodman y Mahmud han propuesto una ecuación para el cálculo de este contenido de humedad a partir de la textura del suelo.

Palacios Vélez E. y Jaspeado J.L. en 1979 empleando técnicas de regresión en un estudio hecho sobre 60 suelos

diferentes de la República Mexicana, encontraron que existen una serie de relaciones que pueden ser de utilidad para estimar la capacidad de campo de un suelo cuando sólo se cuenta para ello con el análisis mecánico (textura) del mismo, aun cuando concluyen que esta estimación puede ser útil en estudios que no requieren gran precisión o cuando no se cuenta con equipo de laboratorio.

Según forsythe en 1975, al aplicar un riego a un suelo en el que está establecido un cultivo, las plantas extraen el agua libre en el suelo durante dos o tres días, o hasta que ésta alcance la capacidad de campo, por lo que este consumo habría que sumarlo a la capacidad del perfil del suelo para almacenar agua aprovechable por la planta, esto alcanza importancia en suelos regados con mucha frecuencia.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en suelos del Campo Experimental del CENAMAR, sito en la Región Lagunera, Coah.-Dgo., en el Km. 6+500 margen derecha del Canal Principal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo.

Suelos

Los suelos de esta zona pertenecen al Gran Grupo Aridisoles, suborden Argids (clasificación anterior Sierozem) Serie Coyote.

Se realizó la clasificación textural con el método del Hidrómetro de Bouyoucos, en muestras tomadas con barrena de caja a una profundidad de 2.10 m en estratos de 30 cm, secadas al aire, molidas y tamizadas por malla de 2 mm. En el cuadro 1 se reportan los resultados promedio de tres repeticiones.

Cuadro 1. Clasificación textural del suelo del campo experimental CENAMAR.
CENAMAR-SARH 1981

Profundidad	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clasificación* Textural
0 - 30	41.4	29.4	29.2	Mig. Arcilloso
30 - 60	39.0	31.8	29.2	Mig. Arcilloso
60 - 90	41.4	35.4	23.2	Franco
90 - 120	38.0	42.6	19.4	Franco
120 - 150	39.0	48.8	12.2	Franco
150 - 180	41.4	45.4	13.2	Franco
180 - 210	88.4	4.4	7.2	Arena

*Método del Hidrómetro de Bouyoucos. Promedio de 3 repeticiones.

Como se puede observar hay una tendencia a la acumulación de limo en los estratos más profundos del perfil. Aún cuando la clasificación textural de los estratos de 60 a 180 cm es la que corresponde a un suelo franco, la compactación existente en esta parte del perfil, la fineza de las partículas de limo, arena y la falta de estructura

bien definida, con causa de que el comportamiento de este suelo sea muy diferente al de el suelo franco superficial típico, comportándose más bien como un suelo pesado con estructura compacta y poros pequeños. En el último estrato 180-210 cm, se presenta una capa de arena fina muy compactada.

Determinación de Humedad

En todos los casos la determinación de contenidos de humedad, se llevó a cabo por el método gravimétrico.

Métodos para la determinación de capacidad de campo
Método de Campo. Se empleó el descrito en 1965 por Peters, D.B., sobre una superficie de 2 x 2 m y humedeciendo hasta una profundidad de 1.80 m. calculando la lámina de agua por aplicar con la ecuación.

$$Lr = \frac{(C.C. - P_c \text{ actual}) D_a \times Pr}{100} \quad (1)$$

C.C. = Capacidad de campo (en este caso se consideró el valor promedio de C.C. usado en varios experimentos llevados a cabo en CENAMAR (%).

P_s actual = Contenido de humedad en el perfil del suelo al momento del riego (%).

D_a = Densidad aparente (gr/cm³)

Pr = Profundidad (m)

Todos los muestreos se realizaron a las 8:30 hrs, con barrenas Vehimeyer hasta 2.10 m de profundidad en estratos de 30 cm.

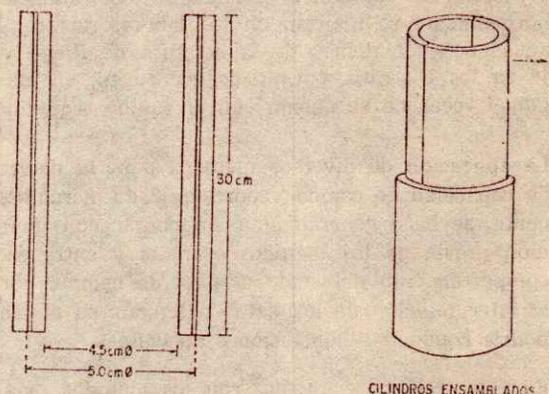


Figura 1. Esquema de los cilindros concéntricos para determinación de Capacidad de Campo. CENAMAR-SARH 1981.

Una vez ensamblados, se coloca un tapón de fibra de vidrio, algodón o viruta de poliestireno, sobre el cual se coloca un círculo de papel filtro. Para retener el tapón se coloca en el extremo del cilindro un papel filtro resistente o un trozo de manta de cielo o tul nailón como se indica en la figura 2.

Columnas tipo Colman. Se empleó el método propuesto por Colman, E.A. en columnas de plástico de 2.5 cm de diámetro y 30 cm. de longitud, con suelo seco al aire y tamizado.

Columnas Modificadas. Considerando la dificultad en el manejo de la muestra húmeda en la columna tipo Colman tradicional, se propuso el empleo de columnas de material plástico (PVC) consistentes en dos cilindros concéntricos, uno de 5 cm de diámetro interior, dentro del cual se coloca otro cuyo diámetro exterior ajuste dentro del primero, como se muestra en la figura 1.

El cilindro interior, se encuentra dividido longitudinalmente en dos mitades.

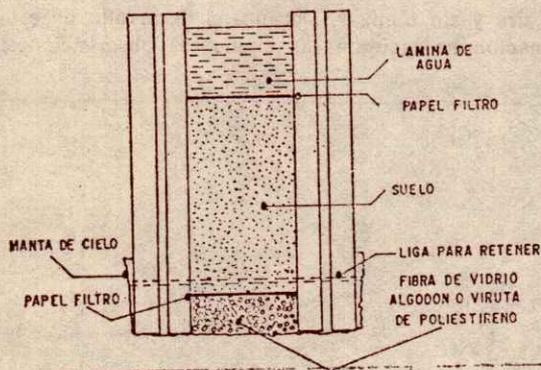


Figura 2. Esquema de llenado de la columna modificada CENAMAR-SARH 1981.

Dentro del cilindro interior se colocan las muestras de suelo, bien sea seco al aire y tamizado con malla de 2 mm, o bien, seco al aire y sin tamizar. El suelo se compacta ligeramente golpeando cuatro o cinco veces sobre la mesa de trabajo.

La columna total del suelo debe tener aproximadamente 25 cm de altura. Sobre la columna de suelo se coloca otro disco de papel filtro. Se adiciona una lámina de agua de cuatro o cinco cm que se procura mantener constante

CUADRO 2. Muestreo diario de humedad para determinación de la capacidad de campo en un suelo del campo experimental CENAMAR. CENAMAR-SARH 1981.

Días después del riego*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Profundidad									
0 - 30	33.01	30.95	30.20	29.70	29.65	28.16	27.60	26.50	26.50
30 - 60	31.22	30.27	30.52	29.50	28.95	29.16	28.40	27.60	27.10
60 - 90	29.85	29.85	28.50	28.45	27.90	27.16	26.15	25.30	25.22
90 - 120	29.70	29.10	28.12	27.60	27.10	26.80	25.60	25.20	24.82
120 - 150	29.35	28.00	28.15	28.20	27.60	25.43	24.75	23.60	21.16
180 - 210	10.60	11.90	11.25	11.20	11.16	10.85	10.00	9.37	9.12

*La toma de muestras se hizo por triplicado y siempre alas 8.30 hrs. (Ps %).

hasta que se inicie la percolación por el extremo inferior. (Ver figura 2). La parte superior de los cilindros se cubre con un pedazo de polietileno y se deja reposar la columna por 47 o 72 horas, hasta que ya no sea perceptible el escurrimiento de agua libre. En este momento, se saca el cilindro interior, se abre y se toma al tercio medio de la columna de suelo para hacer la determinación de humedad. Las muestras se trabajaron por triplicado.

Métodos Matemáticos

Ecuación de Palacios Vélez.-En ella se aplican una serie de coeficientes de regresión que relacionados con los contenidos de partículas de diferentes diámetros presentes en el suelo y determinados a través del análisis mecánico del mismo, dan una indicación de la capacidad de campo (Ps/CC) de dicho suelo.

La ecuación mencionada es:

$$Ps/CC = 1.41 [(0.53 \text{ Arcilla}) + (0.25 \text{ Limo}) + (0.23 \text{ Arena})]^{0.99} \quad (2)$$

Ecuación de Bodman-Mahmud.-Antes que Palacios Vélez, Bodman y Mahmud, habían propuesto una ecuación semejante que relaciona los contenidos de partículas primarias con el contenido de humedad del suelo, llamado humedad equivalente (P/HE). Los coeficientes empleados por estos autores difieren de los de Palacios Vélez como se ve en la siguiente ecuación.

$$Ps/HE = (0.61 \text{ Arcilla} + (0.25 \text{ Limo}) + (0.023) \text{ Arena}) \quad (3)$$

Método de Platos Porosos a Presión.-Se utilizó el equipo de Soil Moisture de ello y platos porosos a presión de 0.3 bar en muestras de suelo seco al aire y tamizado con malla de 2 mm y suelo sin tamizar.

Resultados

Método de Campo. El muestreo se hizo por triplicado durante nueve días a partir del día en que se aplicó el riego. Los datos promedio de los muestreos se presentan en el Cuadro 2 y Figura 3.

Cuadro 3. Contenidos de humedad y tiempos empleados en la determinación de capacidad de campo en suelos del campo experimental CENAMAR usando columnas tipo Colman. CENAMAR-SARH, 1981.

Tiempo (hrs)	24	48	72*
Profundidad	Ps %		
0 - 30	35.37	33.56	31.56
30 - 60	37.11	34.08	32.06
60 - 90	38.41	35.90	30.90
90 - 120	38.58	34.17	29.35
120 - 150	33.05	31.20	27.87
150 - 180	34.10	31.18	27.07
180 - 210	16.52	13.01	12.02

*Datos considerados en la comparación de métodos.

Columnas tipo Colman. En estas columnas se tomaron muestras a las 24 hrs después que el movimiento del agua aparentemente se había detenido sobre el suelo seco, en la segunda repetición se dejaron pasar otras 24 hrs y, aunque muy lento, aún hubo movimiento perceptible aumentando la longitud de la columna de suelo humedecido. A las 72 horas el movimiento había cesado y se consideró que en ese punto se alcanzó el punto de capacidad de campo, aun cuando el dato obtenido para las arenas fue el más alto en todos los métodos comparados. Los datos se presentan en el Cuadro 3.

Columnas Modificadas. En estas columnas se utilizó suelo seco al aire y tamizado por malla de 2 mm y suelo seco al aire y sin tamizar. Durante el desarrollo de esta determinación se hicieron las siguientes observaciones:

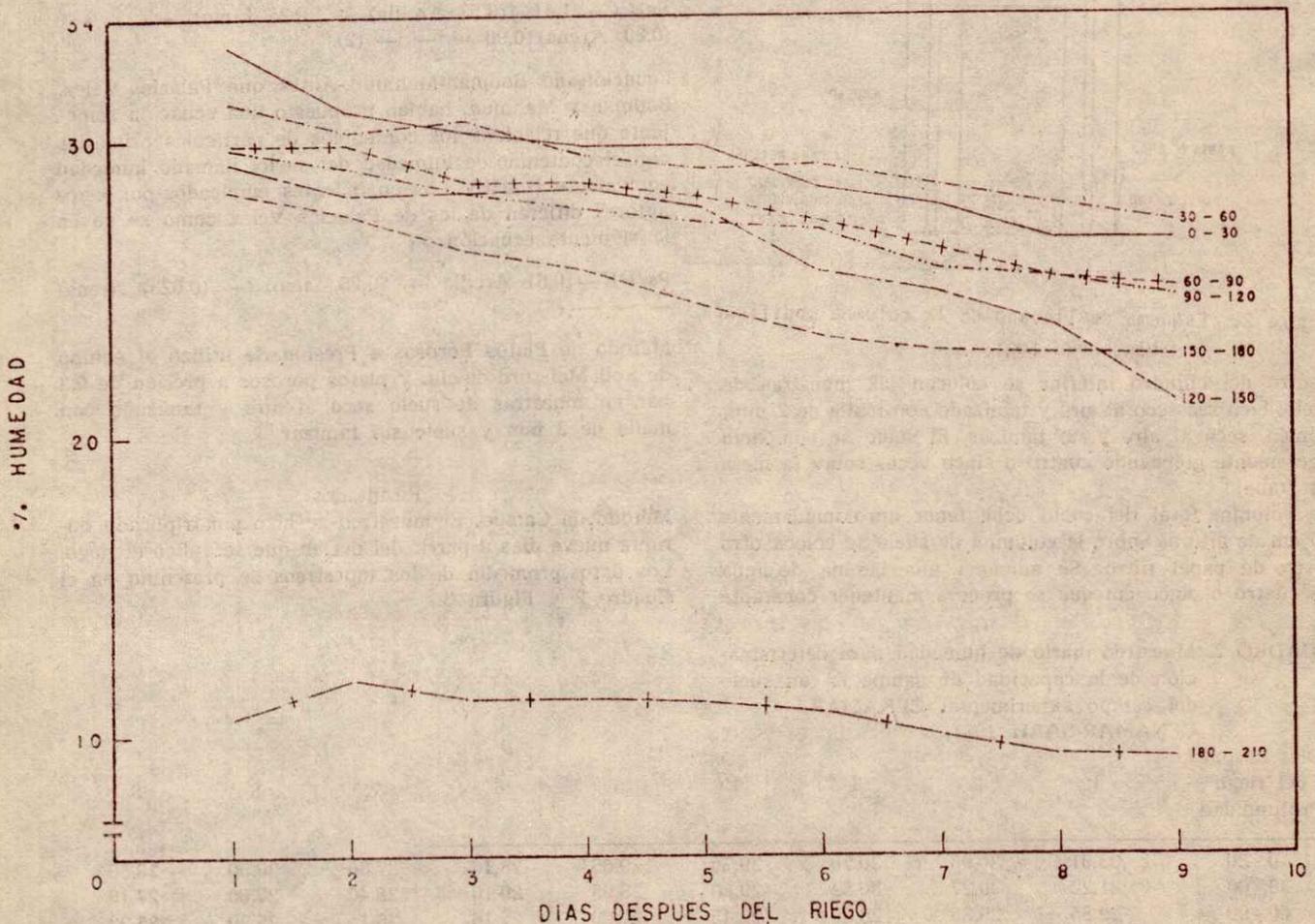


Figura 3.- Determinación de la capacidad de campo de un suelo, del campo experimental del CENAMAR por el método de campo.

CENAMAR - SARH - 1981

Los cilindros interiores por haber sido obtenidos de un tubo de diámetro igual al del cilindro exterior, hubieron de ser cortados y rebajados para lograr que pudieran caber dentro del cilindro exterior. Esto originó que los bordes de los cortes longitudinales quedaron irregulares, por lo que al unir las dos mitades, estas no sellaban y ocasionaban que por el hueco se drenara el agua con mucha rapidez sin humedecer el suelo. Después de varias pruebas, se sellaron estas juntas con vaselina sólida a todo lo largo de los bordes, eliminándose el problema de la salida rápida del agua. Sin embargo, no quedaban perfectamente ajustadas al cilindro exterior.

En cada columna se pusieron aproximadamente 350 g de suelo, tanto seco y tamizado como seco sin tamizar y, en ambos casos, se compactó ligeramente golpeando cinco o seis veces sobre la mesa de trabajo.

En el suelo tamizado se manifestó más el efecto de escurrimiento por la pared de la columna. El humedecimiento completo fue más homogéneo en las muestras sin tamizar.

En todos los casos se observó que los suelos sin tamizar retuvieron mayor contenido de humedad, siendo más cercanos los datos a los obtenidos en la prueba de campo. Los agregados presentes en las muestras sin tamizar presentaron buena estabilidad al agua.

En este tipo de columnas el equilibrio en la condición de humedad correspondiente a capacidad de campo, se alcanzó a los cuatro días después de efectuado el humedecimiento.

Los promedios de Ps obtenidos de tres repeticiones se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4 Contenido de humedad del suelo del campo experimental cenamar en la determinación de capacidad de campo empleando columnas modificadas. CENAMAR-SARH, 1981

Profundidad	Suelo Tamizado (Ps)	Suelo sin Tamizar (Ps)
0 - 30	26.52	30.21
30 - 60	28.81	31.54
60 - 90	22.78	31.30
90 - 120	22.06	28.20
120 - 150	21.13	27.55
150 - 180	18.70	24.50
180 - 210	7.50	7.80

*Promedio de tres repeticiones.

Métodos Matemáticos

Platos Porosos a 0.3 Bar de Presión. En este trabajo se hizo la determinación a 0.3 bars en muestras de suelo seco al aire y pasadas por malla de 2 mm y en muestras sin tamizar.

Cuadro 5. Capacidad de campo de suelos del campo experimental cenamar calculados a partir de la educación de Palacios Vélez. CENAMAR-SARH, 1981.

Profundidad	Capacidad de Campo (Ps %)
0 - 30	32.48
30 - 60	33.22
60 - 90	30.20
90 - 120	29.81
120 - 150	26.78
150 - 180	26.44

Cuadro 6. Humedad equivalente de suelos del campo experimental cenamar calculados a partir de la educación de Bodman-Mahumud.

Profundidad	Humedad Equivalente (Ps %)
0 - 30	26.11
30 - 60	26.65
60 - 90	23.95
90 - 120	23.36
120 - 150	20.54
150 - 180	20.37
180 - 210	7.52

DISCUSION

En la comparación de los diferentes métodos empleados en este trabajo deben tomarse muy en cuenta los principios en los que están basados cada uno de ellos y los factores que intervienen durante el desarrollo de los mismos.

En el método de campo, el movimiento del agua dentro del perfil del suelo está sujeto a la acción de fuerzas muy variadas, que determinan la rapidez con que el suelo alcance un equilibrio entre las fuerzas matriciales que retienen el agua adherida al suelo y la acción de la gravedad afecta el movimiento hacia las partes más profundas. Intervienen en este movimiento también la histéresis, las variaciones térmicas, la estratificación de los horizontes en el perfil, la presencia de estructuras estables, etc.

En los métodos que se llevan a cabo en el laboratorio, se trabaja con fracciones de suelo al que se le ha alterado en mayor o menor grado su estructuración natural y que están siendo consideradas como unidades independientes que no guardan relación con el perfil del suelo al que pertenecen y que, por tanto, no están sujetas a la interacción de los factores mencionados con anterioridad. Aún dentro de estos métodos, se trabaja con tamaños de muestra diferentes y se siguen principios diferentes para medir el grado de retención de humedad, ya que en los métodos de columnas las principales fuerzas que condicionan el movimiento del agua son las matriciales y la gravedad, en

tanto que en los platos porosos a presión se elimina el agua del espacio poroso que la retiene a una determinada tensión.

En los métodos matemáticos se aplican coeficientes de regresión, que relacionados con los contenidos de partículas de diferentes diámetros que forman el suelo, entran a formar parte de un modelo matemático que da una apreciación del contenido máximo de humedad que puede retener un suelo.

Sin embargo, en este modelo no se considera un factor importante como lo es el tipo de arcilla dominante, contenido de materia orgánica activa (humus) o presencia de sales. En ninguno de los dos métodos matemáticos considerados en este trabajo se menciona el método para clasificación textural que deba de seguirse ni se consideran los tamaños de arenas y limos presentes.

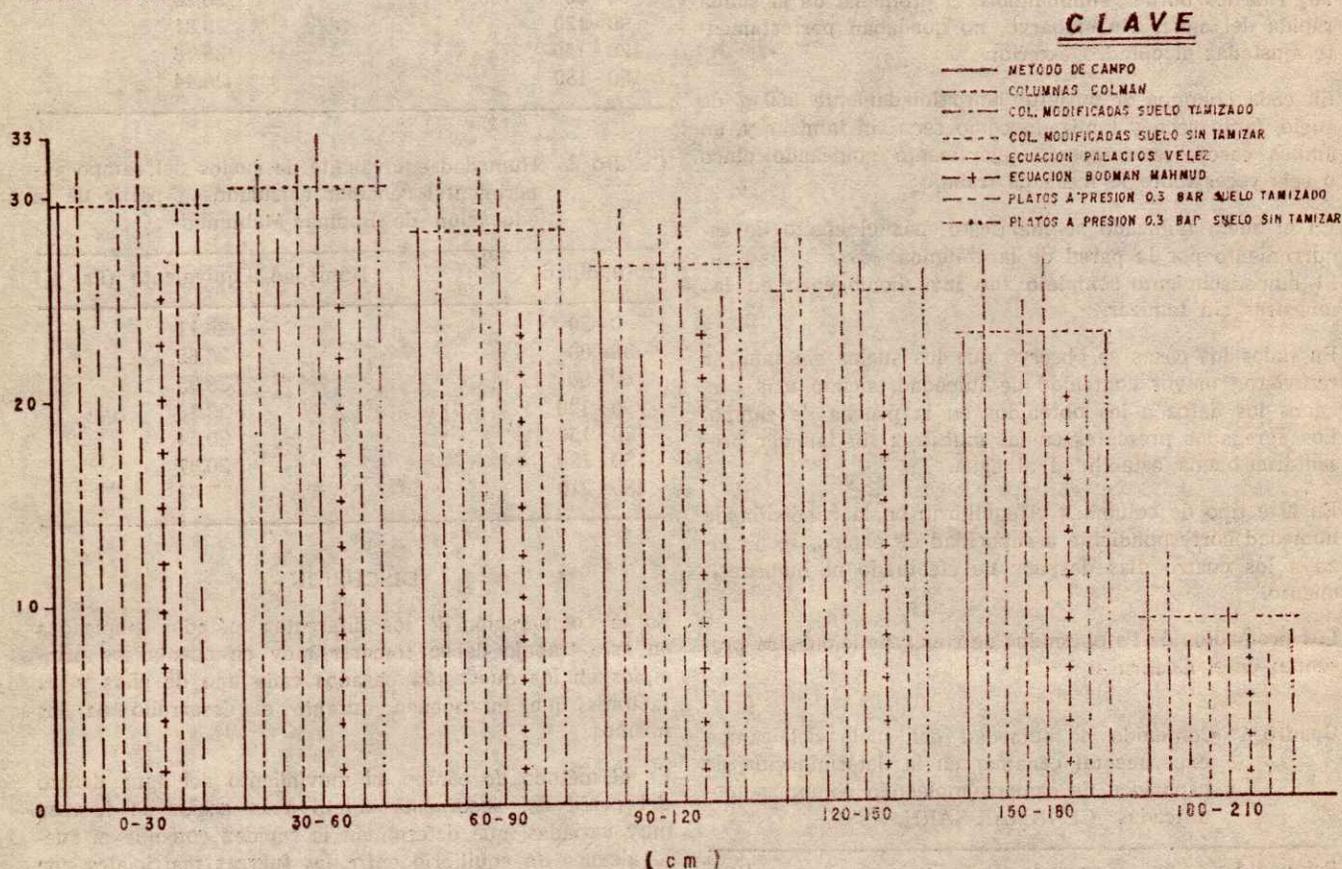


Figura 4.- Comparación de datos de capacidad de campo encontrados con cada uno de los métodos probados para cada estrato del perfil estudiado

CENAMAR - SARH - 1981

Durante el desarrollo del método de campo se observa que a lo largo del perfil del suelo, el equilibrio de humedad correspondiente a la capacidad de campo se alcanza en momentos diferentes de acuerdo a las diferentes profundidades y al grado de conductividad hidráulica de los estratos inmediatos. Si se consideran las texturas de los estratos de este perfil particular se observa que de 0-90 cm puede considerarse la misma textura o sea migajón arcilloso, de 90-180 cm la textura cambia a franco, aún con un alto contenido de limos y presencia de arena fina, en el último estrato 180-210 cm se presenta una capa de arena fina muy compactada, por lo que, si en vez de hacer el muestreo por extractos elegidos empíricamente cada 30 cm

si hubiesen determinado horizontes en el perfil, se tendrían sólo tres datos que darían la misma información. En la capa de arena, el valor encontrado en el campo es mucho mayor que el reportado en la mayoría de los métodos, esto se debe a que la compactación de este estrato impide el movimiento del agua hacia niveles más bajos acumulados en él y encontrándose al momento del muestreo agua libre. En la figura 3, se observa que a partir del octavo día es manifiesta una tendencia al equilibrio en un valor de 9.2 lo que acerca más el valor al encontrado con los platos porosos y los otros métodos.

Si se toma como porcentaje de error máximo 10 %, para el suelo migajón arcilloso, profundidad 0-90, serían apro-

piados los resultados obtenidos con los métodos 2, 4, 5, 7 y 8 para el suelo franco, profundidad 90-180 lo serían los métodos 2, 4, 5 y 8.

Si el porcentaje de error máximo se fija en 5 %, para el suelo Migajón Arcilloso serían válidos los valores de los métodos 4 y 7 para el suelo Franco los del 4 y 8.

En el caso de la arena presente a la profundidad de 180-210 cm debido a la compactación de este extracto que le da una permeabilidad muy baja, el valor obtenido con el método de campo no puede ser considerado como 100 % confiable, pues parte del contenido de humedad cuantificado era agua libre. Se observa que los valores dados por los métodos 3, 4, 6, 7 y 8 presentan gran consistencia y en este caso es el valor real de capacidad de campo de ese suelo.

Conclusiones

Como conclusiones de este trabajo se pueden enumerar las siguientes:

El método de campo puede ser considerado como patrón para la comparación con otros métodos siempre que la estratificación del perfil del suelo no presente capas duras o muy compactas que alteren el grado de percolación.

Para la utilización de cualquiera de los métodos es recomendable tomar muestras representativas de los horizontes que forman el perfil, en lugar de muestras en extractos a cada 30 cm de profundidad, ya que en suelos de origen aluvial como son los del Campo Experimental CENAMAR, se pueden encontrar diferencias apreciables de textura y estructuración entre un horizonte y otro, y éstas pueden no ser interpretadas adecuadamente dentro del muestreo tradicional de 30 en 30 cm.

En la modificación propuesta al Método de Columnas, se encontró que la manipulación facilita la toma de muestras de tamaño adecuado (Santamaría César E., (1980) en el tercio medio de la columna de suelo, y que los datos obtenidos con suelo seco al aire sin tamizar y tamizado, tiene una gran similitud con los datos obtenidos con platos a 0.3 bar de presión en muestras similares.

De acuerdo a los resultado de este trabajo se concluye que el tipo de textura condiciona la mayor o menor exactitud del método empleado, por lo que este factor debe tomarse en cuenta para la elección del método más adecuado.

Se observó que en los casos en que se empleó suelo tamizado y suelo sin tamizar, siempre hubo mayor retención de humedad en el suelo sin tamizar.

Bibliografía

- Colman E. A. (1974) A laboratory procedure for determining the field capacity of soils. *Soil Science* 63: 277-283.
- Forsythe W. (1975) Física de Suelos. Manual de Laboratorio. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.
- Marshall T. J. (1945) Tension of water in a sandy soil at field capacity. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 11: 192-194.
- Ortiz-Villanueva B y González G. A. (1960) Análisis de Suelos y recomendaciones de fertilizantes para caña de azúcar. IMPA, México.
- Palacios Velez E. y Jaspeado J. L. (1979) Métodos para estimar la tensión del suelo en función de su contenido de humedad. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- Peters D. B. (1965) Water Availability, in methods of soil analysis *Agronomy* 9, Part 1 Ed. by C. A. Black, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Richards L. A. y L. R. Weaver (1944) Moisture relation by some irrigated soils as related to soil moisture tension. *Journal of Agricultural Research* 69; 215-235.
- Santamaría C. E. (1980) Desarrollo de una metodología para conocer el tamaño de muestra para ordenar muestreos de humedad del suelo en una parcela experimental CENAMAR-SARH.
- Soil Science of America (1970) Glossary of soil science terms, Madison, Wis. 27 p.

EMPLEO DEL ANALISIS DE NITROGENO EN EL FRUTO DE LIMON
MEXICANO (*Citrus aurantifolia*. Swingle)
COMO UN ESTIMADOR DE LA PRODUCCION+

Sepúlveda Torres, J. L.*

Alcalde Blanco, S.**

Alcántar González, G.**

RESUMEN

El análisis foliar constituye uno de los métodos de diagnóstico más útiles para la evaluación del estado nutricional de los cultivos. Sin embargo, una premisa para su aplicación, es que debe realizarse en órganos y épocas que no estén sujetas a variaciones nutrimentales muy drásticas.

Específicamente en el caso del limón mexicano, por su fenología, presenta fuertes variaciones en los contenidos de N a nivel foliar durante casi todo el año; por lo que los coeficientes de correlación, contenido de N vs rendimiento son generalmente bajos. Por esta razón y considerando que el fruto representa el sitio de demanda (sink) hacia el que invariablemente existirá un flujo de N, se planteó que su análisis podría constituir un mejor estimador de la producción.

La investigación se llevó a cabo en un experimento de 8 años continuos de fertilización en Tecmán, Colima. Los tratamientos de N aplicado al suelo fueron de 0 a 1.6 N/árbol/año, en intervalos de 0.4 kg. En períodos de aproximadamente 2 semanas se realizaron 8 muestreos. Los análisis de crecimiento y químicos se efectuaron por los métodos convencionales en el laboratorio de Nutrición Vegetal de CEDAF-CP.

Con los datos obtenidos se obtuvieron las curvas de crecimiento del fruto, así como las variaciones en concentración de N, además con los datos de rendimiento y los análisis de N en cada uno de los muestreos, fueron calculadas las ecuaciones de regresión lineal y cuadráticas, con lo cual se confirmó que el análisis del fruto en la época de antésis (caída de pétalos), constituye un buen estimador de la producción, habiéndose obtenido la correspondiente curva de rangos de abastecimiento nutrimental.

ABSTRACT

Foliar analysis is one of the most efficient diagnostic methods for the nutritional status of crops. However, it is a requirement that the analysis should be made on plant organs and timings with a least possible variability.

Because of its phenology, the mexican lemon crop undergoes high tissue nitrogen variation in a year. This causes low correlation coefficients between N content and fruit yields. It was hoped that since the fruit is the sink or fate of plant nutrients, its nitrogen content could be an adequate diagnostic variable.

A lemon field experiment conducted under 8 years of continous fertilizer application in Tecmán, Colima, was used for hypothesis testing. The fertilizer treatments varied from

+ Ponencia presentada en el XV Congreso Nacional de la SMCS.

* Maestro en Ciencias Investigador en el INIA-SARH.

** Doctor en Ciencias y Maestro en Ciencias. Profesor Investigador e Investigador en el Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados.

0 to 1.6 kg of N per tree and year, with increments of 0.4 kg. Eight fruit samples were taken every two weeks. Both growth and chemical analyses were made according to conventional methods. Growth curves and nitrogen content curves of fruits were studied. Fruit yields and nitrogen content in different sampling periods were adjusted through linear and quadratic regression technique. It was found that fruit nitrogen content during anthesis is an adequate variable for estimating final yield.

Introducción

Tradicionalmente la idea de "análisis vegetal" se ha entendido y utilizado como un sinónimo del análisis foliar y, aunque la mayoría de análisis en las plantas se realizan en las hojas con diferentes finalidades, existe la alternativa de muestrear y analizar otro tipo de órganos que reflejen de forma real el estado nutricional de las plantas.

Algunos investigadores, como Ortuño et. al. citado por Del Rivero (1978), Chandler (1962) y Uexkül (1966), coinciden en que es factible la utilización del análisis del fruto en cítricos, pero discuten su utilización indiscriminada, comparándola con el análisis de las hojas. Por otra parte, la mayoría de los trabajos al respecto indican que el análisis foliar es de mayor utilidad que el de cualquier otro órgano y, que se considera; que el comportamiento de las plantas en general, se encuentra íntimamente relacionado a las concentraciones de nutrimentos en las hojas, Smith (1966). La idea anterior se puede considerar válida para la mayoría de los cultivos, sin embargo, existen excepciones como el caso del limón, el cual además de ser un árbol perennifolio, produce frutos durante todo el año, lo que implica una aparición constante de brotes florales y éstos, como es bien conocido, constituyen "sinks" metabólicos, o sitios de demanda nutrimental, que se abastecerán de productos (especialmente nitrógeno), translocados desde las hojas, que debido a este proceso mostrarán fuertes variaciones en sus contenidos nutrimentales.

Por esta razón se pensó, que para el caso específico del limón, el análisis de nitrógeno en el fruto puede ser un buen estimador del estado nutricional de los árboles al igual que de la producción.

Objetivos

- 1o. Probar la utilidad del análisis del fruto de limón para estimar el estado nutricional del árbol y su producción
- 2o. Estudiar las variaciones de nitrógeno en el fruto durante todo su crecimiento.
- 3o. Construir una curva de abastecimiento para nitrógeno en el fruto.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en la zona de Tecomán, Colima, que se encuentra a 30 msnm, tiene una temperatura media anual de 26°C y una precipitación media de 711 mm por año, distribuidas de forma adecuada durante el verano y otoño.

Los suelos del huerto son de textura arenosa, de reacción alcalina con pH = 8.4 y sin problemas de salinidad con un valor de CE = 0.75 mmhos en extracto de saturación, además se clasifican como suelos pobres de acuerdo a su contenido de nitrógeno total y materia orgánica.

El cultivo utilizado en el trabajo fue limón mexicano (**Citrus aurantifolia**, Swingle), con una edad de la plantación de 9 años al momento de la investigación. Los árboles estudiados provienen de semilla (no son injertados) y están sembrados a una distancia de 10 X 10 en marco real.

Los tratamientos de fertilización aplicados al suelo se fraccionaron en 4 partes, en intervalos de 3 meses y fueron los siguientes:

Cuadro 1. Tratamientos de Fertilización

No. de tratamiento	Kg/árbol/año		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.6	0.6
3	0.4	0.6	0.6
4	0.8	0.6	0.6
5	1.2	0.6	0.6
6	1.6	0.6	0.6

Durante el experimento se realizaron 8 muestreos, en intervalos de dos semanas (promedio), desde el momento de antesis (caída de pétalos) en que se realizó el primero, hasta los 94 días de edad del fruto en que se realizó el último. Las fechas e intervalos de los muestreos se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Fechas e Intervalos de los Muestreos

No. de muestreo	Fecha	Intervalos en días
1	25- II-80	0
2	7-III-80	11
3	21-III-80	14
4	2-IV-80	10
5	20-IV-80	18
6	3-V-80	13
7	17-V-80	14
8	30-V-80	14

Todas las muestras colectadas en sus correspondientes fechas, fueron procesadas de igual manera para el análisis de nitrógeno, habiéndose eliminado primero el agua de rocío de los frutos para registrar su peso fresco y después de una limpieza superficial con el fin de eliminar cualquier posible contaminación por suelo o fertilizante, se secaron a 70°C por 48 horas y homogeneizaron en molino Willey, se secaron nuevamente para proceder con la determinación de nitrógeno total, utilizando el procedimiento tradicional de Mikrokjeldhal.

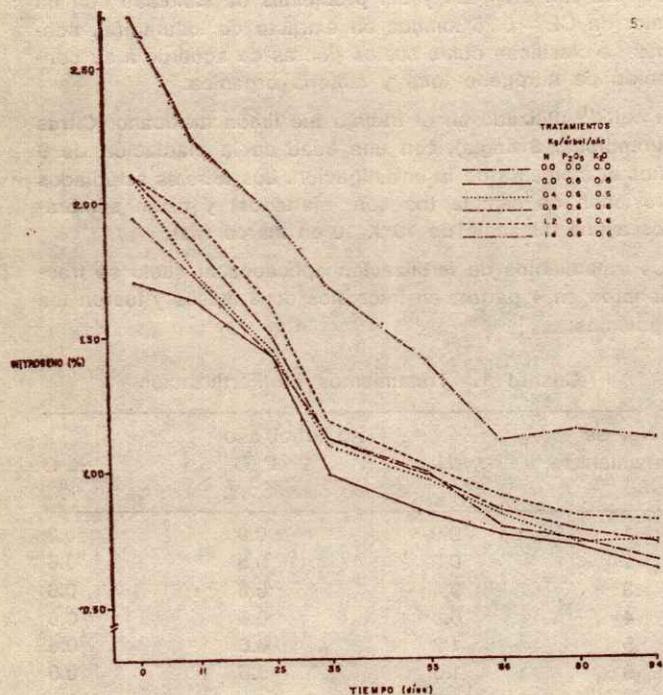


Fig. 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la concentración de nitrógeno en el fruto

Resultados y Discusión

Al cuantificar la concentración de nitrógeno en el fruto en los diferentes muestreos (figura 1), se observó que independientemente de los tratamientos, hubo un marcado efecto de dilución, debido a la mayor acumulación de C, H y O durante el crecimiento, encontrándose un efecto de la fertilización estadísticamente significativo, a partir del tercer muestreo (25 días).

El tratamiento No. 2, sin nitrógeno pero con fósforo y potasio, resultó el menor, tal vez por un ligero aumento en el crecimiento del fruto y la consiguiente dilución de nitrógeno. Como sería de esperar, la fertilización nitrogenada ejerció un notable efecto sobre la extracción de nitrógeno por el fruto, apreciándose que a una mayor dosis de N correspondió una mayor extracción de ese nutrimento. Para este caso las diferencias entre tratamientos fueron estadísticamente significativas a partir del cuarto muestreo (35 días), ya durante la fase de crecimiento lineal (Cuadro 3 y figura 2).

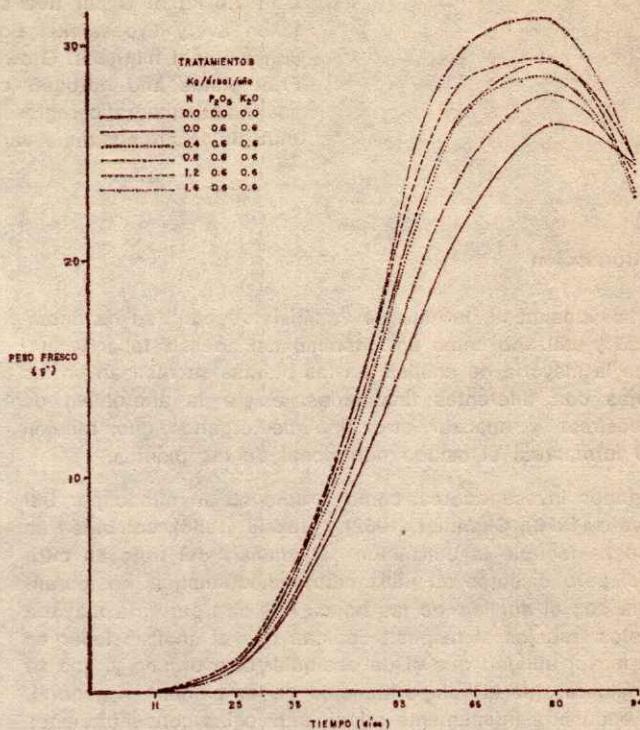


Fig. 3. Curvas de crecimiento para peso fresco

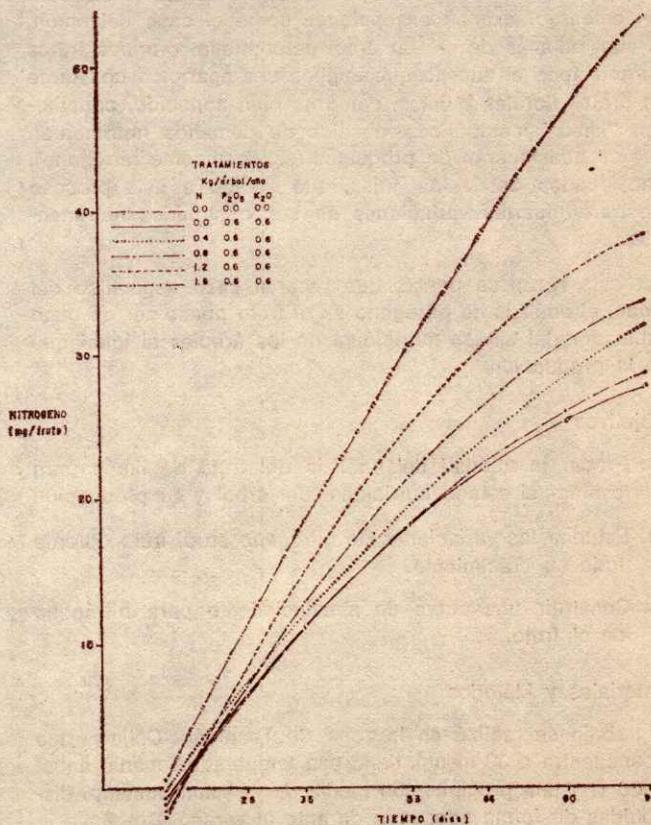


Fig. 2. Extracción de nitrógeno por fruto en los diferentes tratamientos

Para efectos de ajuste del modelo, no se usaron los datos del primer muestreo, por lo que se presentan valores negativos a los 11 días, correspondiente al segundo muestreo. En relación a la curva de crecimiento para el fruto de limón, construida desde antes (día cero), hasta los 95 días de edad (figura 3), se puede observar una fase logarítmica de 0-25 días, una fase de crecimiento lineal de 25-66 días, la etapa de madurez de 66-80 días y la senescencia de los 80 días en adelante. Las curvas originadas para todos los tratamientos, mostraron un claro efecto de la fertilización nitrogenada, pero todas ellas describen una curva signoidal típica. Un punto importante, es que en base a dicha información, se puede ver claramente que la fecha ideal para cosechar el fruto; es a los 80 días, después de la caída de pétalos, ya que después se inicia la senescencia.

Cuadro 3. Cantidad de nitrógeno extraído por fruto (mg)

Tratamiento			M U							
N	P O	K O	1	2	3	4	5	6	7	8
0.0	0.0	0.0	0.457	0.520	5.607	10.031	16.741	23.964	26.489	27.916
0.0	0.6	0.6	0.398	0.574	5.897	10.282	17.491	24.359	26.763	26.581
0.4	0.6	0.6	0.416	0.299	8.421	10.946	18.065	26.498	29.165	31.532
0.8	0.6	0.6	0.493	0.925	6.144	12.355	21.251	27.934	31.886	32.228
1.2	0.6	0.6	0.655	0.309	7.721	13.421	25.341	31.132	36.805	35.296
1.6	0.6	0.6	0.381	0.668	9.677	20.976	29.415	35.404	51.802	51.788
	X		0.466	0.629	7.244	13.001	21.384	28.215	33.818	34.223

De acuerdo con los efectos mostrados de los diferentes tratamientos de N, sobre la concentración y extracción de ese nutrimento y sobre el crecimiento del fruto, serían de esperarse efectos similares que también se presentaron en forma significativa lo cual, se ilustra en el Cuadro 4, sobre la producción.

El rendimiento en kg/árbol/año y en No. de frutos/árbol/año conducen a los mismos resultados estadísticos, habiéndose obtenido desde 42.0 hasta 325.8 kg/árbol/año, para los tratamientos números 2 y 6 respectivamente y en número de frutos, desde 707 hasta 8622, para los mismos tratamientos, observándose que la aplicación aislada de fósforo y potasio sin nitrógeno, genera un efecto depresivo en la producción, debido tal vez, al efecto tan fuerte del nitrógeno sobre la floración.

Con toda la información anterior se calcularon las ecuaciones de regresión cuadráticas y los coeficientes de correlación entre el % en el fruto en los diferentes muestreos y el rendimiento (Cuadro 5), encontrándose que para el muestreo realizado al inicio del crecimiento del fruto (caída de pétalos), se presentó un coeficiente de correlación $r=0.81$, lo cual señala la factibilidad del empleo del análisis del fruto como un estimador del rendimiento, debido posiblemente a que en ese estado fenológico de los árboles son de esperarse fuertes variaciones de N a nivel foliar, que se estará translocando hacia el sitio de demanda, el fruto en este caso.

Al utilizar los datos obtenidos del análisis de nitrógeno durante los muestreos realizados y el rendimiento, se probaron los modelos lineal y cuadrático, encontrándose un mejor ajuste para el segundo. Con los parámetros obtenidos para la ecuación del modelo, se calcularon los puntos que describen la curva que estima la producción en función de la concentración de nitrógeno en el fruto, según se muestra en la figura 4.

Para definir los rangos de abastecimiento en función de la concentración de nitrógeno en el fruto, se establecieron los siguientes criterios:

A. Se consideró una **concentración excesiva** de nitrógeno, en el punto en el que se presentó un abastecimiento (punto de inflexión de la curva), el cual fue encontrado a la con-

por los diferentes tratamientos en cada uno de los muestreos

centración de 2.73% de N, para un rendimiento de 302.7 kg árbol/año.

B. El límite para el óptimo o buen abastecimiento, se estableció como aquella concentración de N con la que se obtuvo una producción de 250 kg/árbol/año, la cual se considera como una buena producción en la zona, en base a experimentos anteriores y correspondió a 2.28% de N.

C. Para el rango de **bajo** contenido de N, se consideró aquella concentración que originó rendimientos menores de 250 kg/árbol/año, pero mayores de 136 kg/árbol/año, correspondientes a 2.28 y 1.92% de N, respectivamente.

D. Finalmente, se consideran **deficientes** las concentraciones de N por debajo de 1.92% con producciones inferiores a 136 kg/árbol/año.

Cabe señalar, que los rangos aquí establecidos, implican que no existen deficiencias de P y K, dado que la evaluación a la respuesta de N, lleva siempre la adición de 0.6 kg/árbol/año de P O y K O, además de un buen manejo del huerto. Hecho innegable ya que los resultados corresponden a 8 años de experimentación, (Orozco 1979 y Sepúlveda 1978).

CUADRO 4. INFLUENCIA DE LA DOSIS NITROGENADA APLICADA AL SUELO SOBRE EL RENDIMIENTO.

No. de Trat.	kg/árbol/año			R E N D I M I E N T O			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg/árbol/año		No. de frutos/árbol/año	
1	0.0	0.0	0.0	84.39	de	2 598	de
2	0.0	0.6	0.6	42.00	e	707	e
3	0.4	0.6	0.6	136.32	cd	3 787	cd
4	0.8	0.6	0.6	212.34	bc	6 063	bc
5	1.2	0.6	0.6	291.87	ab	7 215	ab
6	1.6	0.6	0.6	325.83	a	8 862	a
DSH 0.01				92.87		2 775	
C.V.				27.84		29.85	

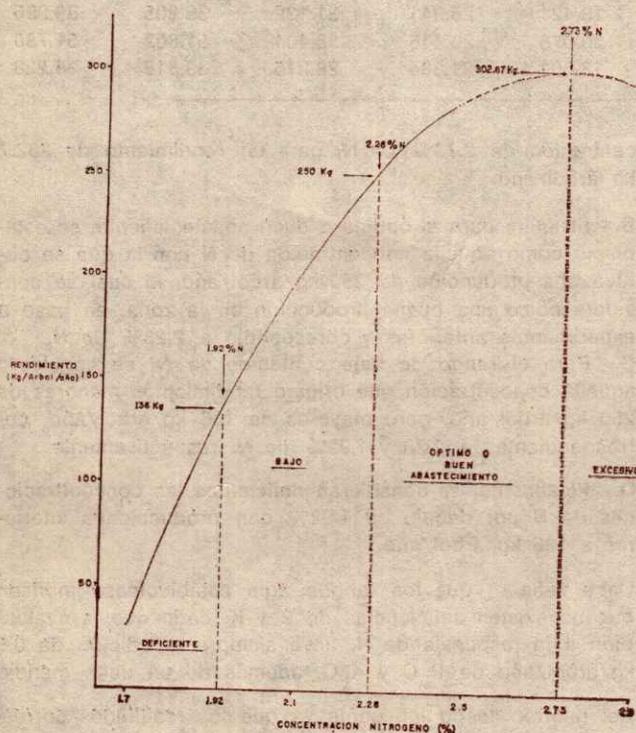


Fig. 4. Rangos de abastecimiento para nitrógeno en base al análisis del fruto de limón (caída de pétalos)

Conclusiones

10. La curva de crecimiento del fruto del limón representa una curva sigmoide típica, en base a la cual se reco-

11. mienda realizar la cosecha a los 80 días, después de la caída de pétalos.
20. La concentración de nitrógeno en el fruto muestra un claro efecto de dilución, a lo largo de su crecimiento.
30. Se detectó un efecto significativo de la fertilización nitrogenada, sobre la concentración de ese nutrimento en el fruto.
40. Se comprobó que el análisis de nitrógeno en el fruto de limón, al momento de la caída de pétalos, constituye un buen estimador de la producción.

Bibliografía

- Chandler, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. Ed. UTHEA, México, P. 95-182.
- Del Rivero, J.M. 1968. Los estados de carencia de los agríos. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. p. 31-46.
- Orozco, R.J. 1979. Estudio sobre las relaciones entre la fertilización con N, P y K, el análisis foliar, la producción y calidad en limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle). Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Sepúlveda, T.J.L. 1978. Efecto de N, P y K sobre el limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) en Tecmán, Col. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura Universidad de Guadalajara, Jal.
- Smith, P.F. 1966. Leaf Analysis of Citrus. In Fruit Nutrition. Childres, N.F. ed. Somerset Press, New Jersey.
- Uexxküll, H.R.V. 1966. Nuevos conocimientos sobre la fertilización en cítricos. Boletín verde. Verlagsgesellschaft für Ackerbau MBH, Alemania. p. 15-78.

REVERSIBILIDAD DE LOS EFECTOS DE LAS SALES SOBRE
EL CULTIVO DE JITOMATE (*Lycopersicum Sculentum*)⁺

Aceves Navarro, E.*
G. González Lira, N.**
Carlos Ramírez Ayala, C.
Noé G. González Lira, N.**
Ramírez Ayala, C.***

Con el objeto de determinar si los efectos de las sales sobre las plantas son irreversibles o no, dependiendo del tiempo a que éstas son expuestas a diferentes concentraciones de salinidad, se hizo una revisión de literatura encontrándose que a medida que se incrementan los niveles de salinidad de los suelos, los rendimientos de las raíces, tallos, hojas, flores y frutos se ven afectados en forma inversa; a mayor salinidad menor rendimiento. Sin embargo, no existe literatura extensa sobre el efecto de las sales, cuando las plantas son expuestas a las mismas por períodos cortos durante su ciclo de desarrollo.

Debido a que este efecto no se conoce ampliamente y produce consecuencias negativas que pueden ser de impacto económico para los productores, ya que se refleja mediante una disminución de los rendimientos del cultivo del jitomate (*Lycopersicum Sculentum*), se estableció un experimento bajo condiciones de invernadero en el que se probaron tres niveles de potencial osmótico que fueron -1.00; -2.00 y -3.00 atmósferas, generados con adiciones de NaCl a una solución nutritiva tipo Hoagland y se sometieron plantas de jitomate a éstos en su medio radicial durante 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30 y 100 días de exposición, utilizándose un diseño de bloques al azar, obteniéndose que las sales efectivamente causan daños drásticos en el desarrollo de las plantas que son irreversibles y se manifestaron, aun cuando éstas se expusieron a -1.00 atmósferas de potencial osmótico durante 1 día, mediante una reducción de la altura en un 9.8%; además, se comprobó que existió una disminución del consumo de agua, la cual fue inversamente proporcional al incremento de potencial osmótico, siendo más notoria ésta. Se tuvo un mayor potencial y respecto al rendimiento de fruto se obtuvo una disminución del 10, 20 y 25% cuando las plantas se expusieron a -1.00, -2.00 y -3.00 atmósferas de potencial osmótico durante 1 día, y de 60, 80 y 85%, cuando se expusieron a los mismos potenciales pero durante 100 días.

Por otro lado se infiere que los rendimientos de biomasa y materia seca totales, se disminuyeron en un mayor porcentaje en el sistema radical de las plantas, y además se obtuvieron funciones de producción que relacionan la evapotranspiración con los rendimientos de los diferentes parámetros, observándose en éstas que existe una linealidad de las ecuaciones obtenidas, con lo que se concluyó que a mayor evapotranspiración, mayor rendimiento.

⁺Ponencia presentada en el XV Congreso Nacional de la SMCS.

*Doctor en Ciencias. Técnico de la Dir. Gral. de Distritos de Riego S.A.R.H.

**Ingeniero Agrónomo. Profesor-Investigador, Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados.

***Maestro en Ciencias, Investigador, Centro de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados.

ABSTRACT

There are many reports that show a negative correlation between soil salinity and crop yields of roots, stems, leaves, flowers and fruits. However, not much information is available on the effect of salinity on yields when salinity occurs for short and recurrent periods.

A greenhouse experiment was conducted with tomatoes, *Lycopersicon esculentum*, in order to measure the effect on yield of three osmotic potentials, -1.00, -2.00 and -3.00 atmospheres induced by additions of NaCl to a Hoagland nutritive solution. The plant root systems were exposed to the osmotic potential treatments for 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30 and 100 days. A randomized complete block design was used.

It was found that, as expected, salinity can cause drastic effects on plant growth that are irreversible. The damage could be detected even when the osmotic potential was -1.00 atmosphere and the time of exposition was of one day only. Plant height was reduced by this treatment by 9.8%. It was also found that the consumption of water decreased, inversely proportional to the osmotic potential treatment. Fruit yields were decreased by 10, 20 and 25 percent when the osmotic potentials were -1, -2 and -3 atmospheres and the exposure was of one day. When exposure was 100 days fruit yields were decreased by 60, 80 and 85% respectively by the -1, -2 and -3 osmotic potentials.

Introducción

El efecto de las sales sobre los cultivos se estudia en varias partes del mundo, usando diferentes niveles de concentración y tipos de sales.

La literatura reporta que a medida que se incrementan los niveles de salinidad en el suelo, los rendimientos disminuyen, es decir a mayor salinidad menores rendimientos; sin embargo, no existe literatura extensa sobre el efecto de las sales cuando las plantas son expuestas por períodos cortos de tiempo durante su ciclo vegetativo.

En un trabajo realizado por Espinoza (1979), con plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*), se encontró que los efectos de tiempos de exposición a las sales, de cinco días, produjeron daños irreversibles en el desarrollo vegetativo del cultivo, lo cual tiene un significado práctico cuando los intervalos de riego se alargan en cultivos que se desarrollan en suelos con problemas de ensaltramiento.

Debido a que este efecto no se conoce ampliamente y sus consecuencias pueden ser de impacto económico para los productores, se decidió realizar un experimento con jitomate bajo condiciones de invernadero.

Objetivo

Determinar si los efectos de las sales sobre las plantas son irreversibles o no, dependiendo del tiempo a que éstas son expuestas a condiciones de salinidad en su sistema radical.

Hipótesis

"Los efectos de las sales sobre las plantas de jitomate, cuando son expuestas a diferentes niveles de salinidad y tiempos de exposición son reversibles".

Revisión de Literatura

Richards (1954) señala que las investigaciones realizadas en suelos para medir el efecto de las sales sobre los cultivos presentan problemas de manejo difíciles de resolver demostrando que una mejor forma de realizar estos estudios es en materiales inertes como agrolita, vermiculita y otros, ya que permiten la adición de diferentes sales a una solución nutritiva en concentración isosmótica, para facilitar comparaciones en crecimiento y acumulación de éstas. Encontrándose además una relación entre el desarrollo de las plantas y la presión osmótica de la solución.

Se ha encontrado que cuando las plantas se someten a condiciones de salinidad sufren daños en su anatomía y fisiología en forma creciente conforme aumentan las sales, en esto el primer investigador que observó los cambios anatómicos en las plantas cuando se exponen a las sales fue Batalain (1875) consultado por Poljakoff (1975).

Además en trabajos que realizó con plantas halófitas en ausencia y presencia de sales de MgSO₄, encontró que

éstas mostraron suculencia, pero en suelos salinizados con NaCl y MgSO₄, mostraron suculencia, únicamente en su

estructura anatómica con células epidérmicas largas, pocos estomas, células largas en la esponja mesofílica y multiplicación de tejidos de empalizada.

En investigaciones realizadas por Rodríguez (1977), bajo condiciones de invernadero con trigo variedad INIA F-66, en las que utilizó diferentes niveles de potencial osmótico generados con adiciones de NaCl a una solución nutritiva, encontró que las sales generan un engrosamiento prematuro de la pared celular, que las hojas aún envainadas tenían un grosor de su pared celular similar a las células adultas desarrolladas en condiciones de no salinidad, lo que indica que las sales afectan a las células de los tejidos

aún en las primeras etapas de su formación, además un decremento de 70% de la división celular para un tratamiento de -8.00 atm. de potencial osmótico, una reducción de la altura de las plantas y una disminución del rendimiento de grano conforme aumentó el potencial osmótico.

Aceves *et. al.* (1975), en un trabajo que realizaron con trigo variedad INIA F-66 bajo condiciones de invernadero en el que probaron diferentes niveles de potencial osmótico generados con adiciones de Na Cl y Ca Cl₂, obtuvieron que

la salinidad reduce la transpiración, el potencial total de agua de la hoja y la producción, e incrementa la resistencia de la hoja a la difusión del agua.

En un trabajo posterior realizado por Espinosa (1979), reporta que en un experimento con jitomate variedad Margloba bajo condiciones de invernadero en el que probó los potenciales osmóticos de -3.00, -6.00 y -9.00 atmósferas, contra diferentes tiempos de exposición en días, obtuvo que el efecto de las sales sobre el desarrollo de las plantas es irreversible y determinante, ya que las plantas expuestas a -3.00, -6.00 y -9.00 atmósferas durante cinco días, sufrieron una reducción de la altura en 3.91, 5.96 y 6.67% y una disminución de los rendimientos de biomasa de 22.75, 26.53 y 28.72% respectivamente.

Strongonov (1962), consultado por Poljakoff (1975), reporta que existe una inhibición del crecimiento del jitomate en 50%, en suelos que contenían 0.1% de cloruros y el peso de fruto por planta se redujo en un 90%.

En un experimento que realizaron Aceves *et. al.* (1975), con trigo variedad INIA F-66 reportan haber obtenido con diferentes condiciones de aireación y de salinidad (-4.00 atm) en el medio radical una inhibición de la producción de retoños y una reducción de la producción de materia seca.

Finalmente en un trabajo que realizó Nieman (1962), con 12 especies diferentes de plantas bajo condiciones de invernadero regadas con solución nutritiva a la que se le agregó Na Cl para generar -1.00, -2.00, -3.00 y -4.00 atm. de potencial osmótico para medir el efecto sobre el crecimiento encontró, que las especies tolerantes presentaron una pequeña variación de éste, comparada con las plantas desarrolladas en solución nutritiva de control, mientras que en las especies sensibles se observó una severa depresión y muerte.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en el invernadero del Colegio de Postgraduados, en Chapingo, México, que se localiza geográficamente a 19° 31' de Latitud Norte, 98° 53' de Longitud del meridiano de Greenwich y a una altitud de 2,240 m.s.n.m. El clima según García E. (1968), es del tipo c(wo) (w)b (i'), el cual es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 700 mm., régimen de lluvias en verano y temperatura anual de 12°C y 18°C.

Para la realización del experimento se utilizaron diversos materiales tanto para la instalación experimental como para

hacer la preparación de las soluciones de los diferentes tratamientos y repeticiones, así como algunos aparatos para medir y controlar los niveles de salinidad además se usaron instrumentos de tipo meteorológico para realizar observaciones dentro del invernadero.

Para cumplir con el objetivo propuesto y probar la hipótesis planteada, se establecieron plantas de jitomate que se sometieron a cuatro niveles de potencial osmótico los cuales se presentan en el cuadro 1.

C u a d r o 1

Niveles de potencial osmótico de los diferentes tratamientos

Potencial osmótico (atm)	C.E. X 10 ³ mmhos/cm 225 C	Cantidad de Na Cl agregada en gr/l.
-0.30	0.85	—
-1.00	2.77	0.1404
-2.00	5.55	1.5440
-3.00	7.40	2.9480

Los cuales a su vez se sometieron a ocho tiempos de exposición en días como se muestra en el Cuadro 2.

C u a d r o 2

Diferentes tiempos de exposición a que se sometieron las plantas de jitomate a cuatro niveles de potencial osmótico en su sistema radical

Potencial osmótico (atm)	Tiempo de exposición a que se sometieron las plantas a condiciones de salinidad (en días)							
-0.30 (T)*								
-1.00(B)	1	2	3	5	10	20	30	100
-2.00 (C)	1	2	3	5	10	20	30	100
-3.00 (D)	1	2	3	5	10	20	30	100

* El tratamiento T es el testigo, solución Hoagland diluida a la cuarta parte.

Con la combinación de los cuadros 1 y 2 se generaron 24 tratamientos con salinidad y se establecieron en unidades experimentales que fueron macetas de forma y dimensiones como se muestra en la figura 1, el diseño experimental que se utilizó fue un bloque al azar con tres repeticiones. Para realizar comparaciones se estableció un tratamiento control o testigo y que fue regado con solución nutritiva tipo Hoagland diluida a la cuarta parte, a la cual se le controló el pH de 6 a 7 con H Cl 0.1 N que corresponde a una C.E. de 0.85 mmhos/cm a 25°C durante todo el experimento. Esta solución fue empleada en las macetas en las que terminó el tratamiento de tiempo de exposición.

Mediante la solución nutritiva, se aplicaron los elementos necesarios que requirieron las plantas para obtener su desarrollo, su preparación se hizo con las substancias y concentraciones que se muestran en el cuadro 3 con agua de la llave y a partir de esta solución sin diluir se pre-

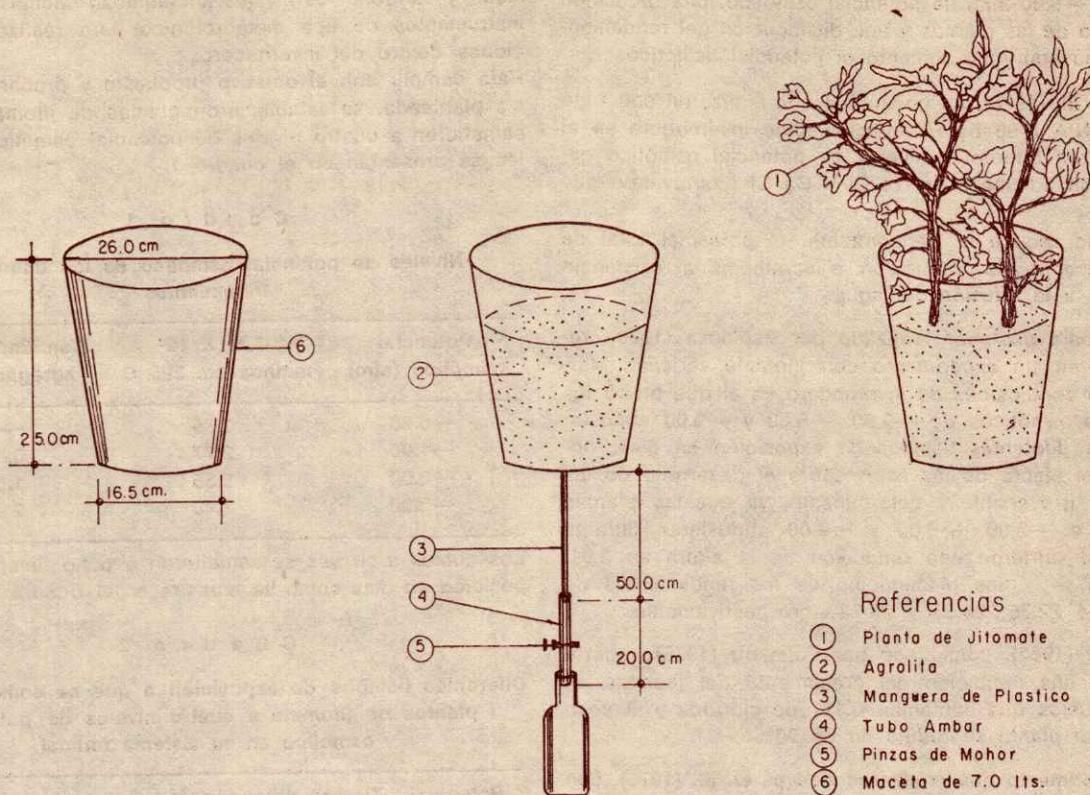


Figura No. 1 Dimensiones de la maceta y materiales usados

pararon las soluciones salinas generadas con las adiciones de Na Cl, que se describieron en el cuadro 1 y se calcularon de acuerdo al siguiente razonamiento:

Si una atmósfera de potencial osmótico equivale a 24 m.e. de Na Cl por cada litro de solución y 1 m.e. de Na Cl es igual a 0.0585 g. de éste, entonces se tiene que para producir —1.00 atmósferas de potencial osmótico se requieren $24 \times 0.585 = 1.4040$ g. de Na Cl por cada litro de solución salina.

Se seleccionó el cultivo del jitomate variedad saladed para realizar el experimento por su importancia económica, alimenticia del cultivo en el país (INIA - 1981) y por ser medianamente tolerante a la salinidad según Richards (1954), con una capacidad de sobrevivir en suelos salinos hasta una C.E. de 10 mmhos/cm a 25°C.

La siembra se hizo en un almácigo en charolas de poliestireno en la que se obtuvo un 96% de germinación. el trasplante se realizó a los 30 días cuando las plantas tenían aproximadamente 10 cm. de altura, la aplicación de las sa-

les se inició una vez trasplantado y adquirido el ajuste osmótico de las plántulas, además cuando se terminó cada tratamiento se lavaron las unidades experimentales con agua de la llave con el objeto de asegurar el tiempo de exposición.

Se presentaron deficiencias de fósforo, potasio y fierro, mismas que se corrigieron elevando su contenido en la solución nutritiva y además se presentó la plaga de la mosquita blanca combatiéndose con los insecticidas recomendados.

Para determinar los efectos de las sales sobre el cultivo se realizó la medición de parámetros de la planta que fueron la altura, consumo de agua o evapotranspiración, los rendimientos de fruto, biomasa y materia seca.

El tiempo de duración del experimento fue de 152 días, que estuvieron comprendidos entre los meses de diciembre de 1981 a mayo de 1982.

Resultados y Discusión

A través de la medición de los diferentes parámetros que fueron evaluados en el experimento se obtuvieron los datos

Cuadro N° 3 REACTIVOS UTILIZADOS EN LA PREPARACION DE LA SOLUCION HOAGLAND

MACRONUTRIENTES

FORMULA	NOMBRE	PESO EN gr/l.	ml/l. de agua
* KH_2PO_4	POSFATO DE POTASIO MONOBASICO	136.09	1
* KNO_3	NITRATO DE POTASIO	101.10	5
* $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	NITRATO DE CALCIO	236.50	5
* $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	SULFATO DE MAGNESIO	240.50	2

* CONCENTRACION 1 MOLAR

MICRONUTRIENTES

FORMULA	NOMBRE	PESO EN gr/l.
H_2BO_3	ACIDO BORICO	2.86
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	CLORURO DE MANGANESO	1.81
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	SULFATO DE ZINC	0.22
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	SULFATO DE COBRE	0.68
$H_2MoO_4 \cdot H_2O$	ACIDO MOLIBDICO	0.02

UNA VEZ PREPARADA LA SOLUCION NUTRITIVA SE LE AGREGO FIERRO AL 0.50% DE LA FORMA SIGUIENTE:

SOLUCION DE FIERRO

FORMULA	NOMBRE	CANTIDAD USADA
**KOH	HIDROXIDO DE POTASIO	56.11 gr/l.
$C_{10}H_{14}N_2O_8 \cdot 2H_2O$	ACIDO ETILENDIAMINO TETRA ACETICO (EDTA)	89.00 gr/100 ml.
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	SULFATO FERROSO	83.40 gr/l.

** CONCENTRACION 1 NORMAL

finales promedio que se muestran en el cuadro 4, los cuales fueron transformados en valores relativos en % considerando al testigo como el 100% y a partir de éste se calcularon las diferencias relativas de los diferentes tratamientos cuando se incrementó al potencial osmótico en -0.10, -1.10 y -2.10 atmósferas considerando que el de la solución nutritiva sin diluir fue de -0.90 atm.

Los valores relativos que se generaron se ajustaron a un modelo estadístico del tipo $Y = a x^b$, obteniéndose para la altura las ecuaciones que se muestra en la figura 2, en la que se observa una reducción del crecimiento de 9.8, 13 y 16% cuando se expusieron a -1.00, -2.00 y -3.00 atmósferas de potencial osmótico durante 1 día y de 22.5, 32.5 y 37.5% cuando se expusieron a los mismos potenciales para durante 100 días. Con los datos finales se realizó un análisis de varianza encontrándose diferencias altamente significativas entre tratamientos de salinidad y tiempos de exposición y su interacción.

Por otro lado en cuanto al consumo de agua de las plantas, se encontró que éste disminuye al aumentar la salinidad y el tiempo de exposición como se observa en los datos del cuadro 4, comprobándose esto además con un análisis de varianza en el que se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos y tiempos de exposición.

Respecto al rendimiento de frutos se obtuvo una disminución del 10, 20 y 25%, cuando las plantas se sometieron a -1.00, -2.00 y -3.00 atmósferas de potencial osmótico durante un día y de 60, 80 y 85% cuando se expusieron a los mismos potenciales durante 100 días como se observa en la figura 3.

Además con los datos finales se realizó el análisis de varianza que se muestra en el cuadro 5, y se obtuvieron diferencias altamente significativas entre salinidad y tiempo de exposición a ésta, al igual que una interacción entre éstos.

También con los datos de este parámetro se ajustó una función de producción que relaciona los rendimientos de fruto con la evapotranspiración como se muestra en la figura 4 de la que se infiere que a mayor evapotranspiración, mayor rendimiento.

En rendimiento de biomasa se analizaron los datos relativos y se obtuvo una disminución de ésta más marcada en el sistema radical de 45, 65 y 72% cuando las plantas se sometieron a -1.00, -2.00 y -3.00 atmósferas de potencial osmótico durante 1 día y de 82, 94 y 96% con los mismos potenciales durante 100 días.

En rendimiento de materia seca se obtuvo una disminución más notoria en el rendimiento total acumulado de la suma de la parte aérea y radical de la planta, que se reflejó en una disminución del 18, 26 y 30% cuando las plantas se sometieron a -1.00, -2.00 y -3.00 atmósferas de potencial osmótico durante 1 día y de 65, 80 y 85% cuando se expusieron a los mismos potenciales durante 100 días.

Finalmente se hicieron análisis de varianza de biomasa y materia seca divididas en partes aérea, radical y total encontrándose diferencias altamente significativas entre salinidad y tiempos de exposición, al igual que la interacción entre éstos. Además se encontraron diferencias significativas entre repeticiones, deduciéndose que existen variaciones significativas en el microambiente del invernadero que tienen efecto en los tratamientos probados.

Conclusiones

Se concluye que existen daños drásticos en el desarrollo de las plantas que son irreversibles y se manifiestan aún cuando las plantas se exponen a -1.00 atmósferas de potencial osmótico durante 1 día.

El consumo de agua fue inversamente proporcional al potencial osmótico, que se reflejó en una disminución de la transpiración de las plantas.

Respecto al rendimiento de fruto se concluye que se disminuyó en 10, 20 y 25% con respecto al testigo, cuando las plantas se sometieron a -1.00, -2.00 y -3.00 atmósferas de potencial osmótico durante 1 día y de 60, 80 y 85% cuando se expusieron a los mismos potenciales durante 100 días.

Finalmente respecto a los rendimientos de biomasa y materia seca se concluye que existe un mayor efecto de las sales en el sistema radical que en la parte aérea.

Cuadro No. 4 — Datos finales promedio obtenidos de los diferentes parámetros y tratamientos evaluados en el experimento

Tiempo de exposición a la salinidad (días)	$\Psi \pi$ (atm)	Altura (cm.)	Consumo de agua (ml.)	Fruta (gr.)	Biomasa (gr)			Materia seca (gr.)			
					Parte aérea	Raíz	Total	Parte aérea	Raíz	Total	
TESTIGO	-0.30	107.00	18611	1	935.33	340.40	52.90	393.80	53.43	17.66	71.09
1	-1.00	94.36	17899	5	813.86	285.00	30.33	315.33	45.93	13.16	59.09
2	-1.00	93.63	17708	0	748.46	265.30	18.80	284.10	42.46	10.13	52.59
3	-1.00	91.90	17399	6	680.46	264.70	15.90	280.60	40.66	8.63	49.29
5	-1.00	90.53	16993	1	678.06	245.80	14.73	260.53	35.80	7.63	43.43
10	-1.00	89.50	16530	7	620.63	244.43	14.53	258.96	33.96	6.46	40.42
20	-1.00	86.73	16018	6	618.96	244.20	14.36	258.56	32.63	5.93	38.56
30	-1.00	84.06	15396	3	614.60	225.26	13.40	258.66	30.03	5.36	35.39
100	-1.00	76.96	14115	3	437.70	175.60	6.96	182.56	24.20	4.50	28.70
1	-2.00	93.00	17678	2	759.30	260.50	18.26	278.76	42.36	11.20	53.56
2	-2.00	91.40	17361	2	680.06	241.30	14.93	256.23	39.76	9.93	49.69
3	-2.00	89.83	16957	7	637.93	234.53	11.53	246.06	37.30	8.33	45.63
5	-2.00	88.53	16511	8	631.16	223.43	11.30	234.73	32.93	7.23	40.16
10	-2.00	86.66	15988	1	574.16	219.36	10.96	230.32	31.36	6.06	37.42
20	-2.00	84.33	15416	3	569.86	218.50	10.83	229.33	29.86	5.50	35.36
30	-2.00	81.46	14708	1	503.67	215.40	10.53	225.93	24.13	4.66	28.79
100	-2.00	74.23	13280	2	221.97	70.23	4.96	75.19	19.90	2.60	22.50
1	-3.00	90.40	17529	6	707.93	247.90	15.16	263.06	40.50	10.33	50.83
2	-3.00	89.06	17105	8	677.96	247.10	8.10	225.20	38.16	6.86	45.02
3	-3.00	87.96	16651	3	591.16	226.36	7.93	234.29	36.26	6.33	42.59
5	-3.00	86.46	16143	5	589.16	218.07	7.76	225.83	32.26	5.70	37.96
10	-3.00	84.26	15566	2	536.33	217.23	7.23	224.46	29.43	5.50	34.93
20	-3.00	83.43	14919	0	530.80	216.80	6.43	222.63	27.20	3.70	30.90
30	-3.00	81.13	14161	9	456.53	193.20	5.50	198.70	17.16	3.46	20.62
100	-3.00	68.23	12620	2	104.37	27.46	2.30	29.76	13.90	1.16	15.06

- 12 -

En base a todo lo anterior se rechaza la hipótesis de que los efectos de las sales sobre las plantas de jitomate son reversibles.

Recomendaciones

Se recomienda continuar la investigación del fenómeno de la irreversibilidad de los efectos de las sales en otros cultivos, ya sean sensibles o tolerantes a la salinidad.

Literatura Citada

- ACEVES, N.E., L.H. STOLZY y G.R. MEHUYS, 1975, Effects of soil of soil potential produced with two salt species on plant water potential, growth, and grain yield of wheat. *Plant and soil* 42:619-627.
- ACEVES, N.E., L.H. SOTLZY y G.R. MEHUYS, 1975, Response of three semidwarf mexican wheats to diferent aereation condition in the rooting medium at constant salinity level. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 39:515-518.
- ESPINOZA, M.H., 1979, Reversibilidad de los daños producidos por la salinidad a plantas de jitomate (*Lycopersicon sculentum*), Tesis de Grado, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

NIEMAN, R.H. 1962, Some effects of sodium chloride on growth photosynthesis, and respiration for twelve crop plants. *The Bot. Gaz.* Vol. 123 No. 4.

POLJAKOFF, M.A.M., 1975, Plants in the saline enviroments, Distributed by Chapman and Hall Limited. London.

RICHARDS, L.A., 1954, Diagnosis and improvent of saline and alkali soils. Handbook 60, U.S. Salinity Laboratory Staff (traducción del I.N.I.A. - S.A.G. 1965).

RODRIGUEZ, H.A., 1977, Causas de la reducción del crecimiento de trigo bajo condiciones de salinidad, Tesis de Grado, Colegio de Postgraduados, E.N.A., Chapingo, México.

S.A.R.H., 1981, Logros y aportes de la investigación agrícolas en el Edo. de Morelos, Ed. CAEZACA, Zacatepec, Mor. México.

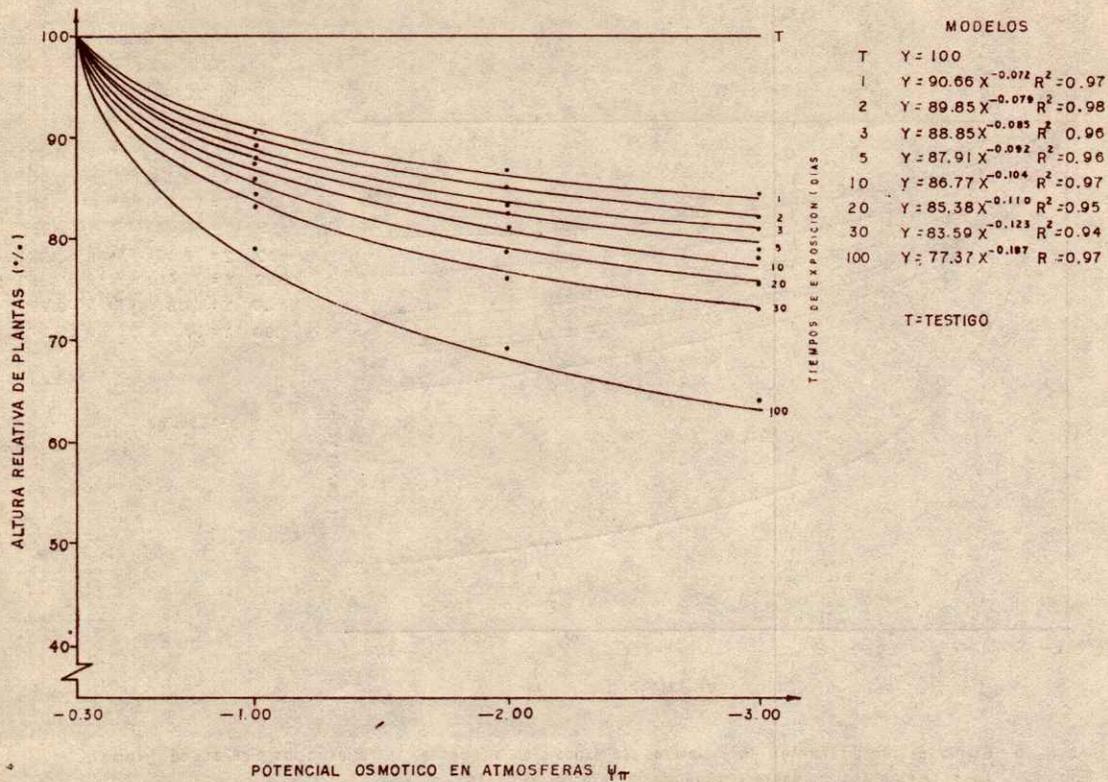


Figura N^o 2 Efecto de las diferentes Ψ_{π} de salinidad y tiempos de exposición a que se sometieron las plantas de jitomate en el medio radical sobre su altura relativa.

14.

CUADRO No. 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE FRUTO DE LAS PLANTAS DE JITOMATE DESARROLLADAS EN CONDICIONES DE DIFERENTES Ψ_{π} Y TIEMPO DE EXPOSICION A LA SALINIDAD.

FUENTE DE VARIACION	GL	S.C.	C.M.	Fc	Prob. > F
Salinidad	3	2437393.015	812464.338	178.72	0.0109**
Tiempo de exposición	7	1095510.531	156501.504	34.43	0.0001**
Salinidad x tiempo	21	450470.767	21450.989	4.72	0.0001**
Repeticiones	2	44265.545	22132.773	4.87	0.0001**
Error experimental	62	281852.901	4546.015		
TOTAL	95	4309492.796			

** Altamente significativo.

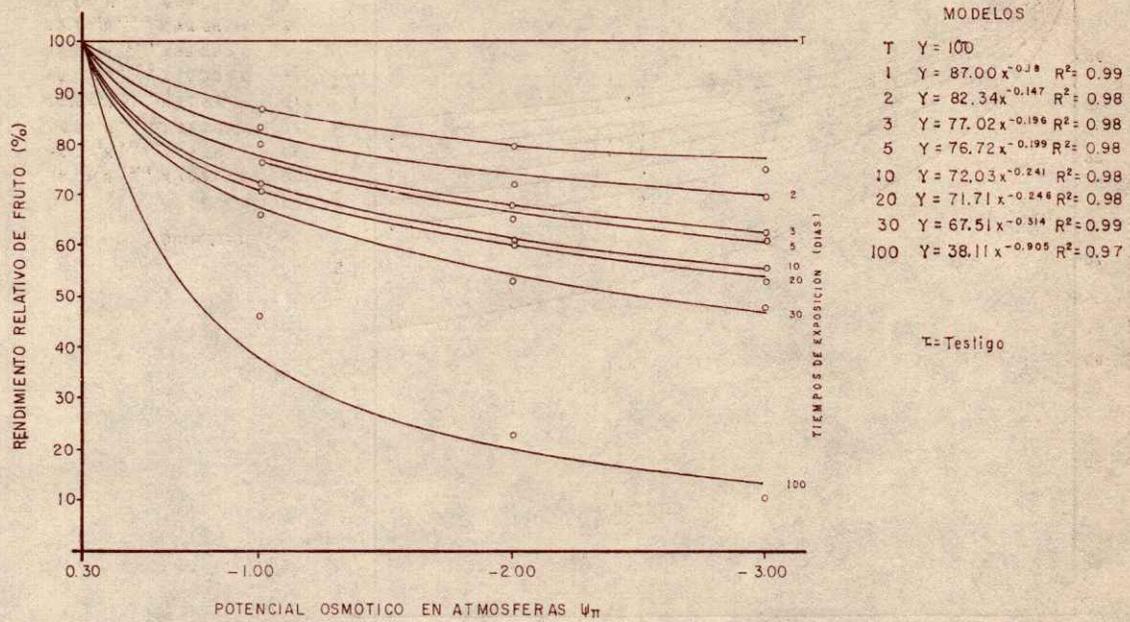


Figura No. 3 Efecto de las diferentes Ψ_{π} y tiempos de exposición a que se sometieron las plantas de jitamate en el medio radical sobre el rendimiento relativo de fruto.

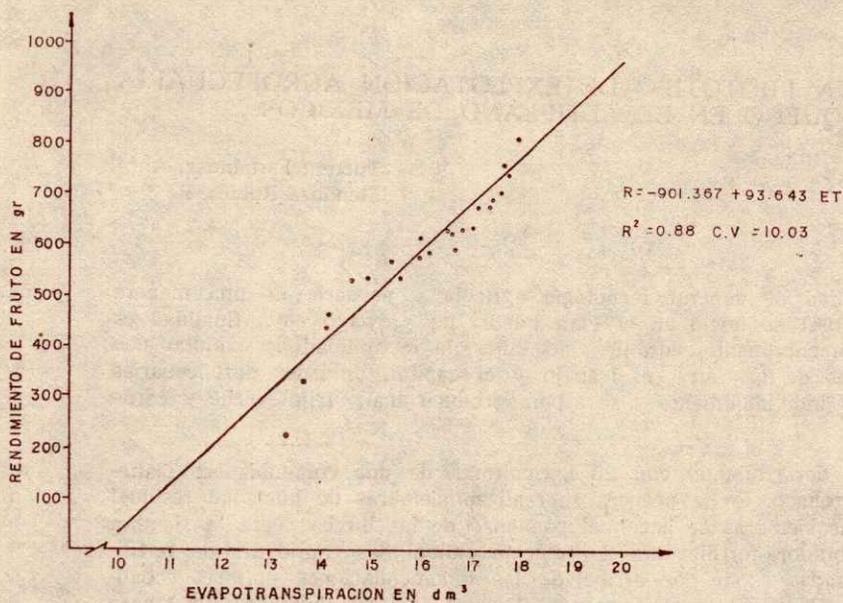


Figura. Nº 4 Rendimiento de fruto en función de la evapotranspiración en dm³, de las plantas de jitomate sometidas a diferentes ψ_{π} y tiempo de exposición a la salinidad

SOCIEDAD MEXICANA DE LA
CIENCIA DEL SUELO
BIBLIOTECA

AVANCES DE UN PROTOTIPO DE EXPLOTACION AGROPECUARIA EN PEQUEÑO EN EL ALTIPLANO DE MEXICO+

Turrent Fernández, A. **
Mendoza Robles, R. *

RESUMEN

Debido a la necesidad de generar tecnología agrícola y pecuaria de una manera integrada, durante 1981 se inició en el Plan Puebla un proyecto cuya finalidad es la de cotejar experimentalmente, durante cinco años, la factibilidad de explotar con altas productividades de la tierra, el trabajo y el capital, unidades agropecuarias pequeñas manejadas individualmente y se espera producir maíz, frijol, leche y carne de bovinos.

El trabajo se está desarrollando con 20 agricultores de dos comunidades: Tlaltenango y Juárez Coronaco. En la primera se realizan siembras de humedad residual y en la segunda, las siembras se hacen al comienzo de las lluvias. Para la siembra se utiliza una sembradora-fertilizadora de tracción animal, las cantidades de fertilizante y plantas usadas están por arriba de las recomendaciones óptimas económicas, y la cosecha del maíz se realiza cuando el grano está aún húmedo (30%) para poder ensilar el follaje cuando está todavía verde (70% de humedad). También se está implementando un programa de alimentación a base de esquilmos y subproductos industriales (silo, salvado, melaza, gallinaza y urea), así como un programa de salud y reproducción en las vacas lecheras.

Los resultados indican que en Tlaltenango, en años de excelente precipitación es factible producir 7 ton de grano/ha y 35 ton/ha de forraje verde y que en años muy desfavorables dichos valores se pueden reducir a la mitad. El contenido de proteína en el silo fue en promedio de 8.4%. También se incrementó la cantidad de leche en 4 lt diarios en una vaca que se alimentó durante tres meses con la ración hecha a base de esquilmos y subproductos industriales. Por otro lado, se observa que el uso de la sembradora-fertilizadora se asocia con un ahorro de 10 jornales/ha en el proceso de siembra.

ABSTRACT

A project to test hypothesis that it was feasible and economically viable to attain reasonably high productivities of land, labor and capital in small corn, bean, milk and beef producing farming units was started in the "Plan Puebla" area in 1981. The project involves 20 farming units of two villages of the state of Puebla: San Pedro Tlaltenango and Juárez Coronaco. In San Pedro Tlaltenango, soils are flat, deep, well drained and suited for corn high yields. On the other hand, the soils that surround the second village are hill, shallow, and are associated to lower corn

+ Ponencia presentada en el XV Congreso Nacional de la SMCS.

* Ingeniero Agr. Investigador en el Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados.

** Doctor en Ciencias. Profesor-Investigador en el Centro de Edefología. Colegio de Postgraduados.

yields. A labor saving technology for annual crops and rations for dairy cattle that substitute poultry waste and sugar cane molasses for grain are emphasized. A corn stalk silage with 5 percent molasses and 0.5 percent urea is being introduced as a substitute for whole corn stover as a rough forage.

Results from two years, 1981 and 1982, show that in a year with a nonlimiting rainfall, like 1981, commercial corn yields can go as high as 7 tons of grain per hectare and 35 tons of storkage with 35 percent dry matter per hectare in the Tlaltenango Village. Both yields of grain and stalks can be cut into a half in a "dry" year like 1982. The crude protein content of the stalk silage was in both years and villages of 8.5%. The amount of man days required to handle one hectare of corn was decreased from 53 to 33 on the average.

1. Introducción

Debido a la gran cantidad de conocimientos y a los recursos disponibles en el Plan Puebla (actualmente Distrito Agropecuario de Temporal III Cholula), se seleccionó esta región para realizar el presente proyecto. Durante los 15 años de operación del Plan, se ha venido generando tecnología de producción de cosechas para mejorar las prácticas utilizadas por los productores (CIMMYT, 1947). La investigación se enfocó en un principio al estudio en temporal de los cultivos básicos de ciclo anual como el maíz, asociación maíz-frijol de guía y frijol de mata; posteriormente se estudiaron los cultivos intercalados, frijol en espalderas y frutales; y recientemente la ganadería y las hortalizas bajo condiciones de riego. Sin embargo, el desarrollo de tecnología agrícola y pecuaria se ha realizado en forma independiente, aun cuando se reconoce que el pequeño productor hace un uso integral de sus unidades agropecuarias.

Pero además, dentro de la región del Plan Puebla, se tiene actualmente la problemática siguiente: a) estabilización de la producción en 3 ton/ha, aun cuando los productores ya adoptaron las recomendaciones óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de plantas (Peña, 1980); b) restringida disponibilidad de mano de obra en el campo, debido a migración de los campesinos para trabajar en las ciudades e industrias (Villa Issa, 1977); c) subutilización de los esquilmos agrícolas y subproductos industriales, pues es desaprovechado gran parte del rastrojo de maíz (tallo) y los subproductos como la melaza y la pollinaza no son utilizados por los productores; d) inadecuada aplicación de reglas de manejo en el ganado, ya que los productores no realizan en forma eficiente los aspectos de alimentación, salud y reproducción; e) existe demanda de tecnología para producir carne y leche, con la cual no se cuenta para los pequeños productores (Turrent, 1981); etc.

Por lo anteriormente expuesto, se planeó realizar un proyecto cuyo objetivo general consistió en estudiar durante cinco años, la factibilidad de explotar con altas productividades de la tierra, el trabajo y el capital, unidades agropecuarias pequeñas manejadas individualmente en el área del Plan Puebla; la finalidad es producir maíz, frijol, carne y leche de bovinos. El proyecto contempla a dos componentes: a) el técnico y b) el social. En el presente trabajo sólo se discute el componente técnico,

el cual plantea en forma específica los objetivos siguientes:

- 1) Aumentar la producción y el contenido de proteína del grano y forraje de maíz, a través de la aplicación del fertilizante desde la siembra (el productor fertiliza hasta la primera labor), así como con el uso de cantidades superiores a las dosis óptimas económicas de fertilización y densidad de plantas y otras prácticas de producción.
- 2) Incrementar la productividad de mano de obra, por medio del uso de mecanización ligera apropiada, tales como la sembradora-fertilizadora de tracción animal, espolvoreadoras y aspersoras manuales para la aplicación de pesticidas, motodesgranadora de maíz, motoicadora-ensiladora de forraje, etc.
- 3) Destinar los esquilmos del maíz a la alimentación de ganado y el grano a la alimentación humana, para evitar la competencia entre el hombre y los animales por el uso de la tierra; de esta manera, se hace un aprovechamiento más eficiente del cultivo.
- 4) Mejorar la calidad del forraje seco que usan los productores, mediante el ensilaje del forraje verde de maíz, tratado con aditivos como la urea y melaza.
- 5) Elaborar dietas a base de esquilmos y subproductos industriales de bajo costo (silo, melaza, pollinaza, urea y vitaminas) para mejorar la alimentación del ganado y, por lo tanto, la producción de carne y leche, así como la economía del productor.
- 6) Realizar un plan de salud y reproducción más eficiente que el utilizado por los productores, para obtener mejores resultados en relación a la reducción ganadera. La hipótesis general planteada fue como sigue: es factible, mediante la modernización en términos de: a) equipo y mecanización ligera apropiada; b) uso de insumos agropecuarios modernos; c) uso de patrones campesinos de cultivo ara maíz, frijol y calabaza; y d) atrones agropecuarios desarrollados experimentalmente, llevar pequeñas explotaciones (ejidales y particulares) a niveles racionales y de alta eficiencia en su explotación agropecuaria-forestal en el trópico subhúmedo mexicano, si se retiran las restricciones actuales de capital, tecnología y acceso al mercado; de tal manera que el desempeño de estas explotaciones pequeñas, dentro del proceso

de modernización apuntado, está afectado por: 1) la edad del productor (joven o maduro), 2) el tamaño de la unidad (menos de 2 o más de 3 ha) y 3) el tipo de siembra (humedad residual o temporal tardío).

2. Materiales y Métodos

Durante 1981, comenzó la operación del proyecto con 20 agricultores de las comunidades de San Pedro Tlaltenango y Juárez Coronaco. En el caso de Tlaltenango, los cultivos se desarrollaron en suelos de humedad residual, arenosos y profundos; mientras que en Juárez Coronaco los cultivos se realizaron en suelos pesados, arcillosos y con impedimento al desarrollo radical (temporal tardío).

Los 20 productores seleccionados quedaron incluidos en una matriz factorial 23 con dos repeticiones de acuerdo al cuadro siguiente:

No. de Tratam.	Edad del Productor	Tamaño de la unidad	Tipo de Siembra
1	joven	Menos de 2 ha	humedad residual
2	joven	Menos de 2 ha	temporal tardío
3	joven	Más de 3 ha	humedad residual
4	joven	Más de 3 ha	temporal tardío
5	maduro	Menos de 2 ha	humedad residual
6	maduro	Menos de 2 ha	temporal tardío
7	maduro	Más de 3 ha	humedad residual
8	maduro	Más de 3 ha	temporal tardío

2.2. Subsistema agrícola. La tierra disponible para el proyecto fue dedicada a los cultivos de maíz solo, asociación maíz-frijol de guía larga, frijol de mata y a la asociación maíz-calabaza, en proporciones decididas por el productor.

2.2.1. Siembra. En Tlaltenango se realizaron las siembras durante el mes de abril y en Coronaco al inicio de lluvias (mayo), para lo cual se usó la semilla criolla del productor previamente tratada con insecticida.

Para realizar la siembra se utilizó una sembradora-fertilizadora de tracción animal marca International, con disco de 6 orificios, para poder obtener aproximadamente 60 mil plantas/ha.

2.2.2. Fertilización y control de malezas. La fertilización se realizó en base a la fórmula de alta producción que se presenta a continuación:

La época de fertilización fue como sigue: 1/3 de N y todo el P/2O/5 en la siembra y los 2/3 de N restantes en la segunda labor para Tlaltenango, mientras que para Coronaco la segunda aplicación de N fue en la primera labor.

En el caso de Tlaltenango, el control de malezas se efectuó mecánicamente mediante las labores culturales, sin embargo, cuando fue necesario el combate químico se aplicó de 1 a 2 lt/ha de 2,4-D; en cambio en Coronaco el control se realizó tanto con las labores como con la aplicación de 1.5 kg/ha de gesaprim combi, inmediatamente después de la siembra.

2.2.3. Cosecha. Una vez que el grano de maíz alcanzó la madurez fisiológica (30% de humedad), o sea, cuando el follaje de la planta estaba todavía en estado verde, se procedió a pizar la mazorca de la planta en pie. En seguida la mazorca fue acarreada a la casa del roductor para depositarla en un cincolote (troje diseñada por la FAO para evitar problemas de pudrición en el grano húmedo), con la finalidad de secarla a humedad comercial (Lindblad y Laurel, 1976). Sin embargo, antes de proceder a la cosecha, se estimó en las parcelas la producción de grano, forraje la densidad de población mediante un procedimiento aleatorio.

Después de pizar la mazorca, se procedió a picar el forraje de maíz mediante una picadora-ensiladora marca New Holland. El material fue llevado en un camión al lugar donde fue ensilado (casa del productor), en el cual se agregó 5% de melaza y 0.5% de urea (González y Merino, 1976). Finalmente, se realizaron análisis para estimar el contenido de proteína y pared celular del silo y rastrojo seco que utiliza el productor.

2.3. Subsistema pecuario.

2.3.1. Alimentación. La alimentación del ganado lechero se efectuó a través de dietas balanceadas según los recursos disponibles del productor; tales recursos fueron el rastrojo seco, silo del follaje de maíz, alfalfa y subproductos industriales que tuvo que adquirir como la melaza, pollinaza, salvado, urea, vitaminas y minerales.

Como ejemplo, a continuación se presenta la primera ración que se dio al ganado, la cual llena los requerimientos de una vaca de primer parto que tiene un peso de 450 kg y una producción de 15 litros de leche diarios:

El ganado es sometido, como se aprecia en el Cuadro anterior, a un período de acostumbamiento que dura 4 semanas, debido a que los animales no están adaptados a este tipo de alimentación; de tal manera, que en la cuarta semana se da el total de la ración.

Comunidad	Fórmula óptima económica*			Fórmula alta producción		
	N	P/2O/5	DP	N	P/2O/5	DP
	kg/ha	kg/ha	pts/ha	kg/ha	kg/ha	pts/ha
Tlaltenango	130	40	50,000	200	100	60,000
Juárez Coronaco	110	50	50,000	160	60	70,000

* Esta fórmula utilizan actualmente los productores

Ingredientes	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Silo de maíz	5.000	10.000	15.000	20.000
Melaza	1.000	2.000	3.000	4.000
Pollinaza	0.833	1.665	2.500	3.300
Salvado	0.500	1.000	1.200	1.700
Urea	0.026	0.052	0.078	0.105
Vitaminas	6 cc cada 3 meses			
Minerales	libre acceso			
T o t a l				29.105

2.3.2. Manejo y Salud. El programa de manejo y salud consistió de los aspectos siguientes:

- a) Capacitación de los productores en el uso de un botiquín que contiene los medicamentos más necesarios.
- b) Capacitación de los productores en cuanto a: cría y cuidado de la becerria y novillona, manejo de la vaca lechera, reglas de higiene en la ordeña, aplicación de medicina preventiva y medidas de higiene para las instalaciones del ganado.
- c) Muestreos profilácticos al ganado como: prueba de californina, diagnóstico de brucelosis y exámenes copro-parasitológicos para detectar parásitos; así como castración, descornado, atención de partos, etc.

2.3.3. Reproducción. En este renglón se cubrieron los siguientes puntos:

- a) Curso de inseminación artificial para un productor de cada comunidad en Ajuchitlán, Qro.
- b) Pláticas con los productores sobre las ventajas de la inseminación artificial.
- c) Elaboración de un programa de inseminación en base a las vacas recién paridas; el semen utilizado fue el de la SARH.
- d) Reposición de ganado de mejor calidad, mediante crédito.

3. Resultados y Discusión

En los siguientes puntos se presentan algunos de los avances de tipo técnico que se han obtenido durante el desarrollo del Proyecto en 1981 y 1982.

3.1. De la superficie sembrada y ensilada con maíz.

En el Cuadro 1 se presenta el número de lotes y la superficie ensilada en 1981 y 1982. Se puede apreciar en dicho Cuadro, que en ambos años se sembró cerca de 36 ha en un total de 30 lotes en 1981 y en 35 lotes en 1982, lo cual es debido a que el productor tiene dividida su tierra en varias fracciones (nada más se trabajó con 20 productores en total). También se observa que du-

rante 1981 se sembró una mayor superficie en Tlaltenango que en Juárez Coronaco (10.9 contra 15.5 ha, respectivamente), mientras que en 1982 ocurrió lo contrario (15.7 contra 20.2 ha).

En cuanto a superficie ensilada, se puede ver que en la comunidad de Juárez Coronaco fue donde más se avanzó en este sentido, debido a un mayor interés por los productores respecto al silo, pues en dicha comunidad es donde se cuenta con mayor ganado (dado que no se logró obtener crédito para ganado en Tlaltenango). Mientras que en Tlaltenango se ensiló alrededor de 1.5 ha por año, en Coronaco se ensiló 12 ha en 1981 y 14 ha en 1982, lo cual representa aproximadamente el 40% de la superficie total sembrada por año.

3.2. De los rendimientos de grano y forraje de maíz.

Los rendimientos de grano y forraje de maíz, así como los tratamientos de fertilización y densidad de plantas con los cuales se obtuvo dichos rendimientos, se presentan en el Cuadro 2. Se aprecia que en 1981 se obtuvo en Tlaltenango un rendimiento de grano de 7 ton/ha, el cual disminuyó a 2.5 ton/ha en 1982 debido a la sequía de este año (Figura 1); en cambio, en Juárez Coronaco se obtuvo un rendimiento de alrededor de 3 ton/ha en 1981 y un rendimiento de 2 ton/ha en 1982.

Con respecto a la producción de forraje al 65% de humedad (momento en que debe de ensilarse) se tiene que ésta fue en Tlaltenango de 35 ton/ha en 1981 y de 12.6 ton/ha en 1982; en Coronaco fue de 10.4 ton/ha en 1982.

Ahora bien, con relación a la respuesta del maíz a dos fórmulas de producción durante 1982, en el Cuadro 3 se aprecia que en promedio de tres productores de Tlaltenango, al pasar de la formulación 130-40-40,000 (dosis de N, P/20/5 y densidad de plantas que usa actualmente el productor y que está muy próxima a la recomendación óptima económica*) a la formulación 200-100-60,000 (fórmula de alta producción utilizada en este Proyecto) se obtuvo un incremento en el rendimiento de grano de 2.6 a 3.1 ton/ta cuando se usó 51,000 plantas/ha y a 2.8 ton/ha cuando se usó 57,000 plantas/ha. El rendimiento de forraje no varió en gran medida con el uso de las diferentes fórmulas de producción.

CUADRO 1. Superficie sembrada y ensilada en 1981 y 1982.

Comunidad	Año	No. lotes	Superficie	
			sembrada (ha)	ensilada (ha)
Tlaltenango	1981	18	19.9	1.2
	1982	17	15.7	1.5
Juárez Coronaco	1981	12	15.5	12.0
	1982	18	20.2	14.0
Total	1981	30	35.4	13.2
	1982	35	35.9	15.5

CUADRO 2. Rendimientos medios de grano y forraje de maíz obtenidos en 1981 y 1982.

Comunidad	Año	Tratamiento			Rendimiento	
		N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	DP pts/ha	Grano (kg/ha)	Forraje* (kg/ha)
Tlaltenango	1981	200	100	51000	7103	33182
	1982	200	100	50000	2498	12632
Juárez Coronaco	1981 ^a	160	60	51000	--	--
	1982	160	60	42000	1995	10404

* Forraje con 65% de humedad.

^a En 1981 no se midió el rendimiento en Juárez Coronaco, sin embargo, se estima que fueron de 3000 kg/ha.

(*) La recomendación óptima económica es de 130-40-50,000, fertilizando desde la siembra; el agricultor

fertiliza hasta la primera labor.

En 1981, el rendimiento asociado con el tratamiento del productor fue de 4 ton/ha aproximadamente, mientras que el rendimiento obtenido con el tratamiento de alta producción fue de 7 ton/ha.

Lo anterior indica que hay una gran producción a favor de la fórmula recomendada por el Proyecto, en comparación a la utilizada por los productores en años de muy buena precipitación como 1981 (Figura 1), pero aun en años tan desfavorables como 1982, es posible lograr incrementos en la producción con dicha fórmula. Estos resultados pueden interpretarse de la siguiente manera: la fórmula de alta producción con la cual se fertilizó desde la siembra con mayores cantidades, se asoció con un desarrollo foliar más intenso durante la fase vegetativa y, por lo tanto, con un desarrollo mayor del sistema radical; de esta manera, la planta logró alcanzar la humedad que guardan los suelos de Tlaltenango a una profundidad de 50 cm en adelante. En cambio, con la tecnología del productor no fue posible aprovechar la humedad con la misma eficiencia, debido a que en este caso la fertilización se realiza hasta la primera labor de

CUADRO 3. Respuesta del maíz a dos fórmulas de producción en Tlaltenango, durante 1982.

Productor	Fórmula de Producción			Disco de siembra	Oportunidad de Fertilización	Rendimiento	
	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	DP pts/ha			Grano (kg/ha)	Forraje (kg/ha)
Juan Flores	130	40	40,000	4	1a - 2a	3,156	12,278
	200	100	62,000	5	S - 2a	3,226	11,109
	200	100	56,000	6	S - 2a	3,094	11,443
Delfino Flores	130	40	29,000	4	1a - 2a	2,227	13,291
	200	100	52,000	5	S - 2a	2,464	14,086
	200	100	47,000	6	S - 2a	3,189	17,169
Trinidad Zambrano	130	40	42,000	4	1a - 2a	2,431	14,554
	200	100	50,000	6	S - 2a	2,962	13,457
Promedio	130	40	37,000	4	1a - 2a	2,605	13,374
	200	100	57,000	5	S - 2a	2,845	12,598
	200	100	51,000	6	S - 2a	3,081	14,023

* 1a - 2a Significa que se aplicó 1/3 de N y todo el P₂O₅ en primera labor y 2/3 de N en segunda labor.

S - 2a Significa que se aplicó 1/3 de N y todo el P₂O₅ en siembra y 2/3 de N en segunda labor.

12 cultivo, lo cual se asoció con un crecimiento más lento en la fase inicial (vegetativa).

CUADRO 4 Efecto del control de malezas sobre el rendimiento de grano y forraje de maíz en Tlaltenango durante 1982.

Productor	Control de malezas	Rend. grano kg/ha	Rend. forraje kg/ha
Félix Montes	Tradicional (T) ^a	3,425	11,895
	T + Manual ^b	3,907	10,859
	T + Químico ^c	3,722	12,878
René Mendizábal	Tradicional (T)	1,489	10,895
	T + Manual	2,168	14,271
	T + Químico	1,628	7,854
	Sin 2a. labor ^d	1,262	10,818
Promedio	Tradicional (T)	2,457	11,395
	T + Manual	3,068	12,565
	T + Químico	2,675	10,366

*Densidad de población en el lote de Félix Montes = 51,000 ptas/ha
 Densidad de población en el lote de René Mendizábal = 42,000 ptas/ha
 a Control tradicional = Labores de cultivo
 b Control Manual = Eliminación manual de malezas después de la 2a. labor
 c Control Químico = Aplicación de 1 lt/ha de 2, 4-D, después de la 2a. labor
 d No se realizó la 2a. labor de cultivo

El efecto del control de malezas sobre la producción de maíz se presenta en el Cuadro 4. Se observa que en promedio de dos productores, al pasar de un control de malezas tradicional (eliminación en base a las labores de cultivo), a una eliminación manual adicional de las hierbas que quedan sobre la hilera de maíz inmediatamente después de la segunda labor, se obtiene un incremento del rendimiento de 2.5 a 3.1 ton/ha (0.6 ton/ha). Cuando la eliminación adicional se realizó químicamente, con la aplicación de un kg/ha de 2,4-D, se aumentó el rendimiento de 2.5 a 2.7 ton/ha (0.2 ton/ha). Esto fue debido a que en este caso el herbicida no pudo eliminar completamente las malezas, por haberse realizado la aplicación cuando dichas malezas se habían desarrollado demasiado (aproximadamente 40 cm).

3.3. Del uso de mano de obra en la siembra. Para la siembra de una ha de maíz de acuerdo al sistema tradicional del productor, se requiere de un total de 12 jornales (a pala); sin embargo, con el uso de la sembradora-fertilizadora es posible sembrar una ha en 3.16 hr, mediante dos personas y una yunta adicional. Si conside-

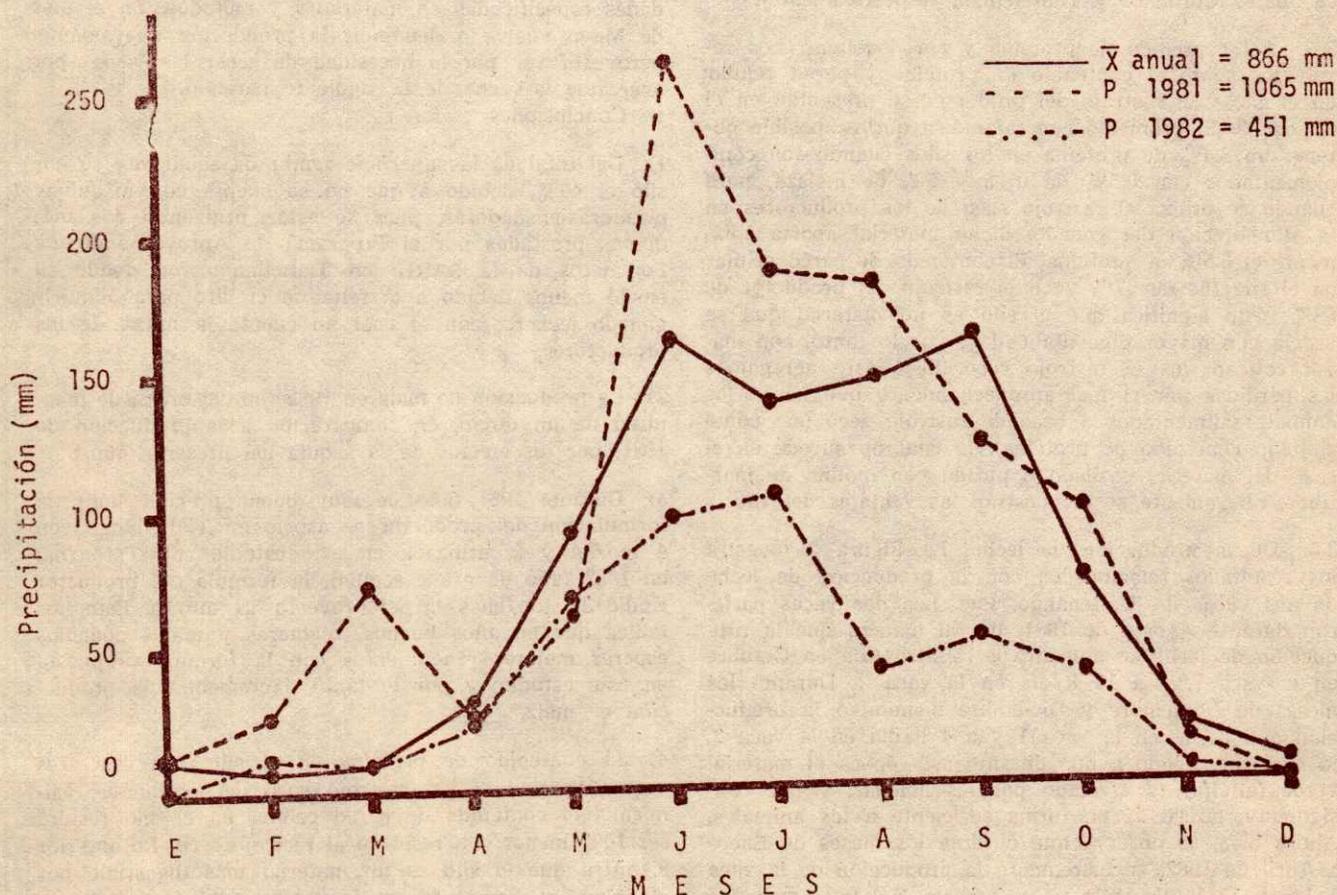


FIG. 1. REGIMEN DE PRECIPITACION PLUVIAL DURANTE 1981 Y 1982 EN HUEJOTZINGO, PUEBLA.

ramos el valor de dos jornales por el tiempo que pueda perderse en composturas a la máquina, se tiene un ahorro de 10 jornales en la siembra por el uso de la sembradora-fertilizadora.

3.4. De la precipitación pluvial. Los resultados de precipitación de 1981 y 1982 para Huejotzingo (una comunidad cercana a Tlaltenango), se presentan en la Figura 1. Se aprecia que la precipitación de 1981 fue en total de 1065 mm, lo cual representa un 23% más de la precipitación media anual de 866 mm (Mendoza, 1981). En cambio, en 1982 llovió solamente 451 mm, lo cual representa el 52% de la media anual.

Debido a lo anterior, los rendimientos de maíz resultaron ser muy buenos en 1981 en los suelos arenosos-profundos de Tlaltenango (7 ton/ha); sin embargo, los rendimientos fueron mucho menores (se cosechó alrededor de 3 ton/ha) en los suelos pesados-delgados de Juárez Coronaco, debido a que en este caso hubo exceso de humedad en el suelo durante los meses de junio, julio y agosto, lo cual dificultó las labores, y por lo tanto la fertilización (algunos cultivos se perdieron completamente). En 1982, debido al problema tan grave de la sequía, los rendimientos resultaron ser muy bajos (2 y 2.5 ton/ha en Juárez Coronaco y Tlaltenango, respectivamente).

3.5. Del contenido de proteína y pared celular. Los resultados sobre el contenido de proteína y pared celular en el silo y el rastrojo del productor se presentan en el Cuadro 5. El promedio general indica que es posible obtener un 8.4% de proteína en los silos cuando son complementados con 0.5% de urea y 5% de melaza, pero cuando se utiliza el rastrojo seco de los productores en la alimentación del ganado, dicho material aporta solamente el 3.5% de proteína. El contenido de pared celular en el silo fue de 57% y en el rastrojo del productor de 68%; esto significa que el silo es un material que se asocia con mayor digestibilidad y, por lo tanto, con mayor calidad que el rastrojo seco. Si a esto agregamos las pérdidas por el mal aprovechamiento que hacen los animales alimentados a base de rastrojo seco (así como su bajo contenido de proteína), lo cual no sucede en el caso del material ensilado o picado con molino de martillos, nuevamente se demuestran las ventajas del silo.

3.6. De la producción de leche. La Figura 2 muestra los resultados relacionados con la producción de leche de dos vacas de Tlaltenango, Pue. Las dos vacas parieron durante Agosto de 1981, de tal manera que la producción de leche se aumentó a 15 litros/día en Octubre en la vaca 1, y a 14 lt/día en la vaca 2. Durante los meses de Noviembre y Diciembre disminuyó la producción a 8 lt/día en la vaca 1 y a 4 lt/día en la vaca 2, lo cual fue debido a que durante esta época el material verde (alfalfa) es afectado por las heladas, y por consiguiente, no se dá en forma suficiente a los animales. Ahora bien, se observa que durante los meses de Enero a Abril de 1982, se incrementó la producción de la vaca 1 hasta 12 lt/día y la vaca 2 hasta 7 lt/día; esto fue el resultado de alimentar a las vacas a base de silo, me-

CUADRO 5. Resultados del contenido de proteína y pared celular en el silo y rastrojo en 1981.

Productor	Proteína (%)		Pared celular (%)	
	Silo	Rastrojo	Silo	Rastrojo
<u>Juárez Coronaco</u>				
Miguel Medina	11.8	--	52.8	--
Mateo Sandoval	10.1	--	--	--
Pedro Medina	9.6	--	--	--
Isaías Waldo	8.7	--	54.0	--
Luis Guzmán	7.6	2.7	--	--
Pablo Waldo	7.2	--	--	--
Laurencio Hernández	7.0	--	--	--
Emilio Waldo	6.6	3.4	--	--
Luis Guzmán	6.3	--	--	--
Javier Sánchez	--	2.7	--	53.8
Promedio	8.3	2.9	53.3	53.8
<u>Tlaltenango</u>				
Trinidad Zambrano	9.1	4.7	--	72.4
Delfino Flores	8.6	3.3	65.0	71.7
Juan Flores	--	4.0	--	73.7
Promedio	8.9	4.0	65.0	72.6
Promedio general	8.4	3.5	57.2	67.9

laza, pollinaza, urea y salvado, de acuerdo a las cantidades especificadas en materiales y métodos. En el mes de Mayo vuelve a disminuir la producción nuevamente, pero esta vez por la necesidad de secar las vacas, por acercarse la fecha de la siguiente parición.

4. Conclusiones

1) Del total de la superficie sembrada solamente se ensiló el 40%, debido a que no se cuenta con máquinas picadoras-ensiladoras, pues se están utilizando dos máquinas prestadas por el Programa de Aprovechamientos Forrajeros de la SARH; en Tlaltenango fue donde se ensiló menos debido a la falta de crédito para adquirir ganado lechero, con el cual no cuenta la mitad de los productores.

2) La producción de maíz en 1982 fue del orden de magnitud de un tercio, en comparación a la producción de 1981, por los efectos de la sequía del presente año.

3) Durante 1981 (año de muy buena precipitación), la formulación del productor se asoció en Tlaltenango con 4 ton/ha y la utilizada en este estudio con 7 ton/ha; en 1982 (año de grave sequía), la fórmula del productor rindió 2.6 ton/ha y la del Proyecto 3.1 ton/ha. Esto nos indica que en años buenos, regulares y malos podemos esperar mejores rendimientos con la fórmula propuesta en este estudio; y por lo tanto, incrementar la producción de maíz.

4) El contenido de proteína en el silo, fue casi tres veces superior al del rastrojo seco del productor; asimismo, el contenido de pared celular en el silo resultó ser 10% menor con respecto al rastrojo seco. Lo anterior significa que el silo es un material más digestible por el animal y, por lo tanto, de mayor calidad que el rastrojo.

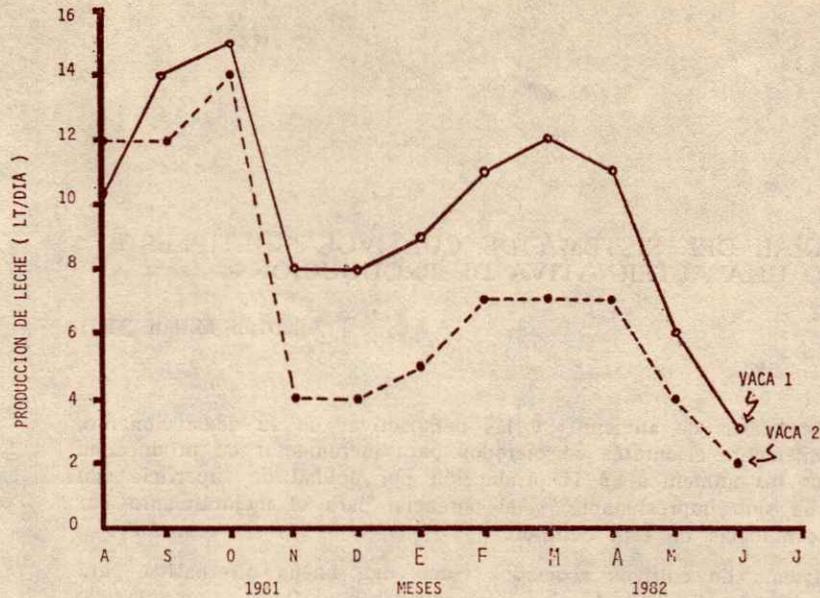


FIG. 2. CURVAS DE LACTACION DE DOS VACAS DE TLALTENANGO, PUE.

5) La ración a base de silo, melaza, pollinaza, salvado y urea incrementó en aproximadamente un 50% la producción diaria de leche, durante tres meses que se dio dicha ración en forma total a dos vacas.

6) El uso de la sembradora-fertilizadora de tracción animal se asoció con un ahorro de mano de obra de 10 jornales en la siembra.

7) Es necesario dar mayor atención a los aspectos de alimentación, manejo y reproducción del ganado, así como a la captura de información pecuaria, para poder incrementar y evaluar la producción de leche.

5. Literatura Consultada

CIMMYT. 1974. El Plan Puebla: siete años de experiencia: 1967-1973. El Batán, México.

GONZALEZ P., E. y Merino, H. 1977. Valoración nutricional de ensilaje de maíz empleando urea, melaza + urea y carbonato de calcio, como aditivos. INI. México.

LINDBLAD, C. and Laurel, D. 1976. Small farm grain storage. Appropriate technologies for development. Ac-

tion/Peace Corps-Vita, 2706 Rhode Island Avenue, Mt. Ramer, MD 20822, USA.

MENDOZA R., R. 1981. Generación de recomendaciones sobre prácticas de producción para el maíz de temporal tardío en el Plan Puebla. Tesis de Maestro en Ciencias, Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

PEÑA O., B. V. 1980. La operación de los planes de desarrollo agrícola regional del Colegio de Postgraduados, Chapingo: un apoyo al Sistema Alimentario Mexicano. CEICADAR, Puebla, Pue. Copia mimeográfica.

TURRENT F., A. 1981. Examen del componente técnico de una estrategia para aumentar la productividad de la agricultura en pequeño en México. Colegio de Postgraduados-INIA, SARH, México. Copia mimeográfica.

VILLA ISSA, M. R. 1977. El mercado de trabajo y la adopción de tecnología nueva de producción agrícola: el caso del Plan Puebla. Centro de Economía, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

EL POTENCIAL DEL SISTEMA DE CULTIVOS MÚLTIPLES COMO UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN+

Albarrán Millán, M. *

RESUMEN

En la actualidad la escasez de alimentos y las perspectivas de su abastecimiento, han impulsado grandemente el interés en métodos para incrementar su producción. En los últimos años los aumentos en la producción por unidad de superficie con cultivos solos, no ha sido impresionante, y el potencial para el mejoramiento por medio de nuevas tecnologías no está definido.

Se considera al sistema de cultivos asociados como una buena alternativa para aumentar la producción de alimentos básicos, en pequeñas superficies y en un ciclo agrícola, con lo que se tiene un uso más intensivo de los recursos tierra y capital, además de tener una disminución en el riesgo.

Con el objeto de conocer el potencial que ofrece el sistema de cultivos múltiples como una alternativa de producción para el mejor aprovechamiento de los recursos tierra y capital del pequeño productor se estableció un experimento en el campo del Valle de México con las variables: patrón de cultivo en el que se incluyeron el maíz, frijol, trigo, triticale, papa, sorgo y girasol, también se estudiaron variedades, densidades de población y siembra.

Los resultados de un año nos indican que se tuvo diferencia significativa tanto para el factor variedad en los cultivos de maíz y frijol, como a la densidad de población de ambos cultivos. Las variedades de maíz que resultaron mejores para este sistema fueron: H-139, H-137, H-30 y VS-22 y de frijol el negro puebla y negro-150.

Las asociaciones que superan a los cultivos solos en cuanto a la eficiencia relativa de la tierra (ERTF), son: Maíz-frijol-trigo con 1.26, Maíz-frijol-frijol con 1.22, Maíz-frijol-papa con 1.30, Maíz-frijol-girasol con 1.58 y Maíz-frijol-sorgo, con 2.1.

ABSTRACT

The scarcity of food and the grim perspective for the future have stimulated research on methods for increasing food production in México. Yield increments of single crops have not been impressive in the last five to ten years, while comprehensive studies to define yield potentials are not available yet. On the other hand, it is well known, that mixed cropping offers an attractive possibility for increased food production in small farms. This system allows for a more intensive use of the land and capital and decrease in production risks.

A rainfed field experiment was conducted in the experiment station CAEVAMEX, INIA, with the objective of testing several mixed cropping patterns involving a number of species: maize, dry beans, triticale, wheat, potato, sorghum and sunflower. In addition, topological arrays, varieties, and population densities were studied.

+ Ponencia presentada en el XV Congreso Nacional de la SMCS.

* Ingeniero Agrónomo, Investigador en el Campo Agrícola Experimental del Valle de México (CIAMEC). INIA-SARH.

Results from one year show significant varietal differences in maize and dry beans. The best maize varieties were H-139, H-137, H-30 and VS-22, where the best performing varieties of beans were "negro puebla" and "negro-150". Intercropping was better than single cropping according to the land efficiency ratio, LER, criterion. The LER were as follows: maize-dry beans-sunflower 1.58, and maize-dry beans-sorghum 2.10.

Introducción.

En la actualidad la escasez de alimentos y las perspectivas de su abastecimiento han impulsado grandemente el interés en métodos para incrementar su producción. En los últimos años los aumentos en la producción por unidad de superficie con cultivos solos no han sido impresionantes, y el potencial para el mejoramiento por medio de nuevas tecnologías no está definido.

El sistema de cultivos asociados múltiple no es un concepto nuevo, se ha manejado desde tiempos antes de Cristo en muchos países de Asia, donde grandes áreas son cultivadas con este sistema. Se considera a este sistema de cultivo como un medio para aumentar la productividad por unidad de superficie por año, lo que significa en agricultura de temporal y subsistencia una mayor eficiencia en el aprovechamiento de la lluvia con escasas disponibilidad de tierra, así como un medio para reducir el riesgo de perder la cosecha por factores climatológicos adversos.

Uno de los cultivos asociados más importantes en México es la asociación maíz-frijol, no obstante su importancia para el sector agrícola fué hasta hace pocos años que se inició la investigación al respecto. Además, para el caso en que se tienen más de dos especies, el trabajo experimental desarrollado en México es escaso todavía.

Considerando lo anterior, se planteó la presente investigación cuyo objetivo principal fue explorar el potencial que ofrecía el sistema de cultivos múltiples para el mejor aprovechamiento de las dimensiones de espacio, tiempo y energía.

Revisión de Literatura.

I. Importancia del sistema de cultivos asociados

Los sistemas de cultivos asociados se practican en forma tradicional principalmente bajo condiciones de agricultura de temporal y de escasos recursos. Al respecto Andreus y Kassam (1976), mencionan a los países de Asia, Africa y América Latina con este sistema de cultivos, donde el agricultor busca por este medio optimizar el uso de sus escasos recursos de tierra y capital, tratando además de asegurar la producción de granos para su alimentación.

En México se practican diferentes tipos de asociación como son: maíz-frijol maíz-haba, maíz-frijol-calabaza, maíz-chícharo-caña de azúcar-frijol, entre otros, este tipo de cultivo se ha estudiado desde hace relativamente poco tiempo. La asociación más importante que se practica en México es la de maíz-frijol, de la que existen estudios

serios apenas hasta finales de la década de los sesenta y principios de la de los setenta.

2. Asociación maíz-frijol

En la mayoría de los estudios en que se ha comparado el sistema de asociación maíz-frijol con la siembra de ambos cultivos solos, se ha encontrado que el rendimiento de dichos cultivos, cuando crecen asociados, es menor que el que corresponde al de los cultivos de maíz o frijol sembrados solos (Linton 1948, Moreno 1972, Lépiz 1974, Macías 1975 y Aguilar 1978). Sin embargo, al realizar el análisis económico de ambos sistemas, se ha encontrado que el ingreso neto obtenido con la asociación, es mayor que el correspondiente a los cultivos solos (Soria et al, Flor y Francis 1975 ambos citados por Pinchinat 1976, Pépiz 1974, Moreno 1972, Núñez y Acosta 1972 citados por Lépiz 1974).

La reducción en rendimiento de los cultivos de maíz y frijol cuando se siembran asociados se ha relacionado directamente con la densidad de población de ambos cultivos. Al respecto Solontai et al (1963) citado por Moreno (1972), encontró que al incrementarse la densidad de población de frijol, hay un decremento en el rendimiento del maíz, pero los rendimientos de frijol se incrementan logrando en ocasiones igualar el rendimiento del frijol sembrado solo.

Resultados similares respecto al efecto de densidad de población son reportados por Lépiz 1974, quien indica además que la densidad de población del maíz provoca un incremento en el rendimiento del mismo y un abatimiento en el rendimiento del frijol.

Montes (1979), al estudiar la incidencia de enfermedades en frijol sembrado solo y en asociación con maíz, señala que: La infección de chahuistle y tizón de halo fueron más severas en los sistemas de producción sembrado solo y con espaldera, que en el frijol asociado con maíz. En cuanto al tizón común y la antrocnosis se presentaron síntomas muy leves, los cuales se detectaron con dificultad en los sistemas asociados y con más facilidad en las siembras de frijol solo.

3. Cultivos Múltiples

De acuerdo con Andrus y Kassan (1976), el cultivo múltiple se define como el conjunto de prácticas de cultivo mediante las cuales la producción total de una unidad de superficie en un año agrícola, es lograda mediante el desarrollo simultáneo de varios cultivos, de cultivos solos en secuencia, o mediante la combinación de cultivos mixtos y solos en secuencia.

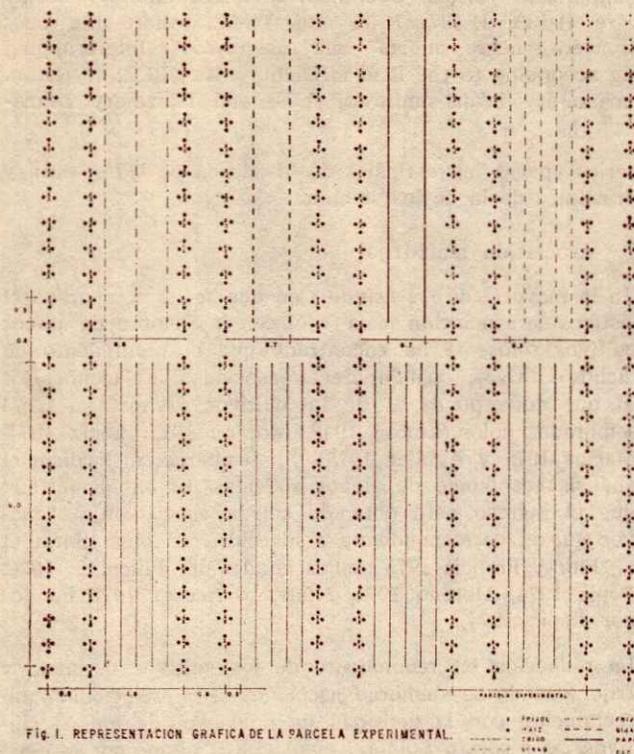


Fig. 1. REPRESENTACION GRAFICA DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.

Sánchez (1976), define a los cultivos múltiples como la intensificación de cultivos en las dimensiones de tiempo y de espacio, creciendo dos o más cultivos en el mismo campo de un año.

Se reconocen dos sistemas principales de cultivos múltiples:

1) Cultivo en secuencia al desarrollo de dos o más cultivos en el mismo terreno por año. El cultivo que sucede es sembrado después que ha sido cosechado el cultivo que le precede, la intensificación del cultivo es únicamente en la dimensión de tiempo, no hay competencia entre cultivos (Sánchez 1976). Dentro de este sistema existen algunas variantes, las que se definen por el número de cultivos que se desarrollan en secuencia en un año, como son cultivo doble, triple o cuádruple.

2) Cultivo intercalado. Al desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente en el mismo terreno, la intensificación del cultivo es en dos dimensiones tiempo y espacio, hay competencia durante todo o parte del desarrollo del cultivo. En este sistema también existen algunas variantes como son: cultivos mixtos, cultivos intercalados en hileras, en fajas y cultivo en relevo.

Márquez (1976) desarrolló una clasificación según los ejes espacio y tiempo. Respecto al eje espacio, considera al número de espacios unicultivo y multicultivo, a la longitud del ciclo de crecimiento de las especies: anuales, semi-perenes y perenes. En lo referente al eje tiempo, el mismo autor reconoce tres categorías: monocultivo, rotación y descanso.

Turrent (1979) clasifica los sistemas de producción utilizando los ejes espacio y tiempo al igual que Andrews y Márquez, introduciendo además los conceptos de número de especies y uso de insumos. El mismo autor utiliza el término de cultivos múltiples cuando en un año agrícola se practican más de un cultivo en contraste del término cultivo único.

4. Importancia de los cultivos múltiples

El sistema de cultivos múltiples es importante, debido a que diferentes cultivos tienen requerimientos diferentes para su desarrollo, una mezcla de cultivos generalmente difieren en madurez de tal forma que sus requerimientos son separados en tiempo y la competencia entre ellos es menor.

Los patrones intercalados están dirigidos hacia la utilización del tiempo y del espacio (Andrews y Kassan 1976), que en agricultura de temporal significa mayor eficiencia en la utilización del período de lluvias y de la escasa disponibilidad de tierra.

Una característica de los cultivos múltiples es que dan mayor confiabilidad en la recuperación económica, y seguridad en la obtención de alimentos comparados con los cultivos solos. Esto es importante a todos los niveles de producción, pero especialmente para los pequeños agricultores con bajos rendimientos, donde las alternativas de producción son mucho más restringidas.

Los incrementos de producción en las áreas de temporal son más atractivos mediante los cultivos múltiples, debido al mejor aprovechamiento de los recursos suelo y agua, y menor riesgo de factores tales como sequía y erosión, lo cual satisface las razones de seguridad para los agricultores (Andrews y Kassan 1976; Okigbo y Greenland 1976). Asimismo el ataque de plagas y enfermedades puede ser menor en cultivos creciendo en mezclas, que cuando los cultivos crecen solos tal es el caso de las asociaciones maíz-garbanzo (Harwood 1976; IIRI 1974 citados por Andrews y Kassan 1976; Okigbo y Greenland 1976) o maíz-frijol (Lépiz 1974, Sánchez 1977, Montes 1979 y Miranda 1982). El sistema de cultivos múltiples no es un sistema nuevo, tiene una historia bastante antigua, que ha venido evolucionando a través de los siglos, hasta tener situaciones y condiciones locales. Los cultivos múltiples no han sido el producto directo de un programa científico formal, aunque los avances tecnológicos en otros campos han contribuido a este progreso. De hecho, hasta hace pocos años han sido estos cultivos objeto de alguna clase de atención. La investigación sobre cultivos múltiples es relativamente nueva, al nivel internacional, los primeros trabajos se han realizado por el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI) en Filipinas (Darlymple 1971). Recientemente han iniciado estudios en esta área el centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Nigeria. Los mayores esfuerzos en investigación se han llevado a cabo en Asia. (Dalrymple 1971).

Materiales y Métodos

El presente estudio constó de seis experimentos, tres en la condición de punta de riego y tres en temporal, los cuales se establecieron en terrenos del Campo Agrícola Experimental Valle de México, ubicado en Chapingo, México, a los 19°29' de latitud norte y 98°53' de longitud oeste de Greenwich, con altitud de 2250 msnm, temperatura media de 15°C y una precipitación anual de 645 mm. Los factores estudiados para ambas condiciones fueron: patrones de cultivo, variedades de maíz, frijol, trigo y triticale; así como las densidades de población de maíz, frijol y densidad de siembra en trigo. El diseño de tratamientos utilizado en todos los experimentos, fue el de un factor a la vez (Matriz Baconiana) y como diseño experimental el de bloques compactos al azar con cuatro repeticiones.

El tamaño de parcela fue de 20.4 m², correspondiéndole a la asociación maíz-frijol 9.6 m², que comprende dos surcos separados a 0.70 m. por 6.0 m. de largo. Los restantes 10.8 m² comprenden al cultivo intercalado el cual es 1.8 m. de ancho por 6.0 m. de largo como se puede observar en la figura 1.

La orientación de los surcos en los experimentos estuvieron en la dirección este-oeste. Los experimentos de punta de riego se sembraron el 28 de abril y los de temporal el 1o. de junio. Con excepción del experimento de genotipos de maíz y frijol, en los demás experimentos sembrados con punta de riego se utilizó la variedad de maíz H-30, y la variedad Tlaxcala para temporal, la variedad de frijol utilizada fue Negro Puebla para ambas condiciones. Las observaciones de campo que se tomaron durante el desarrollo de los cultivos fueron las siguientes: fecha de siembra, fecha de labores, fechas fenológicas, respuesta a los tratamientos, daño de heladas, granizo y rendimiento.

Cuadro No. 1. Análisis de varianza para rendimiento de grano en los tres diferentes cultivos estudiados bajo la condición de punta de riego.

Cultivo	Experimento Patrones de cultivo		Experimento Variedades		Experimento Densidades Población	
	Valor F.	Prob. F.	Valor F.	Prob. F.	Valor F.	Prob. F.
Maíz	1.75	0.171 NS	0.77	0.517 NS	0.99	0.407 NS
	0.90	0.558 NS	3.00	0.004 **	2.22	0.027 *
Frijol	6.82	0.0008**	0.71	0.553 NS	0.99	0.406 NS
	1.15	0.350 NS	11.68	0.0001**	1.45	0.182 NS
Trigo	8.43	0.001 **	2.37	0.090 NS	0.56	0.646 NS
	2.38	0.071 NS	1.85	0.093 NS	1.16	0.353 NS
Frijol	—	—	0.75	0.56 NS	—	—
Intercalado	—	—	20.25	0.002 **	—	—
Girasol	—	—	—	—	0.60	0.636 NS
Intercalado	—	—	—	—	0.45	0.656 NS

* Diferencia significativa al 5%.
** Diferencia significativa al 1%.
NS Diferencia no significativa.

Después de la cosecha se hicieron los ajustes necesarios para expresar los rendimientos de kilogramo por parcela a kilogramo por hectárea. Los rendimientos obtenidos se multiplicaron 0.8 para expresarlo a nivel comercial, con este rendimiento se realizó el análisis de varianza, la comparación entre medias se hizo con el método de Duncan.

Se calculó la eficiencia relativa de la tierra en términos físicos (ERTF) y de ingreso (ERTI) de acuerdo a la ecuación propuesta por Turrent (1979).

Resultados y Discusión

Con la finalidad de facilitar la discusión de los resultados obtenidos, la información a presentar de los experimentos conducidos se hace por separado para cada condición.

1. Condición punta de riego.

Se realizó un análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en cada uno de los cultivos estudiados y para los tres experimentos. En el cuadro 1 se presentan los resultados del análisis, donde sólo se tiene el valor de F y la probabilidad de F para las repeticiones y tratamientos.

Como se puede observar en el experimento de patrones de cultivo, no se tuvo diferencia significativa en ninguno de los cultivos a los tratamientos. Para el caso del experimento de variedades, se tuvo diferencia altamente significativa a los tratamientos en los cultivos de maíz, frijol asociado y frijol intercalado, en el cultivo de trigo no se tuvieron diferencias, debido a que en este experimento fue un factor constante.

Cuadro No. 2. Rendimientos obtenidos en maíz, frijol y trigo del experimento de variedades, así como la ERTF y ERTI bajo la condición punta de riego

Maíz	Tratamiento		Rendimiento kg/ha.			ERTF	ERTI
	Frijol	Trigo	Maíz	Frijol	Trigo		
H-30	N.P.	Anáhuac	3523 B	828 A	575 A	1.39	2.04
H-137	N.P.	"	3825 A	821 A	446 C	1.31	1.52
H-139	N.P.	"	4182 A	903 A	566 A	1.51	2.15
VS-22	N.P.	"	3320 D	841 A	681 A	1.46	2.50
H-30	A-153	"	3793 A	475 D	523 A	1.28	1.74
H-30	N-150	"	3724 B	731 B	548 A	1.37	1.93
H-30	BAYOMEX	"	4125 A	292 E	533 A	1.29	1.57
H-30	Ojabra	"	3907 A	580 C	609 A	1.41	2.19
H-30	N.P.	Ojabra	3761 A	759 B	968 B*	1.15	1.14
H-30	N.P.	BAYOMEX	3514 B	877 A	475 C*	0.99	0.96
H-30	N.P.	A-154	3648 B	729 B	1391 A*	1.23	1.25
Maíz	solo		5952	—	—	1.23	1.25
Frijol	solo		—	3307	—		
Trigo	solo		—	—	1043		

Los tratamientos con la misma letra son iguales entre sí y diferentes del resto de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel 0.05.

Para el experimento de densidades de población, como se puede apreciar en el mismo cuadro 1, sólo se tuvo diferencia significativa para el cultivo de maíz.

En el cuadro 2 se resumen los rendimientos de los cultivos, la eficiencia relativa de la tierra en términos físicos (ERTF) y de ingreso (ERTI) en donde se aprecia

que en todos los casos el rendimiento de los cultivos asociados es menor al obtenido con los cultivos solos. En cuanto al cultivo de maíz se tiene que no hubo diferencia entre los híbridos H-139 y H-137 asociados con frijol negro Puebla (Figura 2) y el híbrido H-30 se comportó igual que los anteriores al asociarse con otras variedades de frijol que no fuera Negro Puebla.

Cuadro No. 3. Rendimientos obtenidos en maíz, frijol, trigo y girasol del experimento de densidades de población, así como la ERTF y ERTI, bajo condiciones de punta de riego.

Maíz	Tratamientos		Rendimiento kg/ha.			ERTF	ERTI
	Frijol miles plantas/ha	Girasol	Maíz	Frijol	Trigo		
30	40	—	3300 B	939 A	316 A	1.13	9.87
40	40	—	3455 A	913 A	316 A	1.15	0.89
50	40	—	3580 A	743 A	355 A	1.16	1.03
60	40	—	3802 A	855 A	307 A	1.19	0.89
40	10	—	3719 A	847 A	233 A	1.10	0.54
40	20	—	3486 A	791 A	342 A	1.15	0.97
40	30	—	3229 C	810 A	108 A	0.88	-0.12
40	50	—	3365 A	964 A	270 A	1.11	0.68
40	40	20	3346 A	780 A	391 A	1.02	0.94
40	40	30	3308 B	640 B	457 A	1.00	0.91
40	40	40	2961 D	714 A	496 A	0.98	0.68
Maíz	solo		—	—	—		
Frijol	solo		—	3307	—		
Trigo	solo		—	—	1043		
Girasol	solo		—	—	1809		

Los tratamientos con la misma letra son iguales entre sí y diferentes del resto de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel 0.05.

FIG. 2 RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ Y FRIJOL AL FACTOR VARIEDAD EN EL EXPERIMENTO DE VARIEDADES, BAJO LA CONDICION DE PUNTA DE RIEGO



Para el cultivo de frijol se observa que la variedad Negro Puebla fue la de mejor comportamiento asociado con cualquier variedad de maíz (cuadro 2), siguiéndole la variedad Negro 150 y siendo la peor la BAYOMEX, debido a que esta variedad es de mata, por lo que la competencia del maíz es mayor (figura 2). En lo referente al frijol intercalado se observa que sí se tuvo diferencia significativa entre las variedades (cuadro 2), siendo la mejor variedad amarillo 154.

En relación a la ERTF se tiene que a excepción del tratamiento H-30-Negro Puebla-BAYOMEX que fue de 0.99, los demás son superiores a 1.15 lo cual nos indica una mayor productividad de la tierra con el cultivo compuesto que con los cultivos simples. Para la ERTI la cual se presenta en el mismo cuadro 2, se tienen valores entre 1.25 y 2.50 con excepción del tratamiento H-30-Negro Puebla-BAYOMEX, lo que nos indica que el ingreso neto que se logra con una hectárea del cultivo compuesto, equivale a lo que se lograría en 1.25 a 2.5 de cultivos simples. Los valores tan altos son debido al bajo rendimiento del cultivo de trigo, ya que se vio afectado por el daño de pájaros. Para el experimento de densidades de población en el cual se mantuvo constantes las variedades de maíz (H-30) y frijol (Negro-Puebla), los rendimientos obtenidos se presentan en el cuadro 3, donde se aprecia que el rendimiento de los cultivos asociados es menor

que el de los cultivos solos. No se tiene diferencia a las densidades de población en los cultivos de maíz y frijol; sin embargo, al tener girasol en lugar de trigo, hay una disminución en el rendimiento del maíz al aumentar la densidad del girasol, entre estos dos cultivos debido a una mayor competencia.

La eficiencia relativa de la tierra en términos físicos y de ingreso obtenidas para todos los tratamientos (cuadro 3), indican que el incremento en la productividad es escaso ya que varían de 0.88 a 1.19. Para el caso del ingreso neto a excepción del tratamiento 50-40, que es 1.03 en todos los demás, es menor a la unidad, por lo que son mejores los cultivos simples para este caso y con las variedades especificadas.

2. Condición Temporal

Para esta condición al igual que en punta de riego, se realizó un análisis de varianza para conocer los efectos de repeticiones y tratamientos, en cada uno de los cultivos y para los tres experimentos estudiados. Los resultados se presentan en el cuadro 4, donde se aprecia que se tienen diferencias altamente significativas a los tratamientos en el experimento de variedades para los cultivos de maíz, frijol asociado y frijol intercalado. Para el experimento de densidades de población no se tienen diferencias en ninguno de los cultivos.

Cuadro No. 4. Análisis de varianza para rendimiento de grano en los diferentes cultivos estudiados para los tres experimentos, bajo la condición de temporal.

Cultivo	Experimento Patrones de cultivo		Experimento Variedades		Experimento Densidades		Experimento Población	
	Valor F.	Prob. F.	Valor F.	Prob. F.	Valor F.	Prob. F.	Valor F.	Prob. F.
Maíz	2.42	0.082 NS	0.62	0.0001**	1.45		0.406 NS	
	1.12	0.378 NS	3.83	0.606 NS	0.59		0.627 NS	
Frijol	1.69	0.187 NS	1.49	0.0009**	1.79		0.088 NS	
	0.98	0.489 NS	7.36	0.2334NS	1.00		0.401 NS	
Trigo	0.89	0.463 NS	0.23	0.0001**	1.06		0.417 NS	
	10.75	0.0001**	2.02	0.875 NS	2.10		0.123 NS	
Frijol Intercalado	—	—	0.64	0.076 NS	0.16		0.996 NS	
	—	—	13.76	0.615 NS	—		—	
Girasol	—	—	—	0.005 **	1.09		0.422 NS	
	—	—	—	—	1.20		0.363 NS	

NS Diferencia no significativa.

* Diferencia significativa al 5%.

** Diferencia significativa al 1%.

En el cuadro 5 se presentan los rendimientos obtenidos en cada uno de los cultivos asociados y solos, se aprecia que en todos los casos el rendimiento obtenido en los cultivos asociados es inferior al de los cultivos solos. La prueba de Duncan para la comparación de medias, indica que las mejores variedades de maíz fueron VS-22 y Huamantla, superando a las variedades Tlaxcala y Cuapiax-

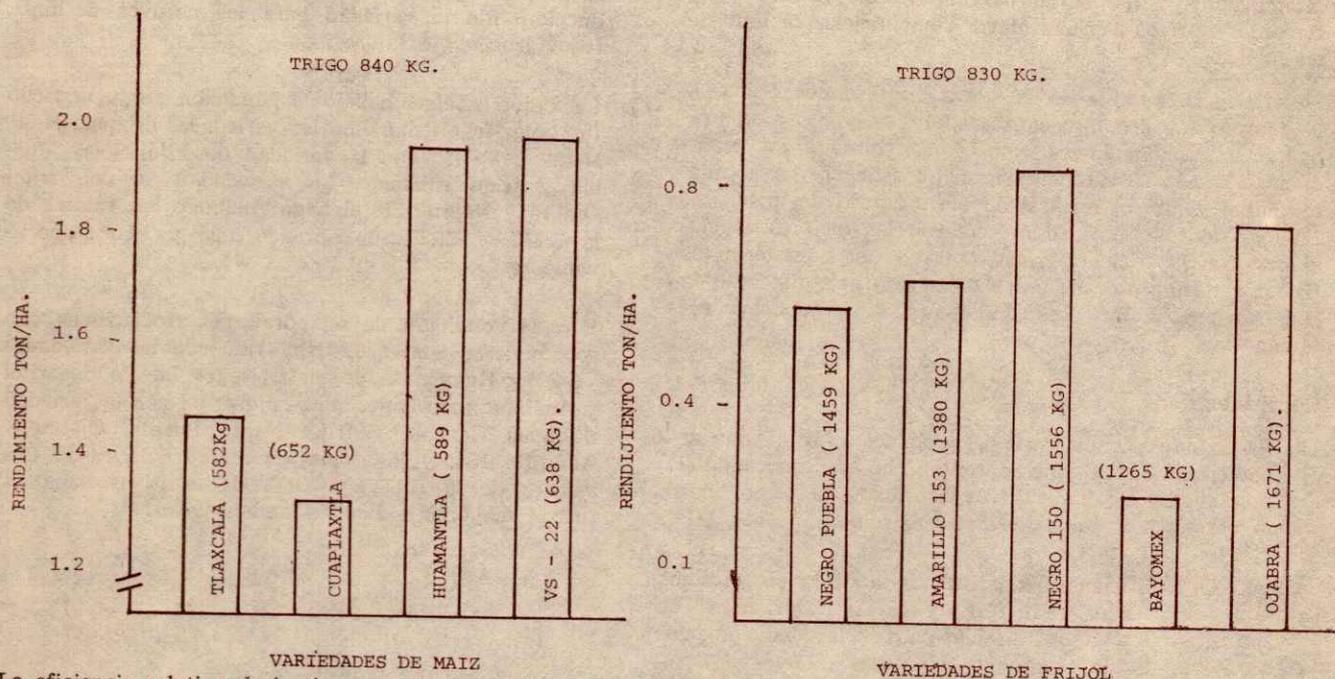
tla, con la variedad de frijol Negro Puebla asociado (figura 3). En lo referente al frijol asociado, también se tienen diferencias a las variedades estudiadas, siendo las mejores Negro 150 y Ojabra asociadas con la variedad Tlaxcala de maíz (figura 3). Cuando se intercaló frijol en lugar de trigo, las mejores variedades fueron Ojabra y Amarillo 154 con un rendimiento superior de 1400 kg/ha.

Cuadro No. 5 Rendimientos obtenidos en maíz, frijol y trigo del experimento de variedades así como la ERTF y ERTI, bajo la condición de temporal.

Maíz	Tratamiento		Rendimiento kg/ha.				ERTF	ESTI
	Frijol	Trigo	Maíz	Frijol	Trigo			
Tlaxcala	N.P.	Anáhuac	1459 B	582 B	671 B	1.06	0.99	
Cuapiaxtla	N.P.	"	1317 B	652 B	774 A	1.07	0.01	
Huamantla	N.P.	"	1960 A	589 B	902 A	1.32	1.32	
VS-22	N.P.	"	1985 A	638 B	1012 A	1.39	1.41	
Tlaxacala	A-153	"	1380 B	631 B	757 A	1.08	1.02	
	"	"	1556 B	839 A	994 A	1.33	1.33	
"	BAYOMEX	"	1265 C	236 D	923 A	0.88	0.79	
"	Ojabra	"	1671 A	742 A	794 A	1.26	1.26	
"	N.P.	Cananea	1344 B	600 B	1046 A	1.07	1.03	
"	N.P.	Caborca	1405 B	707 A	921 A	1.12	1.08	
"	N.P.	Ojabra	1655 A	617 B	1471*A	1.71	1.79	
"	N.P.	BAYOMEX	1581 B	557 C	957*B	1.38	1.40	
"	N.P.	A-154	1586 B	642 B	1593*A	1.76	1.85	
Maíz	solo	—	2654	—	—	—	—	
Frijol	—	solo	—	1917	—	—	—	
Trigo	—	solo	—	—	3199	—	—	

Los tratamientos con la misma letra son iguales entre sí y diferentes del resto de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel 0.05.

FIG. No. 3 RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ Y FRIJOL AL FACTOR VARIEDAD EN EL EXPERIMENTO DE VA-
RIEDADES BAJO LA CONDICION DE TEMPORAL.



La eficiencia relativa de la tierra en términos físicos y de ingreso para cada tratamiento se presentan en el cuadro 5, donde se observan valores desde 0.88 hasta 1.76 para

que involucran a la asociación maíz-frijol y frijol intercalado.

la ERTF y de 0.79 a 1.85 para la ERTI, correspondiendo en ambos casos los valores más altos a los tratamientos Cuadro No. 6. Rendimientos obtenidos en maíz, frijol, trigo y girasol del experimento de densidades de población, así como la ERTF y ERTI bajo condiciones de temporal.

Maíz	Tratamientos		Rendimiento kg/ha.				ERTF	ESTI
	Frijol miles plantas/ha	Girasol	Maíz	Frijol	Trigo			
30	40	—	1642 A	609 A	755 A	1.16	1.14	
40	40	—	1635 A	648 A	716 A	1.15	1.13	
50	40	—	1591 A	591 A	753 A	1.18	1.08	
60	40	—	1581 A	651 A	719 A	1.18	1.08	
40	10	—	1703 A	471 A	750 A	1.10	1.06	
40	20	—	1711 A	546 A	723 A	1.15	1.10	
40	30	—	1625 A	522 A	791 A	1.16	1.37	
40	50	—	1718 A	623 A	801 A	1.18	1.19	
40	40	20	1347 B	526 A	755 A	1.43	1.46	
40	40	30	1394 B	690 A	980 A	1.72	1.81	
40	40	40	1393 B	509 A	922 A	1.58	1.10	
Maíz	solo	—	2654	—	—	—	—	
Frijol	solo	—	—	1917	—	—	—	
Trigo	solo	—	—	—	3199	—	—	
Girasol	solo	—	—	—	1161	—	—	

Los tratamientos con la misma letra son iguales entre sí y diferentes del resto de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel 0.05.

En relación al experimento de densidades de población no se observó diferencia a los tratamientos estudiados, tanto en maíz como en frijol y trigo, mediante la prueba de Duncan al nivel de 0.05. Para el cultivo del maíz si se tuvieron diferencias en rendimiento, cuando en lugar de intercalar trigo fue el cultivo de girasol, ya que entre estos dos cultivos hay una mayor competencia por nutrientes y agua.

La eficiencia relativa de la tierra en términos físicos y de ingreso (cuadro 6) alcanza valores mayores a la unidad, correspondiendo los valores más altos a los tratamientos donde se estudió maíz-frijol asociado en el mismo surco y girasol intercalado entre surcos de maíz.

En los cuadros 7 y 8 se presentaron las mejores asociaciones, con la eficiencia relativa de la tierra en términos físicos y de ingreso, así como el ingreso neto obtenido de cada una, para las dos condiciones de producción estudiadas.

Conclusiones

- 1). En las dos condiciones de producción estudiadas se encontró al igual que lo reporta la literatura, que el rendimiento de los cultivos asociados es menor que el correspondiente a los cultivos solos.

CUADRO 7 Eficiencias relativas de la tierra en términos físicos e ingreso, y los ingresos netos de las mejores asociaciones en la condición punta de riego.

Cultivos			ERTF	ERTI	Ingreso Neto
H - 30	Negro Puebla	Anáhuac	1.39	2.04	42,291
H - 139	Negro Puebla	Anáhuac	1.51	2.15	49,421
VS - 22	Negro Puebla	Anáhuac	1.46	2.50	41,597
H - 30	Negro 150	Anáhuac	1.37	1.93	42,491
H - 30	Ojabra	Anáhuac	1.41	2.19	42,117
Maíz	Solo				40,175
Frijol	Solo				37,912
Trigo	Solo				1,528

CUADRO 8 Eficiencias relativas de la tierra en términos físicos e ingreso, y los ingresos netos de las mejores asociaciones en la condición de temporal.

Cultivos			ERTF	ERTI	Ingreso Neto
Huamantla	Negro Puebla	Anáhuac	1.32	1.32	27,000
VS - 22	Negro Puebla	Anáhuac	1.39	1.41	28,823
Tlaxcala	Negro Puebla	Ojabra	1.71	1.79	42,133
Tlaxcala	Negro Puebla	Amarillo 154	1.76	1.85	43,874
Tlaxcala	Negro Puebla	Girasol	1.72	1.81	27,717
Maíz	Solo				19,438
Frijol	Solo				23,112
Trigo	Solo				16,469
Girasol	Solo				13,238

- 2). El ingreso neto obtenido en las mejores asociaciones, es mayor que el correspondiente a los cultivos en las dos condiciones de producción.
- 3). El factor que resultó significativo para el sistema de cultivos compuestos, en las dos condiciones de producción, fue la variedad para los cultivos de maíz, frijol asociado e intercalado.
- 4). La mejor asociación bajo la condición punta de riego fue: maíz-frijol-trigo, con las variedades de maíz H-30, H-139 y VS-22, con la variedad de frijol Negro Puebla y trigo Anáhuac. La variedad H-30 con frijol Ojabra y Negro 150, el trigo Anáhuac, los valores de la ERTF y ERTI superiores a 1.35 y 1.80 respectivamente.
- 5). Para la condición de temporal, las asociaciones que sobresalieron son: maíz-frijol-trigo con las variedades VS-22 y Huamantla de maíz, Negro Puebla de frijol y Anáhuac para trigo. Maíz-frijol-frijol con la variedad de maíz Tlaxcala y frijol Negro Puebla, Ojabra y Amarillo 154; y la asociación maíz-frijol-girasol. Los valores de la ERTF y ERTI de estas asociaciones fueron mayores a 1.30 en ambos casos.

LITERATURA CITADA.

- Aguilar F. P. 1978. Formulación de recomendaciones para el cultivo de asociación maíz-frijol en el área del Plan Puebla. Definición de una metodología para la optimización de insumos de producción en el sistema maíz-frijol. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Andrews, D. J. and A. H. Kassan 1976. The importance of the multiple cropping. In multiple cropping. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Special publication No. 27 Madison, Wisconsin.
- Cochran, W. G. and Cox, G. M. 1980. Diseños experimentales. Sexta reimpresión, editorial Trillas S. A. México, D. F.
- Dalrymple, D. G. 1971. Survey of multiple cropping in less developed nations foreing economic development service, U. S. Departament of Agriculture. Washington, D. C.
- Lépez, I. R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. Folleto técnico No. 58, S. A. G. INIA. México.
- Lintón, S. C. 1948. Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación maíz-frijol realizado en el Campo Agrícola Experimental "El Horno", en Chapingo, México. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Márquez, S. F. 1976. Sistema de producción agrícola. Agroecosistema. Departamento de Fitotecnia U. A. CH. Chapingo, México.
- Miranda, C. S. 1982. Asociación y parasitismo del frijol. I Simposio de cultivos múltiples. Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas, Chapingo, México.
- Montes, R. R. 1979. Incidencia de enfermedades en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sembrado solo y asociado con maíz. Tesis de M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Moreno, O. H. 1972. La asociación maíz-frijol un uso alternativo de la tierra. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Okigbo, A. M. and Greenland, D. J. 1976. Intercropping system in tropical Africa. In multiple cropping. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. Special publication No. 27 Madison, Wisconsin.
- Papendich, R. I; Sánchez, P. A; Triplett, G. B. 1976. Multiple cropping American Society of Agronomy. Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Special publication No. 27, Madison, Wisconsin.
- Pinchinat, B. N. Soria J. and Bazán, R. 1976. Multiple cropping in tropical American. In multiple cropping. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America. Special publication No. 27, Madison Wisconsin.
- Sánchez, P. S. 1977. El frijol asociado con maíz y su respuesta a la conchuela (*Epilachia variuensis* nuls) y al picudo del ejote (*Apion* spp). Tesis de M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Turrent, F. A. 1979. El sistema Agrícola un marco de referencia necesario para la planeación de la Investigación Agrícola en México. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

LES HEMOS COMUNICADO

La Mesa Directiva de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo ha mantenido informados con oportunidad a los socios de los acontecimientos relevantes en la vida de la S.M.C.S. La información se ha proporcionado en cinco circulares y en un desplegado en periódicos de la Ciudad de México.

Para beneficio de los socios que por diferentes razones no recibieron las circulares mencionadas y para recordar la información a los socios que si las recibieron, en esta oportunidad se resumirá la información más importante contenida en las cinco circulares que ha enviado la Mesa Directiva.

Se informó oportunamente del desarrollo del proceso para elegir la Mesa Directiva de la Sociedad, el cual culminó con el triunfo de la planilla encabezada por el Dr. Antonio Turrent Fernández, tomando posesión como Mesa Directiva de la S.M.C.S. el 3 de agosto de 1982, con la asistencia del C.P. Mario Highland Gómez, quien tomó la protesta a la nueva Mesa Directiva en representación del C. Secretario de Agricultura y recursos Hidráulicos.

En diferentes comunicaciones se proporcionó información sobre el XV Congreso Nacional de la S.M.C.S. que motivado de la existencia en ese tiempo de una Mesa Directiva apócrifa, hubo necesidad de cambiar de sede de la Universidad Autónoma Chapingo al Centro Nacional de Productividad en la Ciudad de México.

El XV Congreso Nacional de la S.M.C.S., se celebró del 22 al 25 de noviembre de 1982. El evento fue calificado por los congresistas, arrojando una calificación promedio de 8.9, en escala de 0 a 10, en donde se opinó sobre la organización general del evento, calidad de las ponencias y contenido de la sesión plenaria. Se inscribieron 345 socios y 15 ponencias. La participación de los socios en el Congreso, así como la respuesta al plesbicitito realizado, confirmó el apoyo de la Sociedad en pleno a la Mesa

directiva legal, por lo cual se ratificó el compromiso de nuestra Mesa Directiva de continuar cumpliendo con esa responsabilidad.

Se ha informado de las actividades generales de la Sociedad en lo que va del año, la Mesa Directiva elaboró una propuesta de modificación de los estatutos de la Sociedad, la cual ha sido enviada a los Delegados Estatales para que sea analizada por los socios y envíen sus comentarios. Así mismo, se ha enviado a los Delegados Estatales documentación para la revisión de la Ley de Conservación del Suelo y Agua. En el XVI Congreso Nacional a celebrarse en noviembre de 1983 en Oaxaca, Oax., se planea discutir estos dos aspectos para conformar documentos que plasmen el sentir de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

La Delegación Coahuila ha quedado formalmente constituida, los compañeros electos para dirigir esta Delegación son los Doctores Eduardo A. Narro Farías, Ioan Strimbu y el Ing. Luis Miguel Lasso Mendoza, Presidente, Secretario y Tesorero, respectivamente.

Por acuerdo de la Plenaria de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, del 25 de Noviembre de 1982, con motivo de la Clausura del XV Congreso Nacional, el próximo Congreso Nacional se celebrará en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca.

El XVI Congreso Nacional será del 8 al 11 de Noviembre de 1983. Por lo que se les hace una atenta invitación a todos los socios, personas e instituciones relacionadas con la Ciencia del Suelo, a participar en este evento. Para mayores informes favor de dirigirse a:

Secretario General de la S.M.C.S.

Apartado Postal No. 45

Chapingo, Estado de México Código Postal 56230

o bien a los teléfonos:

91 (5) 585-45-55 Ext. 5237 ó 5793; 91 (5) 564-27-90 de la Ciudad de México; 91 (951) 6-84-44 en Oaxaca; y 91 (22) 48-5-42 de Puebla.

SOCIEDAD MEXICANA DE LA
CIENCIA DEL SUELO
BIBLIOTECA