



Organo oficial de
divulgación de la
Sociedad Mexicana de
la Ciencia del Suelo A.C.

ISSN 0187-5779

TERRA

Volumen 3

Enero - Junio de 1985

Número 1

DIVISION I

INDICE

Contaminación de las aguas negras de la ciudad de México por boro, A.B.S. y metales pesados.
T. MENDEZ G. Y R. GUAJARDO V. 3

Principales interacciones de los suelos forestales y las coníferas del cerro de la Cruz, Michoacán.
Y. CHAVEZ H. 7

Efecto de cinco métodos de labranza y tres métodos de siembra en el uso eficiente del agua y rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor*) para grano bajo condiciones de temporal en la zona norte de Tamaulipas.
J.R. SALINAS G. 15

DIVISION II

Importancia ecológica de los protozoarios edafícolas en la conservación de los recursos de la biosfera.
G. RICO FERRAT Y V. SERRANO. 22

Efecto de la dosis de gallinaza y métodos de aplicación sobre el rendimiento de grano y sus componentes de (*Phaseolus vulgaris* L.) en Iguala, Guerrero.
I. SAMANC Y J. A. ESCALANTE E. 26

Programa de riegos y función de producción en el cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).
M. A. INZUNZA I. 32

Relación suelo-vegetación en el municipio de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.
M. A. CARCAMO Y R. CISNEROS I. 38

Estudio de suelo-vegetación halofita en la cuenca endorreica Zocoalco de Torres-Sayula.
R. DELGADO I. 45

DIVISION III

Relación suelo-vegetación en la estación biológica tropical de los Tuxtlas, Ver. Un análisis de distribución de diferentes tipos de suelo en relación con la cubierta vegetal que soporta.
E. CHIZON S. Y R. CISNEROS I. 48

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

MESA DIRECTIVA 1984-1986

DR. ENRIQUE PALACIOS VELEZ
Presidente
DR. MARIO R. MARTINEZ MENEZ
Vicepresidente
M.C. NICOLAS CERDA RUIZ
Secretario General
ING. JOSE L. GARDUÑO VALDEZ
Tesorero
ING. TOMAS VALENZUELA RUIZ
Secretario Técnico
ING. ELIAS RODRIGUEZ MEJIA
Relaciones Públicas
ING. MARTIN ARGUIJO ALONSO
Eventos Internacionales
ING. RICARDO TORRES COASSIO
Vocal
M.C. RUBEN GUAJARDO VIERA
Vocal

COMISION EDITORA

DR. JORGE D. ETCHEVERS B. Editor
DR. ANTONIO TURRENT FERNANDEZ
DR. ANDRES AGUILAR SANTELISES

"TERRA", Registro en Trámite. Organó oficial de divulgación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Volumen 3, número 1. Enero-Junio 1985.

ISSN. 0187-5779

Los artículos publicados son responsabilidad absoluta de los autores. Se autoriza la reproducción parcial o total del contenido de esta revista, citándola como fuente de información.

Las contribuciones a esta revista deben enviarse en triplicado a: Editor Revista Terra, S.M.C.S. Apartado Postal 45, C.P. 56230, Chapingo, Estado de México. Teléfono (595) 4-22-00 Ext. 5237, redactadas de acuerdo a las Normas para publicación en la Revista TERRA que se pueden solicitar a la dirección anterior.

I N D I C E

EDITORIAL	1
Artículos Científicos	
DIVISION I	
CONTAMINACION DE LAS AGUAS NEGRAS DE LA CIUDAD DE MEXICO POR BORO, A.B.S. Y METALES PESADOS, T. Méndez G. y R. Guajardo V.	3
PRINCIPALES INTERACCIONES DE LOS SUELOS FORESTALES Y LAS CONIFERAS DEL CERRO DE LA CRUZ, MICHOACAN. Y. Chávez H.	7
EFFECTO DE CINCO METODOS DE LABRANZA Y TRES METODOS DE SIEMBRA EN EL USO EFICIENTE DEL AGUA Y RENDIMIENTO DEL SORGO (<i>Sorghum bicolor</i>) PARA GRANO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA ZONA NORTE DE TAMAULIPAS. J.R. Salinas G.	15
DIVISION II	
IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LOS PROTOZOARIOS EDAFICOS LAS EN LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS DE LA BIOSFERA. G. Rico Ferrat y V. Serrano.	22
EFFECTO DE LA DOSIS DE GALLINAZA Y METODOS DE APLICACION SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES DE (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) EN IGUALA, GUERRERO. I. Sámano y J.A. Escalante E.	26
PROGRAMA DE RIEGOS Y FUNCION DE PRODUCCION EN EL CULTIVO DEL CARTAMO (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) M.A. Inzunza I.	32
RELACION SUELO-VEGETACION EN EL MUNICIPIO DE IXTLAN DE JUAREZ, OAXACA.M.A. Cárcamo y R. Cisneros I.	38
ESTUDIO DE SUELO-VEGETACION HALOFITA EN LA CUENCA ENDORREICA ZOCCALCO DE TORRES-SAYULA. R. Delgado I.	45
RELACION SUELO-VEGETACION EN LA ESTACION BIOLOGICA TROPICAL DE LOS TUXTLAS, VER. UN ANALISIS DE DISTRIBUCION DE DIFERENTES TIPOS DE SUELO EN RELACION CON LA CUBIERTA VEGETAL QUE SOPORTA. E. Chizon S. y R. Cisneros I.	48
DIVISION III	
RESPUESTA DE LA VID (<i>Vitis vinifera</i> L.) A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD EN EL SUELO EN DOS ETAPAS DE DESARROLLO. C. Godoy A.	55
EVALUACION DE LA APLICACION DE AZUFRE DURANTE LA ETAPA DE RECUPERACION DE SUELOS SALINO-SODICOS DEL EX-LAGO DE TEXCOCO. A. Becerra M., F. Llerena V. y R. Martínez E.	65
USO DE BANCALES COMO ALTERNATIVA EN SUELOS BAJOS MAL DRENADOS. G. Basurto O.	71
LA VALIDACION DE TECNOLOGIA: CONCEPTO, OBJETIVOS Y METODOLOGIA. S.J. Mendoza M.	80
ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PRODUCCION MULTIPLE (FRIJOL DE GUIA EN ESPALDERAS, FRIJOL DE MATA Y JI-TOMATE) EN LA REGION DE LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA. V.M. Vargas S., E. Castañeda H. y A. Castañeda P.	84
METODO DE SIEMBRA, LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA FERTILIZACION NITROFOSFORICA PARA EL ALPISTE DE TEMPORAL EN LA MIXTECA OAXAQUEÑA. C. Arredondo V., S. Campos de J., A. Luévanos A. y J.L. Jiménez A.	93
EFFECTO DE SIETE FACTORES DE LA PRODUCCION EN EL RENDIMIENTO DE GRANO Y FORRAJE (PUNTA) EN EL CULTIVO DE MAIZ. L. García G. y Castañeda P.	103
METODOS DE LABRANZA EN EL RENDIMIENTO DE SORGO EN NAYARIT. L. Trejo S.	111
TRIGO IMBRICADO EN MAIZ, UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCION EN LA AGRICULTURA DE SUBSISTENCIA EN LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA. R. Rodríguez H.	116

E D I T O R I A L

A partir de este número los lectores encontrarán un logro diferente en la revista TERRA. Aspectos de orden técnico y económico nos obligan a realizar esta modificación, que contribuirá a mejorar su presentación. Se modificó además, la forma de contabilizar la publicación: en vez de Año, emplearemos Volumen. Ello no implica modificación alguna en la secuencia de la numeración.

A través de este medio queremos aprovechar la oportunidad para llamar la atención de nuestros socios y colaboradores acerca de las dificultades editoriales que enfrentamos actualmente. Estas pueden dividirse en dos grandes categorías: económicas y técnicas.

Las económicas derivan del alto costo de producción de la revista, su escaso tiraje y lo restringido del mercado. La directiva de la Sociedad trabaja intensamente por buscar fuentes de financiamiento que permitan mantener al día la producción de este órgano.

Los aspectos técnicos se refieren principalmente a la presentación de trabajos científicos que hacen llegar los colaboradores, y la falta de personal técnico especializado en labores editoriales dentro de la Sociedad. El primero de estos puntos puede ser resuelto con la colaboración decidida de los asociados. Para ello el Editor de la Sociedad propuso ciertas normas para la publicación de artículos en la revista TERRA. Instamos a nuestros socios a seguir estas instrucciones y a ejercer una autocrítica constructiva de la forma como preparar sus trabajos para publicación, particularmente queremos llamar la atención sobre el empleo de la lengua española en la redacción del manuscrito. La Sociedad está creando un registro de posibles revisores de trabajos científicos. Si usted tiene algunos conocimientos editoriales y maneja bien el idioma lo instamos a que ofrezca su concurso voluntario al Editor.

El esfuerzo conjunto de ustedes y nosotros redundará en una mejor publicación de este órgano de difusión científica.

CONTAMINACION DE LAS AGUAS NEGRAS DE LA CIUDAD DE MEXICO POR BORO ABS Y METALES PESADOS*

Méndez García, T. *
Guajardo Viera, R.**

RESUMEN

Para este trabajo se colectaron 29 muestras de aguas negras, en los canales principales, secundarios y en la Presa Endhó y se encontró lo siguiente:

Las aguas presentan un pH alcalino, con una conductividad eléctrica bastante alta, causada por la gran cantidad de sales solubles que son arrojadas al drenaje y posteriormente al gran canal del desagüe. Estas aguas presentan elevadas cantidades de sales solubles de Na⁺, Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ y en menor cantidad K⁺, el sodio es el más abundante y es el principal responsable del pH alcalino. La presencia de los aniones de HCO₃⁻, CO₃⁻ y Cl⁻ son bastante altos. Esto es importante, ya que se combinan con los cationes de Na⁺, Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ formando sales neutras o ligeramente alcalinas, las cuales son menos perjudiciales para la agricultura.

Las aguas negras también presentan fuertes problemas de contaminación por detergentes del tipo A. B. S. (Alkyl Benzene Sulfonate), cobalto, aluminio, manganeso, níquel, hierro, boro y en menor cantidad zinc, cobre, plomo y cromo.

ABSTRACT

Twenty-nine samples of sewage water were collected from the main and secondary channels and in the dam of the Endho irrigation district in Hidalgo state, with the objective of evaluating the physical and chemical properties of the sewage water used for irrigation, and comparing the results with the standards established by the ministry of public health. The pH varied from 7.4 to 8.1 and the electric conductivity varied from 1 050 to 16 500 micromhos/cm, hence these waters were saline. Sodium, calcium and magnesium were the prevailing cations whereas bicarbonate, carbonate and chloride were the prevailing anions. Higher than permissible contents of type A. B. S. detergents were found as well as of cobalt, aluminum, manganese, iron, boron, zinc, copper, lead and chromium. It is recommended that sewage waters should be treated before used as irrigation waters.

OBJETIVOS

Determinar las características físicas y químicas de las aguas negras desde el punto de vista agronómico.

Cuantificar el estado de contaminación de las aguas negras y compararlo con los rangos establecidos por la Secretaría de Salubridad y Asistencia a través de la Subsecretaría del Mejoramiento ambiental.

INTRODUCCION

El recurso agua es de vital importancia tanto en las zonas urbanas como rurales, pero es primordial recalcar, que con las grandes urbes las que están sometidas al crecimiento logarítmico de la población, de la misma manera es cada vez más la demanda de aguas blancas. Esto ha ocasionado que los volúmenes de aguas negras que se desechan sean cada vez mayores, las cuales se han utilizado

con fines agrícolas desde principios de siglo y en la actualidad son más de 40,000 hectáreas en el estado de Hidalgo, las que son regadas con aguas negras, y son cada vez mayores las demandas de este recurso por parte de los campesinos, ya que traen disuelta gran cantidad de materia orgánica y nutrientes, con los cuales se eleva la producción agrícola de una zona árida.

Pero contrariamente al beneficio que acarrearán las aguas negras, están los perjuicios que ocasionan en la cadena natural suelo-planta-hombre, ya que traen sustancias contaminantes, como son metales pesados, detergentes, boro y sales solubles, los cuales alteran las propiedades del suelo, alterando también el funcionamiento de las plantas y la fauna acuática e indirectamente al hombre.

MATERIALES Y METODOS

Muestreo

* Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S.

* Universidad Nacional Autónoma de México.

** Universidad Nacional Autónoma de México.

La zona de estudio se localiza en el estado de Hidalgo, que es parte del Valle del Mezquital "Distrito de Riego 03", sus coordenadas geográficas aproximadas son: 20°21' a 20°12' latitud norte y 99°00' a 99°30' longitud oeste (Figura 1).

Los sitios de muestreo se escogieron al azar, de tal forma que se cubriera la mayor parte del Distrito de Riego "03" de Tula, Hidalgo.

Se colectaron 29 muestras, a las cuales se les caracterizó desde el punto de vista agrícola y el estado de contaminación por medio de los siguientes análisis:

pH por el potenciómetro; conductividad eléctrica en el puente de conductividad; cationes solubles como Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ los dos primeros por el método del EDTA y el sodio y potasio por flamometría; aniones solubles como CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- y SO_4^{--} . Los carbonatos y bicarbonatos se analizaron por titulación con H_2SO_4 valorado, cloruros por titulación con nitrato de plata valorado y los sulfatos de precipitación con cloruro de bario; detergentes por verde de metilo y por azul de metileno; boro por el método de la curcumina; Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn por absorción atómica.

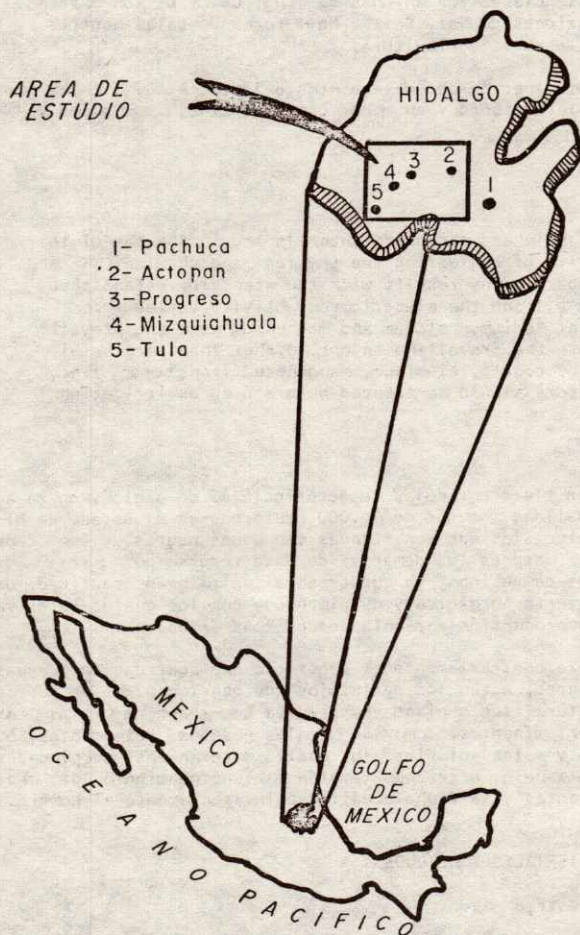


FIG. N.º 1 -- MAPA DE LOCALIZACION

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se encuentran los resultados de los análisis físicos y químicos de las aguas negras desde el punto de vista agronómico, como son:

pH el cual varió de 7.40 a 8.1, por lo que corresponden a aguas alcalinas. Este está dado principalmente por las grandes cantidades de sodio soluble, que al neutralizarse con los aniones forman sales alcalinas.

La C. E. fluctuó de 1050 a 16500 micromhos/cm. La cual corresponde a aguas salinas.

Esta conductividad es muy perjudicial para estos suelos, ya que puede acarrear grandes problemas en la vegetación aparte de las condiciones de salinidad que prevalecen en la zona, donde sólo se pueden sembrar satisfactoriamente cultivos tolerantes a las sales, siempre y cuando los suelos presenten un buen drenaje.

Las sales más frecuentes en las aguas negras fueron los cationes de Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} y de los aniones los más abundantes fueron HCO_3^- , CO_3^{--} y los Cl^- , el resultado de estas sales son las responsables de las altas conductividades eléctricas y en menor cantidad los nitritos y fluoruros.

Cationes Solubles

Los iones de Ca^{++} en las muestras analizadas fueron de 3.30 a 8.60 meq/l. A estos cationes se les encontró en segundo lugar en abundancia en el agua, sólo superada por el sodio, aunque es un catión perjudicial, este es requerido por las plantas en grandes cantidades a diferencia del sodio.

Las sales de magnesio en las aguas negras fluctuaron de 0.3 a 6.0 meq/l. Este elemento se le encontró junto con el potasio en menor cantidad, pero sin embargo el Mg^{++} está ligeramente alto.

El Na^+ soluble en las aguas varió de 3.73 a 16.43 meq/l. Este catión se encontró exageradamente alto.

Al K^+ se le detectó de 0.48 a 1.33 meq/l. Este elemento aparte de ser poco tóxico, fue el que se encontró en menor cantidad.

El catión más grave en estas aguas y el más perjudicial en los suelos es el sodio. Donde el principal efecto directo es el aumento en el pH y la conductividad eléctrica de los suelos, originado por los compuestos alcalinos que forman con los aniones e indirectamente el efecto de las sales sobre los cultivos, se debe a que el sodio substituye al calcio y al magnesio, en el complejo de intercambio iónico ocasionando deterioraciones en la estructura del suelo, haciéndolo impermeable al agua y al aire y dificulta el desarrollo de las plantas, pero contrariamente si predomina el Ca^{++} y el Mg^{++} el perjuicio es menor, ya que se forman sales neutras o ligeramente alcalinas al ser neutralizados con los aniones solubles.

Aniones Solubles

Los CO_3^{--} se encontraron de 3.45 a 12.06 meq/l. Estos son elevados y son de los aniones más perjudiciales para los suelos e indirectamente para las plantas.

A los HCO_3^- se les detectó del orden de 3.45 a 10.34 meq/l. Los bicarbonatos fueron los más abundantes en las aguas negras.

Los Cl^- analizados variaron de 3.12 a 10.92 meq/l. De los aniones en general los que se encontraron en menor cantidad fueron los SO_4^{--} .

Cuadro 1. Características físicas y químicas de las aguas negras de la Ciudad de México y fluctuaciones tanto mínimas, máximas, como valores medios encontrados.

Elemento	Mínimo	Máximo	Promedio
pH	7.40	8.10	7.7000
CE en micromhos/cm	1050.00	16500.00	2581.1000
Ca ⁺⁺ en meq/litro	3.30	8.60	4.5660
Mg ⁺⁺ en meq/litro	0.30	6.00	3.3000
Na ⁺ en meq/litro	3.73	16.43	9.3546
K ⁺ en meq/litro	0.48	1.33	0.8377
CO ₃ ⁼ en meq/litro	3.45	12.06	6.4790
HCO ₃ ⁻ en meq/litro	3.45	10.34	6.6168
Cl en meq/litro	3.12	10.92	6.2830
SO ₃ ⁼ en meq/litro	0.80	8.10	2.3130

Los resultados que aquí aparecen, corresponden a las aguas que se usan en el Distrito de Riego 03 en Tula, Hidalgo, con fines agrícolas.

Los carbonatos, bicarbonatos y cloruros fueron bastante elevados en las muestras de las aguas negras analizadas, por lo que se les ha clasificado como inadecuadas.

Los carbonatos son muy perjudiciales, ya que forman con el sodio una sal bastante básica. Los bicarbonatos fueron altos y frecuentemente ocurren en aguas ricas. En este elemento hay una tendencia del calcio y el magnesio a precipitarse en forma de carbonatos y a medida que la solución se concentra más, esta reacción no se completa y a medida que se reduce el calcio y el magnesio, la proporción de sodio aumenta.

Los cloruros y los sulfatos también son perjudiciales para las plantas. Estos forman sales ligeramente alcalinas

Cuadro 2. Variaciones mínimas, máximas y valores medios de los resultados de los contaminantes totales detectados en las aguas negras de la Ciudad de México, que se usan desde el punto de vista agrícola en el Distrito de Riego 03, de Tula, Hidalgo (ppm)

Contaminante	Mínimo	Máximo	Promedio
A.B.S.	29.300	69.90000	47.2100
B	0.200	2.05000	0.97000
Al	trazas	1.75000	0.64280
Co	trazas	9.75000	1.90000
Cr	trazas	0.01875	0.00530
Cu	0.025	0.17200	0.09362
Fe	0.062	1.97500	0.25670
Mn	trazas	3.00000	0.46500
Ni	0.200	1.25000	0.56610
Pb	0.025	0.04375	0.03460
Zn	trazas	0.22500	0.07180

con sodio. Los cloruros son menos dañinos, ya que los sulfatos forman precipitados muy insolubles.

Contaminantes en aguas negras

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de los contaminantes en aguas negras.

Las concentraciones de A.B.S. encontrados fueron de 29.30 a 69.90 ppm. De acuerdo con estos resultados y con lo publicado por la C.H.C.V.M. (1970), los detergentes en las aguas se han triplicado en 10 años; aunque no están claros los efectos que pueden causar en los cultivos, la producción agrícola ha disminuido notablemente.

El boro analizado en las aguas varió de 0.2 a 2.05 ppm. Estos resultados son altos, de acuerdo con Richards (1954) Eaton (1944), mencionan que es un elemento muy tóxico, que sólo sobrepasa de 1 ppm y los resultados son fatales. Si tomamos en cuenta los rangos establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y aplicados para México por la Sub-Secretaría de Mejoramiento del Ambiente, S.S.A., para aguas de uso continuo y aguas de uso limitado, éstas caerían dentro de las de uso limitado. (Tabla 1). Si se toma la clasificación de Palacios y Aceves (1970), éstas caerían dentro de las dudosas o posiblemente dentro de las inadecuadas, dependiendo del tipo de cultivo de que se trate.

Al aluminio en las aguas negras se les encontró de 0.0 a 1.75 ppm. Los valores que sobrepasan de 1.0 ppm están sobrepasados y sólo se pueden usar limitadamente de acuerdo con el Cuadro 3. En el caso de las cantidades que sobrepasan de 1.0 ppm, no hay peligro de toxicidad por aluminio, ya que éste solamente es activo en suelos ácidos.

El cobalto se encontró de 0.0 a 9.75 ppm. Estos valores están elevados, aunque para México no hay rangos, pero sobrepasa a los valores indicados en aguas de uso continuo en los Estados Unidos y solamente entraría el promedio detectado en las muestras analizadas dentro de las aguas de uso limitado para los Estados Unidos. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores máximos permisibles de sustancias tóxicas en aguas de México. mg/l

Elemento	México	Aguas de uso continuo	Estados Unidos Aguas de uso limitado en suelos con textura fina.
Aluminio		1.0	20.0
Arsénico	5.0	1.0	10.0
Berilio		0.5	1.0
Boro	0.4-2.0	0.75	2.0
Cadmio	0.005	0.005	0.05
Cobalto		0.2	10.0
Cobre	1.0	0.2	5.0
Manganeso		2.0	20.0
Molibdeno		0.005	0.05
Níquel		0.5	2.0
Plomo	5.0	5.0	20.0
Selenio	0.05	0.05	0.05
Vanadio		10.0	10.0
Zinc		5.0	10.0

Cromo, este elemento varió de 0.0 a 0.02 ppm. Estos valores son inferiores a los reportados por Mascareño, (1974) en esta zona.

Cobre, a este ion se le detectó de 0.025 a 0.25 ppm. Estos resultados son muy inferiores a los rangos reportados para México y los Estados Unidos, en aguas de uso continuo; pero sin embargo, Mascareño (1974), reporta cantidades tres veces inferiores a las reportadas en este trabajo.

Los valores encontrados de hierro en aguas negras fueron de 0.062 a 1.975 ppm. Estos valores son normales, ya que se ha reportado que en aguas de riego el hierro varía de una fracción a varias ppm. Chapman & Pratt (1979) aunque de acuerdo con resultados de Mascareño (1974), señalan que el hierro en las aguas analizadas en este trabajo es alto.

El manganeso que se detectó en las muestras fue de 0.0 a 3.0 ppm. Estos valores están excedidos en comparación con los rangos establecidos para aguas de riego de uso continuo en los Estados Unidos. Pero sí caen dentro de

los límites permisibles para las aguas de uso limitado en suelos con textura fina. Esto es sólo para las muestras que sobrepasan las 2.0 ppm. De acuerdo con Chapman & Pratt (1979), las aguas de riego presentan de una a varias ppm; si tomamos en cuenta este criterio, el manganeso en las aguas negras estudiadas es normal.

Al níquel se le registró de 0.20 a 1.25 ppm. De acuerdo a los límites establecidos para aguas de uso continuo en los Estados Unidos, los resultados obtenidos se encuentran ligeramente excedidos y sólo entran dentro de las de uso limitado.

Plomo, este elemento en las aguas negras fue de 0.02500 a 0.04375 ppm. Estos valores están muy por debajo de los límites máximos permisibles para aguas de uso continuo en México y en los Estados Unidos. Este elemento

por sus características es posible que se haya depositado en los sedimentos en el gran canal durante el trayecto de las aguas del D.F., hasta el estado de Hidalgo y por eso se le encontró muy bajo.

El zinc se detectó de 0.0 a 0.0225 ppm. Estos resultados están más bajos que los límites máximos permisibles para las aguas de uso continuo en México y en los Estados Unidos. Cuadro 3. Chapman & Pratt (1979), mencionan que el zinc en las aguas de riego va de 2 ppm o menos, por lo que de acuerdo con estos autores, los resultados obtenidos están normales.

CONCLUSIONES

Las aguas negras de la Ciudad de México presentan problemas de salinidad.

Estas aguas presentan fuertes problemas de contaminación por detergentes del tipo A.B.S., los cuales han tenido un fuerte incremento en la última década.

De acuerdo con los valores máximos permisibles, establecidos por la Subsecretaría del Mejoramiento del Ambiente, de sustancias tóxicas, presentes en las aguas de uso continuo, éstas se encuentran excedidas en cobalto, aluminio, manganeso, níquel, hierro y boro.

La contaminación en las aguas negras ha venido incrementándose con el transcurso del tiempo.

RECOMENDACIONES

Las aguas de desechos industriales antes de ser vertidas a los alcantarillados deben ser tratadas, para evitar que arrojen el drenaje metales pesados o cualquier elemento o sustancias tóxicas, que alteren la naturaleza de los suelos, los ecosistemas naturales de los ríos, presas, lagunas, mantos freáticos y los mares.

Posteriormente, las aguas negras deben recibir el tratamiento adecuado, que consiste por lo menos de un tratamiento primario y un secundario antes de ser usadas para riegos agrícolas.

Se debe estudiar la posibilidad de cambiar la formulación de los detergentes ramificados del tipo A.B.S., por la formulación de línea del tipo L.A.S., o A.O.S., los cuales son más fácilmente degradables.

Que se efectúen estudios analíticos, tanto experimentales como en el campo sobre el uso de aguas negras, tanto cualitativos como cuantitativos de los elementos tóxicos como son: boro, detergentes y metales pesados.

BIBLIOGRAFIA

- Chapman y Pratt. 1979. Métodos de Análisis para suelos, plantas y aguas. Ed. Trillas México.
- Eaton, F.M. 1935. Boron in soil and irrigation waters and its effect on plants with particular reference to the San Joaquin Valley of California U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. No. 448.
- Mascareño, C.F. 1974. Estudio Preliminar sobre Contaminación de los Suelos y de la Producción Agrícola en el Distrito de Riego 03, por el Uso de Aguas Negras de la Ciudad de México.
- Palacios, V.O. y Aceves, N.E. 1970. Instructivo para el Muestreo, Registro de Datos e Interpretación de la Calidad del Agua para el Riego Agrícola E.N.A. Chapingo, México.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.D.A. Handbook No. 60. Was. D.C.

PRINCIPALES INTERACCIONES ENTRE LOS SUELOS FORESTALES Y LAS CONIFERAS DEL CERRO DE LA CRUZ, MICHOACAN*

Chávez Huerta, Y. *

RESUMEN

Se realizó un estudio de los suelos forestales del "Cerro de la Cruz" ubicado al Norte de la ciudad de Uruapan Mich., y sus relaciones con la vegetación forestal. El muestreo se hizo tomando en cuenta la geoforma, topografía y cobertura del área en estudio. Los suelos fueron muestreados y analizados por horizontes. De la vegetación se determinaron los porcentajes de cobertura del estrato arbóreo y las especies que lo forman. Usando "sitios de dimensiones variables" se tomaron los datos dendroepidométricos de las coníferas asociadas a cada perfil de suelo.

Los suelos se clasificaron de acuerdo a los criterios de la séptima aproximación, hasta el nivel de fase. Se contrastaron las características del sustrato (profundidad, % de materia orgánica, pendiente, etc.), con los datos del arbolado (altura, diámetro, volumen, etc.) y realizando regresiones múltiples se encontraron los modelos que explican mejor las interacciones sustrato-coníferas.

Se encontró también que en los fisiogramas controlados existe una forma objetiva y precisa para la presentación integrada de factores.

Los resultados muestran una alta relación de los pinos con algunas propiedades del sustrato, lo que implica un avance hacia la predicción de la "potencialidad forestal", aplicable también a las áreas demontadas, por lo que se recomienda continuar con esta línea de investigación basada en la utilidad que representa para la planeación y manejo de los bosques de coníferas en regiones templadas.

ABSTRACT

A soil survey was carried out on the forest soils of "Cerro La Cruz" in Michoacan State. The relationships between soils and vegetation were established. Samples were taken according to geoforms, topography and vegetation. Soils were classified using the Seventh Approximation System.

Regression techniques were used to find the best models explaining the relationships between soil characteristics and vegetation. Strong associations of pinus with some soil properties were found.

INTRODUCCION

La condición actual de los bosques en nuestro país es de gran perturbación. Numerosas son las causas que inciden en ella y en el sustrato que la sustenta, incendios, desmontes, erosión, sobrepastoreo y otras más se cuentan entre las más comunes; debido a esta dinámica, existe una merma constante en esta riqueza natural.

El actual manejo de los bosques se fundamenta primordialmente en las intervenciones a la masa y por ser un ecosistema complejo muy poco se ha investigado sobre la influencia e integración de otras variables como clima y suelo, de las cuales depende en último caso.

La metodología edafológica, por otro lado, tiene un sesgo básicamente agrícola, con poca aplicabilidad al área forestal que exige la medición de otros parámetros.

El presente trabajo se hizo con la finalidad de coadyuvar en el desarrollo de un método que permita la integración y fácil manejo de las variables del terreno que afectan al ecosistema forestal.

OBJETIVOS

1. Hacer un reconocimiento de los suelos del Cerro de la Cruz, en función de la topografía, la geomorfología y la cubierta vegetal.
2. Colaborar en la generación de tecnología del diagnóstico aplicable a la predicción de "potencialidad forestal".
3. Probar el método de fisiogramas controlados en la representación integrada de factores del ecosistema forestal.

ANTECEDENTES

Para el caso de nuestro país, los autores que han estudiado el suelo forestal en relación con el bosque desde el punto de vista interacción cuantitativa, son muy escasos; esto tiene varias razones pero entre las más directas tenemos el hecho de que faltan criterios específicos sobre qué evaluar del suelo y cómo realizar muestreos representativos, ya que la topografía en áreas forestales es una seria limitante.

* Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S.

* Investigador del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente, INIF, SARH.

Castaños (1962), es uno de los primeros autores que prueba este tipo de criterios, ya que en masas vírgenes incoetáneas de Pinus patula determina la calidad de estación mediante curvas edad-altura, diámetro-altura y también propiedades del suelo y topografía. Después de aplicar modelos de regresión múltiple, encuentra que los factores que nos influyen en el índice de localidad son: profundidad total del suelo, altitud sobre el nivel del mar y exposición.

Propone abundar en el estudio de las variables edáficas. Posteriormente, hay un gran hueco de información hasta 1982 cuando Orantes y Musalem definen calidades de estación para Pinus hartwegii en Zoquiapan, Méx. En el trabajo encuentran que la materia orgánica, capacidad de retención de humedad y el porcentaje de arcilla promedio definen el incremento medio anual, incremento periódico diámetro y altura de fuste limpio; también estos autores recomiendan realizar más estudios tanto con otras variables del suelo como con más elementos del ecosistema.

También en 1982, Arteaga y Etchevers determinan características fisiográficas y de suelo que influyen en el crecimiento de Pinus radiata; encuentran que la exposición es el factor de mayor influencia. También realizan análisis foliares y mencionan que tanto el nitrógeno como el potasio presentan valores altos.

En el mismo año, Gómez Tagle realiza un levantamiento de suelos forestales, diseña y aplica la metodología experimental de "fisiogramas controlados". Obtiene modelos de regresión simple y múltiple, encuentra que la distribución de suelos según la geomorfología del terreno influye directamente en la altura, incremento y volumen de la masa forestal; las propiedades de suelo que considera como importantes son pendiente y profundidad de suelo; trabaja con las especies Pinus douglasiana y P. lawsonii.

Respecto a la bibliografía internacional, encontramos que Coile (1952), en Estados Unidos, realiza una revisión exhaustiva sobre los índices de localidad relacionados con suelo y topografía. Como un resumen propone que la productividad del suelo forestal está condicionado por el espacio donde crecen las raíces. Las propiedades que señala como importantes son: profundidad del horizonte "A", profundidad total, textura y capacidad de retención de humedad; químicamente, considera importante la materia orgánica y los nutrientes.

Zahner, 1958 (en Castaños op. cit.), determina como importantes en el crecimiento (Índice de localidad) de Pinus taeda y P. echinata, en Arkansas y Luisiana, factores del suelo como: profundidad efectiva, contenido de arcilla del subsuelo y pendiente del terreno; éstos afectan directamente la humedad y aereación del espacio radicular.

También los estudios de Zinke (1958), hechos para índices de localidad de Pinus ponderosa y Pseudotsuga menziesii en el NW de California, determinan como importantes la profundidad del suelo, el pH y la altitud sobre nivel del mar.

Doolittle, 1957 (en Castaños op. cit.), relaciona el índice de localidad de Quercus coccinea y Q. velutina con suelo y topografía y determina como esenciales la profundidad del horizonte "A" y la posición de la vegetación en la pendiente.

Steinbrenner (en Daniel, et al., 1982), en trabajo no publicado, mapea 3 millones de acres en Washington y Oregon, diseña un método de determinación de sitio basándose

se en la profundidad del horizonte A, profundidad efectiva del suelo, textura del horizonte B y altitud sobre nivel del mar; para aplicarlo a grandes áreas, emplea aerofotografías y verificaciones terrestres logrando explicar un 83% de las variaciones del índice de sitio.

En toda la bibliografía citada se hace patente el hecho de que el índice de sitio está íntimamente relacionado con la profundidad, pendiente, humedad disponible, y cantidad de materia orgánica en el suelo.

DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO

Localización y superficie. El Cerro de la Cruz se encuentra en la parte sur de la Sierra Purépecha (parte del Eje Neovolcánico), dentro del municipio de Uruapan e inmediatamente al norte de la ciudad del mismo nombre en el estado de Michoacán; sus coordenadas son: de 19°25' a 19°29' de latitud norte y de 102°01' a 102°04' de longitud oeste.

La superficie aproximada es de 2500 hectáreas, que incluyen un domo volcánico llamado "Cerro de la Charanda", una caldera (Rancho "Costo") y el volcán conocido como "Cerro de la Cruz". Una parte del área de estudio (aprox. 1000 ha) es cuidado y utilizado para prácticas por la Escuela Técnica Forestal No. 1, ubicada en la misma ciudad. Toda el área (aún la manejada por la Escuela Técnica Forestal) pertenece a comunidades y múltiples pequeños propietarios, lo cual dificulta la conservación y manejo de la zona.

Topografía e hidrología. La altitud va de 1660 a 2320 msnm, con pendiente del 4 a 90%. La red hidrológica es radial, formada por gran número de cañadas, en las más profundas de las cuales se forman arroyos intermitentes en la época de lluvias. Tiene dos barrancas con nombres propios, una la "Barranca de la Cofradía" en el límite este del Cerro y la otra la "Barranca Oscura" que va del centro al sur.

Geología. La formación del área (Demant et al, 1976) corresponde al Cenozoico Superior y está dominada por materiales extrusivos constituidos por roca basáltica, ceniza volcánica intemperizada, arenas, lapilli y conglomerados volcánicos; los piroclásticos más recientes se recibieron hacia 1943-1950 con la erupción del volcán Parícutín.

Clima. Según García 1981, el clima es (A)Cw o sea semicálido, subhúmedo con lluvias de verano; es una zona de transición entre los cálidos y los templados, quedando entre los más frescos de los primeros y los más cálidos de los segundos; la temperatura media anual oscila entre 18 y 22°C. El subtipo del área en estudio es (A)C(w₂)'(w)b(i)'g, que puede leerse como semicálido, con verano cálido, el más húmedo de los subhúmedos de verano con sequía intraestival (o canícula); con escasa precipitación invernal (inferior al 5% del total anual); la temperatura media del mes más caliente es inferior a 22°C, es isotermal con oscilación de 5 a 7°C entre el mes más caliente y el más frío del año; el mes más caliente es anterior al solsticio de verano, por lo que la marcha de temperatura es de tipo Ganges.

Vegetación. El bosque templado de coníferas es la asociación vegetal dominante, habiendo pino-encino, en la mayor superficie, sin embargo, en algunas cañadas encontramos el habitat adecuado para la implantación de bosque mesófilo de montaña.

La especie dominante es Pinus pringlei Shaw, la cual se encuentra asociada con P. douglasiana Martínez, P. pseudostrobus Lindl, P. oocarpa Schiede, P. michoacana var. cornuta Martínez, P. lawsonii Roehl, P. maximinoi Moore

y *P. montezumae* Lamb. El encino más frecuente es *Quercus obtusata* Humb et Bonpl, aunque también encontramos *Q. candicans* Nee, *Q. crassifolia* Humb et Bonpl, *Q. resinosa* Liebm y *Q. castanea* Nee.

MATERIALES Y METODOS

Fotointerpretación. Se usaron aerofotos verticales de escala 1:35,000 tomadas por DETENAL en 1978, se hizo la rodalización por cobertura (Moncayo 1970), se seleccionaron los puntos de apoyo y se hicieron las corroboraciones de campo necesarias.

Planimetría. Sobre plano topográfico 1:10,000 de DETENAL y con planímetro compensado tipo polar se midieron longitud y área de las cotas altimétricas (cada 50 m); también se realizó la planimetría para los 5 rangos de cobertura.

Suelos. Con base en la delimitación de rangos de cobertura de la fotointerpretación se seleccionó un transecto para el pre-muestreo, éste incluyó 11 perfiles; Las muestras de suelo se tomaron por horizontes y se analizaron en laboratorio: Usando los resultados de % de arena del horizonte A (por carecer de criterios establecidos para muestreos en áreas forestales, por ser la característica que determina el taxón tipo y porqué la partícula gruesa es la dominante en el área) se determinó el tamaño de muestra, con la confiabilidad del 90%. Se empleó para esto la siguiente fórmula:

$$\text{número de sitios} = \frac{(t \text{ tabular})^2 (\text{coeficiente de variación})^2}{(\% \text{ de error permitido})^2}$$

El número de perfiles requeridos resultó ser 8.16, así que el muestreo era representativo de la propiedad evaluada. Sin embargo, dado que se deseaban tener representadas las diversas coberturas y pendientes del área, se decidió ampliar el muestreo utilizando unidades fisiográficas parteaguas-talud-barranca, quedando así incluidos los 5 rangos de cobertura y "tipos texturales" del suelo. Al finalizar se tenían 23 perfiles cuya profundidad osciló entre 78 y 230 cm. Para la descripción morfológica se siguió la guía para descripción y muestreo de suelos forestales de Hernández y Sánchez, 1973.

El análisis de suelos comprende:

Textura (Bouyoucos, modificada por Villegas, 1978), densidad aparente (probeta), densidad real (picnómetro), color (Munsell), capacidad de campo, humedad aprovechable y punto de marchitez permanente (membrana de presión 0.3 - 15 atm), lámina de agua aprovechable (l.a.a. = % H A x D a x prof/100), espacio poroso, pH 1:2.5 (potenciómetro), materia orgánica (Walkley-Black), capacidad de intercambio catiónico total (CaCl₂-centrífuga), cationes intercambiables por acetato de amonio (Ca, Mg por versenato, y Na, K por flamómetro), % de saturación de bases (Σ cationes/CICT), fósforo (Bray₁), alófanos (Fieldes y Perrot, 1966), nitratos (Brucina), acidez extractable (Días Romén). Las técnicas de las pruebas químicas se tomaron de Jackson, 1964.

Los suelos fueron clasificados hasta fases usando para ello la 7a. aproximación. Con base en características morfológicas y de análisis se obtuvieron los perfiles modales. Conjuntando la información topográfica y de laboratorio se preparó la cartografía de suelos hasta el nivel de fases.

Caracterización forestal. Para cada perfil de suelos muestreado se hicieron mediciones forestales. La técnica para esto fue "sitio de dimensiones variables". Se tomaron datos de área basal (A.B.), coeficiente mórfico (C. M.) y altura total (A) con relascopio de Bitterlich; tiempo de paso (T.P.) y edad con taladro de Pressler; diámetro a la altura del pecho (D.A.P.) con cinta diamétrica; incremento corriente anual (I.C.A.) por el método rápido de Klepac (Klepac, 1976), cálculo volumen (V = A(AB)(CM)) incremento medio anual en altura (IMAA = altura/edad), incremento medio anual en diámetro (IMAD = diámetro/edad). El grado de cobertura se calculó por comparación directa con las tablas de espesura.

Construcción de fisiograma controlado. Se trazó la primer cuadrícula en papel milimétrico sobre la carta topográfica 1:10,000 publicada por DETENAL, la retícula fue 5 X 5 mm. (2,500 m²), se leyeron las altitudes de cada vértice, con los datos se preparó un listado ordenado por ejes cartesianos; mediante un programa de cómputo se hizo la transformación de coordenadas X, Y, Z a X', Y' (Gómez Tagle, 1982).

Con el listado de cómputo se construyó el fisiograma correspondiente.

Estadística. Se hizo la descripción estadística de los resultados del sustrato y la masa forestal con la finalidad de preparar la información para procesarla mediante computadora, por la técnica de regresión por pasos (stepwise).

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de la geoforma. De acuerdo a los resultados de la fotointerpretación, estudio de la topografía y observaciones sobre la geología del área tenemos que, en toda la superficie hay materiales volcánicos, tanto de origen local, como provenientes de la actividad volcánica de áreas cercanas. La superficie de la zona queda dis-tribuida en función de las cotas altimétricas de la siguiente manera:

Cota altimétrica	Longitud	Superficie
1650-----	15,400 m-----	301-50-00 ha
1700-----	15,300 m-----	112-60-00 ha
1750-----	17,300 m-----	211-66-00 ha
1800-----	14,500 m-----	328-40-00 ha
1850-----	21,700 m-----	270-60-00 ha
1900-----	17,500 m-----	195-80-00 ha
1950-----	14,900 m-----	169-00-00 ha
2000-----	13,200 m-----	162-60-00 ha
2050-----	12,900 m-----	170-50-00 ha
2100-----	11,200 m-----	119-90-00 ha
2150-----	7,800 m-----	82-70-00 ha
2200-----	5,500 m-----	48-10-00 ha
2250-----	2,500 m-----	24-40-00 ha
2300-----	900 m-----	2-40-00 ha

En el área se distinguen 3 geoformas (un volcán, una caldera y un pequeño domo) que se describen a continuación.

Volcán. En él los asentamientos humanos rebasan la cota 1650 en varios sitios; la mayor superficie forestal la encontramos entre los 1700 y 1900 msnm; las cotas superiores (1950 a 2300) son también forestales y representan una área menor. La topografía es sumamente abrupta, pues tenemos hacia todas las orientaciones barrancas, algunas de ellas muy profundas (con tiros hasta de 80 m); esto provoca que en las zonas desmontadas se produzca erosión fácilmente. Las pendientes observadas en los sitios muestreados oscilan entre 6 y 90%; su superficie total es de 2190 ha.

Domo volcánico. Aquí tenemos pendientes entre el 8 y el 60%; en el sur y sureste hay asentamientos humanos y es la zona más degradada por erosión; las áreas norte y noroeste (con pendientes menores) son forestales y están bien conservadas; su altitud va de 1660 a 1810 msnm. y su superficie es de 181 ha.

La caldera. Se encuentra entre los 1830 y 1870 msnm; es la zona de mayor pendiente (4 al 8%) y se encuentra ocupada por huertas de aguacate. Su forma es casi circular y su superficie es de 126 ha.

Suelos. Todos los perfiles estudiados pertenecen al sub

orden Andept del Orden Inceptisol; la clasificación de los suelos queda resumida en el cuadro 1. La descripción de las series se hizo de acuerdo a la proposición de Ortiz y Cuanalo, 1980.

Los suelos de la serie La Cruz, del subgrupo Distrandept típico son de color pardo muy oscuro a pardo rojizo oscuro (en húmedo) en los horizontes superficiales y de pardo oscuro a pardo rojizo oscuro en los subsuperficiales y profundos; son profundos (112 a 218 cm); sus texturas en general se sitúan como gruesas, predominando el tipo migajón arenoso, hay también arena migajón y franco; en el perfil típico tenemos:

A ₀₀	9.5	a	1.5 cm	Capa de hojarasca cruda.
A ₀	1.5	a	0 cm	Hojarasca en descomposición.
A ₁₁	0	a	21 cm	En húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); arena migajosa (76-18-6); estructura débilmente microgranular; muy porosa; 16.16% de H.A.; 7.6% de M.O., raíces abundantes (más de 12/dm ²); ácida con pH de 4.55; muy rica en alófanos; saturación de bases de 22.66%; es tenue y ondulada.
A ₁₂	21	a	49 cm	De color pardo oscuro (7.5YR3/4); migajón arenoso (71-21-4); débilmente microgranular; con 20% de H.A.; 2.6% de M.O.; 8 gruesas raíces por dm ² ; ácida (pH 5.4); muy rica en alófanos (4+); con baja saturación de bases (18.79%); con transición tenue y ondulada.
B ₁₁	49	a	99 cm	En húmedo es pardo oscuro (7.5YR3/4); migajón arenoso (57-39-4); estructura débilmente microgranular, presenta grava gruesa (3 a 5 cm Ø); numerosos poros irregulares; humedad aprovechable de 24.61%; materia orgánica mezclada (1.55%), raíces del estrato arbóreo (6/dm ²); ácida (pH 4.95); muy rica en alófanos; saturación de bases del 29.81%; la transición es tenue y ondulada.
B ₁₂	99	a	120 cm	El color en húmedo es pardo oscuro (7.5YR3/4); migajón arenoso (59-33-8); estructura poliédrica irregular débilmente desarrollada, presenta fragmentos de roca; la humedad aprovechable es de 25.75%; materia orgánica mezclada de 1.27%, escasas raíces (3/dm ²); ácida (pH 5.30); muy rica en alófanos (4+); con 38.07% de saturación de bases; transición al siguiente estrato es tenue y ondulada.
B ₁₃	120	a	170 cm	De color pardo oscuro (7.5YR3/4) en húmedo; migajón arenoso (58-30-12); estructura microgranular débilmente desarrollada, con fragmentos de roca; la humedad aprovechable es de 23.78%; con materia orgánica mezclada (1.13%), escasas raíces (3/dm ²); ácida (pH 5.45); muy rica en alófanos (4+); la saturación de bases es de 39.50%; transición al siguiente estrato es tenue y ondulada.
C	170	a	183 cm	De color pardo oscuro (7.5YR3/4) en húmedo; franco (48-32-20); estructura aterronada muy desarrollada, la roca basal fracturada es dominante; humedad aprovechable de 28.49%; materia orgánica mezclada de 0.99%, raíces muy escasas (1 o 2/dm ²); ácida (pH 5.20); rica en alófanos (3+); la saturación de bases es de 48.86%; el límite no fue observado por ser más profundo.

Interacciones entre árboles y sustrato. En este aspecto el trabajo está aún en proceso, hasta el momento se han obtenido los modelos de regresión para área basal, incremento medio anual y altura, a continuación se describen estos:

Área basal = $32.9142805 - \{.16153805 (\text{pendiente})\} + \{.68464001 (\text{M.O. ho A})\} - \{2.0799383 (\text{fósforo ho A})\} - \{.42987579 (\text{limo ho B})\} + \{.20722540 (\text{arena ho A})\} - \{.40630257 (\text{PMP ho A})\}$

Incremento Medio Anual = $9.0152501 - \{.05835505 (\text{pendiente})\} - \{1.0909834 (\text{fósforo ho A})\} - \{.13374129 (\text{lámina de agua aprovechable total})\} + \{.0450941 (\text{arena ho B})\} - \{6.2805504 (\text{D.r. ho B})\} + \{.003192256 (\text{exposición})\} - \{0.24410519 (\text{M.O. ho A})\} + \{3.6264803 (\text{D.a. ho B})\} + \{.67545975 (\text{M.O. ho B})\}$

Altura = $19.591336 + \{1.1481793 (\text{calcio ho B})\} - \{.06861172 (\text{prof. efectiva})\} - \{.13097551 (\text{arcilla ho B})\} - \{1.4854032 (\text{potasio ho B})\} + \{.16036880 (\text{limo ho A})\}$. Cuadro 2.

Como puede observarse en los modelos obtenidos, la textura es una de las características más importantes, ya que aparece en los 3 modelos mencionados habiendo una relación clara y directa entre el aumento del tamaño de partícula y el mejor crecimiento de la masa; posiblemente esto se deba a la necesidad de aireación de las raíces y a la menor adsorción de humedad en la partícula. La mejor adaptación a la partícula gruesa puede verse también en el efecto que causa la densidad en el desarrollo del arbolado.

La pendiente es otra característica decisiva y su relación es inversa respecto al desarrollo de la masa forestal.

En cuanto a las pruebas químicas involucradas tenemos que la disponibilidad de calcio y materia orgánica muestran una relación directa con la altura, el área basal y el incremento medio anual; la relación inversa de la materia orgánica del horizonte A respecto al IMA, podría deberse al aumento de acidez que esto provoca. Por lo que toca a

la relación inversa que tienen el fósforo y el potasio, esto nos sugiere que el mayor incremento en biomasa forestal implica una mayor asimilación de nutrientes y por lo tanto una menor acumulación de éstos en el suelo.

La profundidad efectiva y la lámina de agua aprovechable total muestran una relación inversa con la altura y el IMA respectivamente, esto puede deberse a que en la zona estudiada el aumento de estas dos características del suelo son dependientes del aumento de partícula fina, la cual tiene un efecto de retraso en el desarrollo de los pinos.

La exposición noroeste presenta los mejores incrementos medios anuales, esto puede deberse tanto a mayor insolación como a la dirección de los vientos cargados de humedad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología seguida es útil para diferenciar cuáles son las características del sustrato que determinan las mejores condiciones del arbolado.

La mayor pendiente en la zona sur del cerro ha provocado pérdida de suelo, por lo cual aparecen capas de arcilla que corresponden a los suelos enterrados en las áreas mejor conservadas; esto hace que se presente heterogeneidad en los tipos de suelo del cerro. Las series Cupatitzio y La Cruz se localizan en las superficies más conservadas y la serie Charanda se encuentra en áreas en proceso de degradación.

Respecto a la Serie Charanda encontramos suelos con horizontes superiores de pardo rojizo oscuro a pardo oscuro (en húmedo) y en los inferiores de pardo rojizo a pardo intenso; con superficiales (25 cm) a profundos (95 cm); sus texturas en general presentan partículas medias a gruesas en el horizonte A (migajón arenoso), y finas para el horizonte B (migajón arcilloso); los subsuelos arcillosos son característica de la serie. En el perfil típico tenemos:

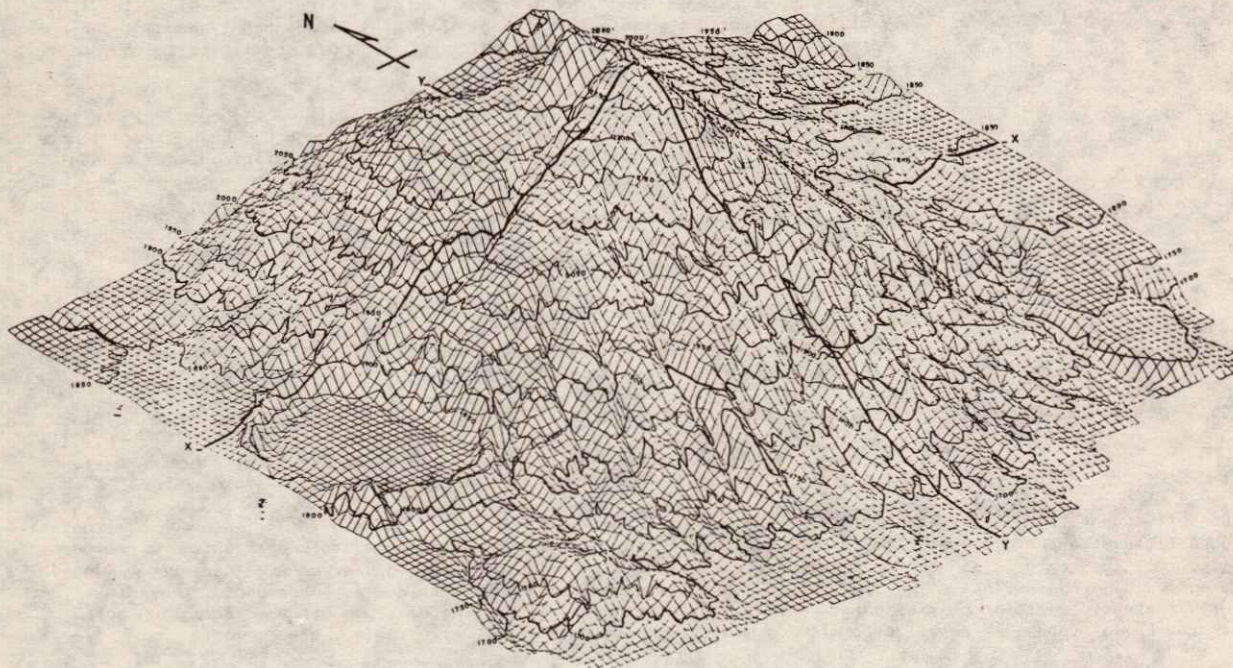
Aoo	1	a	0	cm	Hojarasca acicular cruda.
A ₁	0	a	7	cm	Capa de color café oscuro (7.5YR3/4); de textura franco (50-40-10); ácida (pH 5.8); con estructura migajosa; H.A. del 15-89%; 3.24% de M.O.; abundante en poros muy finos; desaturada (18.67%); rica en alófanos; con límite tenue y ondulado.
B ₁	7	a	40	cm	En húmedo es pardo rojizo (5YR4/4); tipo migajón arcilloso (36-34-30); aterronada; H.A. de 14.43%; ligeramente ácida (6.50); 1.15% de M.O.; baja saturación de bases (27.07%); media en alófanos (2+); con límite de transición tenue y ondulado.
B ₂	40	a	71	cm	En húmedo es pardo medio (7.5YR4/4); tipo migajón arcilloso (32-36-32); masiva muy compactada (4.5 kg/cm ²); con 15.34% de H.A.; ligeramente ácida (6.55); 0.45% de M.O.; con baja saturación de bases (35.38%); con límite difuso.
C ₁	71	a	93	cm	Es una capa que en húmedo tiene color pardo amarillento oscuro (10YR4/4); tipo migajón arcilloso (30-38-32); estructura masiva muy compactada (4.5 kg/cm ²); 32.32% de H.A.; es pobre en alófanos (2+); ácida (6.0); con 0.49% de M.O.; con baja saturación de bases (28.95%); con límite difuso.
C ₂	93	a	140	cm	Capa pardo amarillento oscuro en húmedo (10YR4/4); textura migajón arcillosa (32-40-28); estructura masiva, muy compacta (4.5 kg/cm ²); con 15.93% de H.A.; ligeramente ácida (6.5); con baja saturación de bases (21.61%); pobre en alófanos (2+); con 0.43% de M.O.; el límite no se aplicó por ser más profundo.

La Serie Cupatitzio (Gómez Tagle, 1982) tiene como característica "presentar color pardo grisáceo en horizontes superficiales a pardo grisáceo muy oscuro en subsuperficiales, son moderadamente profundos (60 cm) a profundos (180 cm), sus texturas en general se sitúan como gruesos presentándose los tipos arena migajosa, arena y migajón arenoso, sin embargo, entre los 180 y 200 cm aparece un horizonte enterrado que aunque arenoso, presenta un gran contraste en color pues es pardo amarillento, esto denota el pertenecer a una etapa de formación anterior". En las capas del perfil tipo migajón arenoso, encontrado en el Cerro de la Cruz tenemos:

Aoo	6.5	a	2	cm	Hojarasca cruda.
Ao	2	a	0	cm	Hojarasca en descomposición.
A ₁₁	0	a	2.5	cm	En húmedo es negro (10YR2/2); con textura migajón arenoso (60-29-11); de estructura débilmente microgranular; con 18.12% de H.A.; ácida (5.25); con 11.21% de M.O.; 47.16% de saturación de bases; rica en alófanos; con límite abrupto horizontal.
A ₁₂	2.5	a	14	cm	En húmedo pardo rojizo (5YR3/4); con textura de migajón arenoso (62-30-8); estructura débilmente microgranular; con 19.77% de H.A.; ácida (5.0); con 5.37% de M.O.; 22.11% de saturación de bases; rica en alófanos; con límite difuso.
B ₁₁	14	a	28	cm	En húmedo es pardo oscuro (7.5YR3/4); tipo migajón arenoso (72-23-5); friable; 19.58% de H.A.; ácida (5.0); con 1.26% de M.O.; 19.37% de saturación de bases; muy rica en alófanos; con límite abrupto y fuertemente ondulado.

C ₁₁	28	a	58 cm	En húmedo es pardo oscuro (7.5YR3/4); con textura de arena migajosa (81-15-4) friable; con 16.89% de H.A.; ácida (5.2); con 0.03% de materia orgánica; 13.66% de saturación de bases; rica en alófanos; con límite tenue ondulado.
C ₁₂	58	a	85 cm	En húmedo es pardo rojizo oscuro (5YR3/2); arenoso (90-5-5); friable; con 6.12 % de H.A.; ácido (5.05); sin M.O. (0.03%); 5.37% de saturación de bases; pobre en alófanos; límite abrupto ondulado.
IIB ₁₁	85	a	96 cm	En húmedo es pardo oscuro (7.5YR3/4); granular; con 17.26% de H.A.; ácida (5.7) ; con 0.12% de M.O.; 53.26% de saturación de bases; pobre en alófanos; con límite difuso.
IIB ₂₁	96	a	100 cm	En húmedo es pardo oscuro (7.5YR3/4); con textura de arcilla (29-28-43); estructura masiva muy compacta (> de 4.5 kg/cm ²); con 22% de H.A.; ácida (5.9); con 70.30% de saturación de bases; pobre en alófanos; con 0.09% de M.O.; con límite difuso.
IIB ₂₂	100	a	115 cm	En húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); arcilloso (29-19-52); masiva; con 15.80% de humedad aprovechable; ácida (4.65); con 0.05% de M.O.; 60.61% de saturación de bases; pobre en alófanos; el límite no fue observado por ser más profundo.

La distribución de los tipos de suelos se puede apreciar en el fisiograma correspondiente.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES
CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE OCCTE.

CERRO DE LA CRUZ
Uruapan, Michoacán.

Fisiograma:
COTAS ALTIMÉTRICAS

Redicula de 50x50 m = 2500 m²

Cuadro 1. Taxonomía de suelos propuesta para el Cerro de la Cruz.

Orden	Suborden	Gran Grupo	Sub-grupo	Familia	Serie	Tipo	Fase
Inceptisol	Andept	Dystrandept	Typic Dystrandept	Arenoso medio a fino, en capas, ácido, alofánico, iso térmico	La Cruz	Mig. arenoso	Profunda
			Oxic Dystrandept	Arcilloso, en capas, ácido, iso térmico	Charanda	Mig. arenoso	Superficial
						Mig. arcilloso	Profunda
						Franco	Erosionada
		Vitrandept	Umbric Vitrandept	Arenoso, en capas, ácido alofánico, iso térmico	Cupatitzio	Mig. arenoso	Profunda
							Superficial

El fisiograma denota claramente la perturbación del ecosistema debido al hombre, pues los asentamientos humanos se localizan en las partes bajas del cerro.

Se sugiere la utilización de fisiogramas controlados para los estudios en superficies forestales por la objetividad en la integración de los factores del ecosistema.

Es recomendable hacer este tipo de estudios en otras zonas para validar modelos de predicción de "productividad forestal" basados en el sustrato pues, hasta el momento, las características de éste que presentan los más altos coeficientes de correlación con las condiciones del arbolado implican técnicas poco complejas y aplicables aún a las áreas totalmente desmontadas.

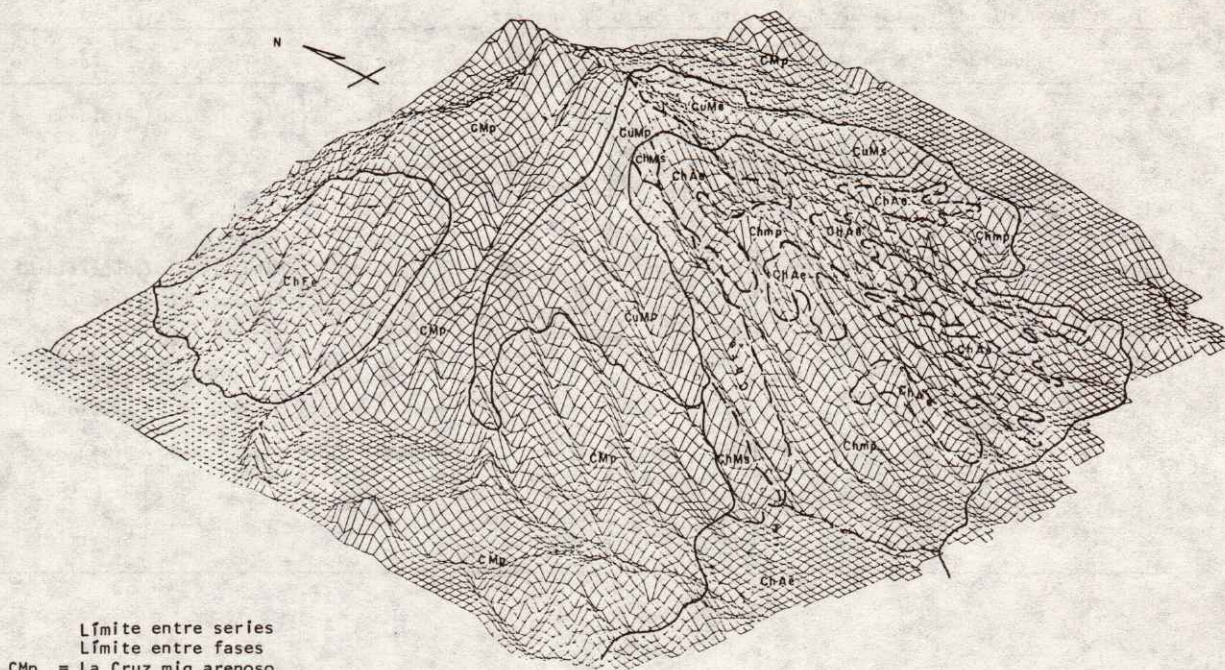
Cuadro 2. Coeficientes y estadísticos de los modelos

	Area basal	Altura	Incremento medio anual
Coefficiente de regresión (R)	.97491	.92735	.99343
R ²	.95045	.85997	.98691
Desviación estandar	1.78545	2.06028	.31831
Coefficiente variación en %	11.082	12.179	7.785

Análisis de varianza

Variable dependiente	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada
Area basal	Regresión	6	672.71163	112.11860	35.17080**
	Residual	11	35.06615	3.18783	
	total	17	707.77778		
Altura total	Regresión	5	312.82808	62.56562	14.73955**
	Residual	12	50.93692	4.24474	
	Total	17	363.76500		
Incremento medio anual	Regresión	9	61.01302	6.78922	67.0083 **
	Residual	8	0.81056	0.10132	
	Total	17	61.91358		

** Altamente significativo (99%)



- Límite entre series
Límite entre fases
- CMp = La Cruz mig.arenoso profundo
ChMs = Charanda mig.arenoso superficial
Chmp = Charanda mig.arenoso profundo
ChFe = Charanda franco arenoso
ChAe = Charanda arcilla erosionada
CuMp = Cupatitzio mig.arenoso profundo
CuMs = Cupatitzio mig.arenoso superficial

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES
CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE OCCTE.

CERRO DE LA CRUZ
Uruapan, Michoacán.

Fisiograma:
GEOFORMA: TIPO DE SUELO

Retículo de 50 x 50 m = 2500 m²

BIBLIOGRAFIA

- Arteaga M.B. y Etchevers, B.J. 1982. Influencia del suelo y las características fisiográficas en el crecimiento de *Pinus radiata*. Resumen del XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. CENAPRO. México, Pág. 81.
- Castañón, M.L.J. 1962. Evaluación de la calidad de estación de *Pinus patula* en el norte de Oaxaca. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. No. 2. México. 32 pp.
- Coile, T.S. 1952. Soil and growth of Forests. In: *Advances in Agronomy IV*; Am.Soc.of Agr. Wisconsin; 329-398 pp.
- Daniel, T.W., Helms, J.A. y Backer, F.S.-1982. Principios de silvicultura. Mc.Graw-Hill, México; 492 pp.
- Demant, A. et al. 1976. El eje neovolcánico transmexicano. III Congr. Lat. Geol., Excursión No. 4. Inst. de Geología UNAM. México. 26 pp.
- Díaz R.R. y Hunter, A. 1977. Manual de laboratorio del CATIE. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 22-25 p.
- García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Laríos, S.A. México. 252 pp.
- Gómez Tagle, R.A. 1982. Levantamiento de suelos forestales del Campo Experimental Forestal Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Mich. Resumen del XV Congr. Nal. de la Ciencia del Suelo. CENAPRO, México; pág. 20.
- Hernández, S.R. y Sánchez, C.J. 1973. Guía para la descripción y muestreo de suelos en áreas forestales. Bol. Téc. Inst. Nal. Invest. Forestales No. 32. México; 87 pp.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. 662 pp.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Universidad Autónoma Chapingo, México. 365 pp.
- Moncayo, R.F. et al. 1970. Manual para uso de fotografías aéreas en dasonomía. Dir. Gral. Inv. Nal. For. No. 16, México; 119 pp.
- Orantes, G.F. y Musalem, M.A. 1982. Determinación de la calidad de estación de *Pinus hartwegii* en Zoquiapan, México. Bol. Inst. Nal. Invest. For. No. 35, México; 3-20 págs.
- Ortiz, S.C. y Cuanalo de la C. H. 1976. Levantamiento de suelos de la cuenca de Chalco. C.P. Chapingo, México; 71 pp.

EFFECTO DE CINCO METODOS DE LABRANZA Y TRES METODOS DE SIEMBRA EN EL USO EFICIENTE DEL AGUA Y EL RENDIMIENTO DEL SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) PARA GRANO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA ZONA NORTE DE TAMAULIPAS*

SALINAS GARCIA J. R. *

RESUMEN

De 1979 a 1982 se realizó un estudio sobre la respuesta del sorgo de temporal a diferentes métodos de labranza y siembra en la zona norte del estado de Tamaulipas. Los métodos de labranza consistieron en arado a 20 cm de profundidad, arado a 35 cm, subsoleo a 30 cm, subsoleo a 40 cm y rastra y cruza, el cual es el método tradicional. Los métodos de siembra consistieron en cama melonera 160-40 cm (en 1979 y 1980), doble surco 80-10 cm (en 1981 y 1982), surcos estrechos a 40 cm y la tradicional a 80 cm. Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones; en la parcela grande se ubicó al tratamiento de labranza.

Las principales conclusiones del estudio son las siguientes: 1) Los métodos de labranza profunda incrementan la infiltración, captación y almacenamiento del agua de lluvia y el rendimiento. 2) Los métodos de labranza profunda deben de efectuarse antes del período de lluvias. 3) La siembra en camas meloneras se asoció con bajos rendimientos y dificultad para el combate de malezas. 4) En años con abundante precipitación, los métodos de siembra tradicional, surcos estrechos y doble surco no presentan diferencias en rendimiento, en años secos el método tradicional se asocia con rendimientos más bajos. 5) El método de siembra en surcos estrechos aventaja al tradicional en rendimientos, menor costo, uso más eficiente de la humedad y facilita la cosecha mecánica.

ABSTRACT

A study was carried out from 1979 to 1982 on the response of rainfed sorghum to different tillage and planting methods. The tillage methods consisted of deep and shallow plowing, deep and shallow subsoiling, and the traditional method of plowing. The planting methods consisted of double rows, narrow rows, broadcasting in stripes and the traditional. A split plot design on randomized blocks with four replications was used, the tillage treatment being assigned to the large plot.

The main conclusions were: 1) the deep tillage methods were associated with better infiltration, catching and storage of rainfall and higher yields, 2) such deep methods have to be established before the onset of the rainy season, 3) the broadcasting in stripes planting method showed lower yield and problems for weeds control, 4) on wet years the rest of the planting methods did not show yield, 5) the planting method on narrow rows showed higher yields, lower cost, better use of soil moisture and easier mechanical harvest than the traditional planting method.

INTRODUCCION

En el norte de Tamaulipas se encuentran dedicadas a la agricultura de temporal aproximadamente 510 mil ha, de las cuales el 90% se siembran con sorgo, siguiendo el patrón de cultivo sorgo (0-1)- Descanso (P-V). En esta área es común tener pérdidas económicas debido a que no se cuenta con una tecnología de producción propia para la agricultura de temporal, que considere las características climatológicas y de suelo de esta región, ya que se ha adaptado en su mayor parte la información generada para la agricultura de riego de los distritos 25 y 26. Aunado a lo anterior, el 70% de la precipitación anual (600 mm) se distribuye en 4 o 5 tormentas en los meses de agosto a octubre, teniendo bajo estas circunstancias bajas eficiencias de captación y almacenamiento de humedad en el perfil del suelo. Tomando en cuenta lo anterior se deben dedicar esfuerzos para evaluar el efecto

de los métodos de labranza en la captación y almacén del agua de lluvia y el efecto de los métodos de siembra en el uso eficiente de la misma, ya que el cultivo depende principalmente de esta reserva de humedad, debido a que la precipitación recibida durante el ciclo de desarrollo (30% de la precipitación anual) no es suficiente para satisfacer las necesidades hídricas de la planta. Dicha información sería de gran utilidad para los agricultores en la región de temporal, ya que para cada combinación de condiciones climáticas y humedad del suelo debe haber un óptimo manejo de suelo y planta. Excepto por coincidencia nunca será posible tener la combinación exacta, debido a que las condiciones climatológicas no pueden ser pronosticadas con precisión. Sin embargo, datos experimentales de la respuesta del cultivo de sorgo a la combinación de métodos de siembra y humedad del suelo captada por los diferentes métodos de labranza será de gran ayuda para reducir los riesgos e incrementar los rendimientos del área de temporal.

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

* Investigador del CAERIB, INIA-SARH.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El objetivo primario en la investigación de métodos de labranza es definir las condiciones físicas del suelo de seables para el buen desarrollo de las plantas en todas las etapas de crecimiento con una efectiva infiltración, conservación y utilización de agua del suelo y luego crear estas condiciones con los implementos agrícolas de la labranza (Dule, 1939).

Burwell y Larson (1969) enfatizan que condiciones físicas del suelo superficial que favorezcan la rápida infiltración del agua de lluvia son necesarias para las áreas de temporal en donde la conservación del agua y el control de la erosión son los problemas principales. Burwell et al. (1968) indicaron que las prácticas de labranza tradicionalmente usadas en la preparación de la cama de siembra de los cultivos de surcos, frecuentemente creaban condiciones físicas del suelo, que restringían la infiltración del agua, durante las primeras etapas de crecimiento. Van Doren (1965) observó que el uso excesivo de labranza disminuye generalmente el residuo vegetal de cosecha y pulveriza la capa superficial del suelo; tales condiciones usualmente reducen la infiltración del agua y causan que la superficie del suelo sea más susceptible a la erosión ocasionada por el aire y agua. Además, cada operación de labranza aumenta el costo de producción en donde la agricultura está mecanizada; por lo tanto, un error común es el uso excesivo de labranza.

Burwell et al. (1966) observaron que las capas compactas y planas de la superficie del suelo impedían la penetración del agua de lluvia. Ellos también establecieron que el objetivo principal de la investigación sobre el manejo del suelo en las regiones de temporal era la identificación de prácticas de labranza que crearan y mantuvieran el suelo superficial en condiciones favorables de estructura para una infiltración del agua. Wisniewski (1959) propuso que la selección de métodos de labranza que permitieran una buena infiltración durante el período de verano a invierno antes de la siembra requería del conocimiento de la alteración del suelo superficial causada por varios métodos de labranza, en combinación con factores como precipitación pluvial. Finalmente Burwell et al. (1968) y Burwell y Larson (1969) mostraron que el sub suelo y el arado (labranza que produce superficies terrosas y ásperas) infiltraban por lo menos un 50% más de agua de lluvia que las superficiales no subsoladas o aradas (planas y pulverizadas) hasta antes de ocurrir el escurrimiento.

MÉTODOS DE SIEMBRA

Es del conocimiento general que los métodos de siembra (configuración y espaciamento de surcos) afectan el ren-

dimiento de los cultivos agrícolas. Como resultado de esto, en los últimos años se le ha dado considerable atención al estrechamiento de los surcos del sorgo para incrementar la producción.

Brown y Shrader (1959) y Stickler (1964) indicaron que con suficiente humedad en el suelo, el sorgo sembrado en surcos estrechos produjo más que el sembrado en surcos anchos y que bajo condiciones de humedad limitada, el sorgo sembrado en surcos estrechos usaba más eficientemente la humedad, que el sembrado en surcos anchos. Mitchell (1970), al reducir la distancia entre surcos de la mayoría de los cultivos, encontró un incremento en el rendimiento y sugirió que el uso de surcos estrechos reducía la evaporación del agua del suelo e incrementaba la infiltración del agua de lluvia. Laude (1955), sembrando sorgo en Manhattan, Kansas, E.U.A., en surcos de 51 y 102 cm de separación, encontró ciertas ventajas con el uso de surcos más estrechos, tales como incrementar los rendimientos unitarios, evitar el cultivar o solo sembrar después de la siembra y prescindir del uso de los bordeadores.

Por otra parte, Adams et al. (1976) al sembrar sorgo en Temple, Texas, E.U.A. en condiciones de temporal, encontraron que el sorgo sembrado en surcos estrechos (a 50 cm) producían más que el sembrado en forma tradicional (100 cm) cuando las malas hierbas eran controladas y con la misma densidad de población (194 mil plantas por ha). Además Adams et al. (1978) concluyeron que esto se debía a que el follaje del sorgo sembrado en surcos estrechos producía una rápida y mayor cubierta vegetal, interceptando más rayos del sol, lo cual reducía la evaporación del agua del suelo. También este follaje interceptaba aproximadamente 12% más de radiación fotosintética, lo que permitía incrementar la fotosíntesis en un 11.6% y la producción de azúcares. Finalmente Brown y Shrader (1959) en Hays, Kansas, encontraron que los espaciamentos de surcos óptimos bajo condiciones moderadas de temporal fueron 25.4 cm a 50.8 cm y que bajo condiciones extremas de sequía fueron de 101.6 cm.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Sub-Estación Agrícola Experimental "El Canelo", municipio de San Fernando, Tamaulipas, bajo condiciones de temporal durante los años 1979 a 1982. Se utilizó el diseño experimental de

parcelas divididas con distribución de bloques al azar en cuatro repeticiones. La parcela grande comprendió a cinco métodos de labranza y la parcela chica a tres métodos de siembra.

Cuadro 1. Cantidad y distribución de la precipitación anual para los años 1979 a 1982 en el área de la sub-estación experimental "El Canelo" San Fernando, Tamaulipas.

Años	Período de descanso jul - ene)	Durante el ciclo de crecimiento					Ciclo de crecimiento (feb a jun)	anual
		feb.	mar.	abr.	may.	jun.		
cm								
1978-1979	71.4	3.0	0.0	11.9	0.0	0.0	14.9	86.3
1979-1980	78.2	4.8	0.0	0.0	5.1	0.8	10.7	88.9
1980-1981	71.9	2.0	4.6	6.3	7.4	14.7	35.0	106.9
1981-1982	46.5	5.3	1.0	5.0	12.7	0.0	24.0	70.5
X 4 años	67.0	3.8	1.4	5.8	6.3	3.9	21.1	88.1
X 50 años*	40.6	3.4	2.1	3.8	7.6	6.0	22.9	63.5

* Datos tomados de la Estación Meteorológica La Piedad, Municipio de San Fernando, Tamps.

A. Métodos de labranza (parcela grande)

- a₁ Arado a 20 cm de profundidad
- a₂ Arado a 35 cm de profundidad
- a₃ Subsuelo a 30 cm de profundidad
- a₄ Subsuelo a 40 cm de profundidad
- a₅ Rastra y cruza (Método tradicional).

B. Métodos de siembra (parcela chica)

- b₁ Tradicional a 80 cm de separación con bordeadores
- b₂ Cama melonera 160-40 cm (los años 1979 y 1980)
- b₃ Doble surco 80-10 cm (los años 1981 y 1982)
- b₄ Surcos estrechos a 40 cm de separación sin bordeadores.

La labranza primaria en todos los tratamientos se efectuó después de la cosecha (julio). Después de permitir varios meses para el almacenamiento de humedad, se realizó la labranza secundaria que consistió en dos pasos de

labranza sobre la infiltración, captación y almacenamiento de agua, así como el efecto sobre el rendimiento del sorgo. También se discutirá el efecto de los métodos de siembra sobre el uso eficiente del agua y el rendimiento, por lo que se tomaron datos de precipitación durante el período de estudio y éstas se presentan en el Cuadro 1.

EFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA SOBRE LA INFILTRACION

Los resultados de la infiltración acumulada se presentan en la Figura 1. El efecto de los métodos de labranza en la infiltración del agua fue significativo (5%) y esto pudo haber sido causado por la directa manipulación física del suelo, la ruptura de las capas impermeables del subsuelo y la creación de superficies ásperas y terronosas por los métodos de labranza profunda (subsuelo 40 cm y arado 35 cm), que tuvieron las infiltraciones más altas cuando se compararon con los métodos de labranza superficial (rastra y cruza).

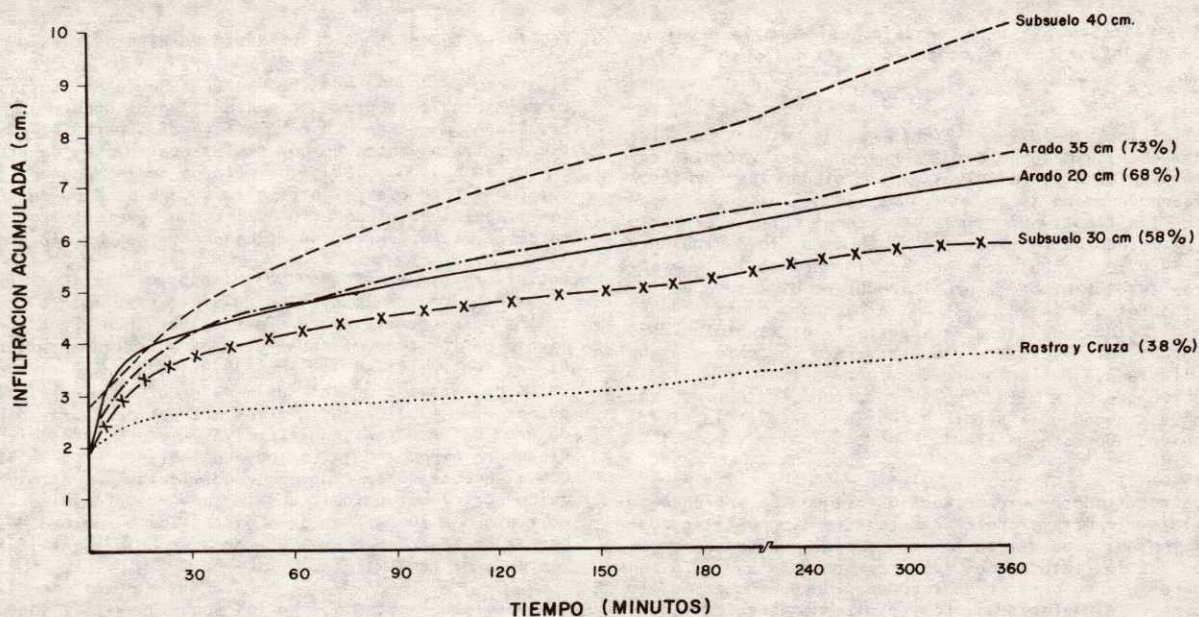


FIG. 1 EFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA EN LA INFILTRACION EN LA SUBESTACION EXPERIMENTAL EL CANELO, 1981.

rastra derecha para controlar maleza y arropar humedad. La siembra se efectuó generalmente a principios del mes de febrero. Cada tratamiento se cosechó manualmente al llegar a la madurez. El tamaño de la parcela unitaria fue de 22 m de largo y 4.8 m de ancho.

Se tomaron muestras de humedad del suelo al momento de la preparación de la cama de siembra, en la siembra, en la floración y en la cosecha para determinar la eficiencia de captación y almacenamiento de agua en el perfil del suelo por los métodos de labranza y la eficiencia del uso del agua por las plantas en los diferentes métodos de siembra. Además se tomaron datos de infiltración del agua en el suelo usando el método del doble anillo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se discutirá por separado los efectos de los métodos de

En general, estos resultados concuerdan con los presentados por Burwell *et al.* (1968) y Burwell y Larson (1969) quienes encontraron que el subsuelo y la rotura profunda producían condiciones ásperas y terronosas en la capa superficial del suelo y rompían las capas impermeables del subsuelo, causando por lo tanto infiltraciones mayores que los métodos de labranza superficiales que producían condiciones planas y pulverizadas en la capa superficial del suelo.

EFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA EN LA CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE HUMEDAD

Se tomaron muestras de humedad en el perfil del suelo (120 cm de profundidad) durante el período de descanso (julio-febrero) en los años 1979 a 1982, a fin de determinar la eficiencia de captación y almacenamiento de agua por los diferentes métodos de labranza. Los resultados de almacenamiento de humedad en centímetros y la efi

Cuadro 2. Efecto de los métodos de labranza en la captación de agua y en la eficiencia de almacenamiento durante el período de descanso (julio-febrero) en la sub-estación experimental "El Canelo".

Método de Labranza.	AÑOS DE PRUEBA								Promedio A(cm)E(%)	
	(jul - feb)		(oct - feb)		(jul - mar)		(ago - mar)			
	1978 - 1979	1979 - 1980	1979 - 1980	1980 - 1981	1980 - 1981	1981 - 1982	1981 - 1982	1981 - 1982		
	A(cm) E (%)	A(cm) E (%)	A(cm) E (%)	A(cm) E (%)	A(cm) E (%)	A(cm) E (%)	A(cm) E (%)			
Rastra y cruza	47.6* 66.8**	56.0a 71.6	56.6a 78.7	46.2b 89.2	51.6	75.5				
Arado 20 cm		56.7a 72.5	57.3a 79.7	48.0a 92.7	54.0	79.0				
Arado 35 cm	51.1a 71.6	54.0b 69.0	57.8a 80.4	47.3a 91.3	52.5	76.8				
Subsuelo 30 cm	49.2a 68.9	56.4a 72.1	57.0a 79.3	48.3a 93.2	57.2	77.1				
Subsuelo 40 cm		55.2a 70.6	57.5a 80.1	47.3a 91.3	53.3	78.0				
Precipitación	71.4	78.2	71.9	51.8	68.3					

* Valores entre años seguidos por la misma letra son significativamente iguales al nivel de 5% usando Duncan.

** Eficiencia de almacén = $\frac{\text{Agua almacenada}}{\text{Precip. recibida}}$

ciencia de captación en porcentaje, así como la precipitación recibida durante los períodos de descanso se presentan en el Cuadro 2.

En el ciclo 1978-1979, el efecto de los métodos de labranza en el almacenamiento de humedad fue estadísticamente significativo al nivel de 5%, siendo los métodos de labranza arado 35 cm y subsuelo 30 cm los que almacenaron significativamente más agua en el perfil del suelo que el método de rastra y cruza. En el ciclo siguiente 1979-1980 los trabajos de preparación del suelo se efectuaron tarde (octubre), propiciando que el método de labranza profunda (arado a 35 cm) almacenara menos agua que los métodos de labranza superficiales (subsuelo a 30 cm, arado 20 cm y rastra y cruza). Esto se debió a que las lluvias ya habían ocurrido y por lo tanto el efecto benéfico de este método no se aprovechó, ya que en vez de captar humedad la perdió al abrir y aflojar la tierra exponiendo de esta manera la humedad al aire y al sol.

Estos resultados sugieren que los métodos de labranza superficial (rastra y cruza) reducen efectivamente la evaporación del agua del perfil del suelo, cuando se compararon con los métodos de labranza profunda y por lo tanto deben usarse para arropar humedad después que las lluvias hayan sido captadas. Los resultados anteriores concuerdan con los de Lemon (1956) que enfatizó que los métodos de labranza superficial podrían algunas veces inhibir la evaporación del agua del suelo, esencialmente creando condiciones físicas del suelo superficial (10 cm de profundidad) que rompen la continuidad del fluido de los líquidos, a través de ésta, forzando de esta manera que el agua se mueva más despacio en forma de vapor, a través de esta barrera difusional. Posteriormente en el ciclo 1980-1981 el efecto de los métodos de labranza en el almacenamiento de agua en el perfil del suelo fue nulo, debido a que el terreno donde se localizó el experimento, permaneció inundado durante los meses de diciembre y enero, provocando que todos los tratamientos fueran estadísticamente iguales. Finalmente en el ciclo 1981-1982, el efecto de los métodos de labranza en el almacenamiento de humedad, fue estadísticamente significativo al nivel de 5%, siendo los métodos de labranza arado a 20 y 35 cm y subsuelo a 30 y 40 cm de profundidad los que almacenaron más agua al compararlos con el método de labranza rastra y cruza que almacenó menos agua; esto era de esperar, ya que este tratamiento había mostrado los valores más bajos en las pruebas de infiltración de agua en el suelo (Figura 1). En general, los resultados obtenidos en los ciclos de 1978-1979 y 1981-1982, concuerdan con los encontrados por Burwell et al. (1968) y Burwell y Larson (1969) quienes publicaron resultados similares.

EFFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA EN EL RENDIMIENTO

El efecto de los métodos de labranza sobre el rendimiento del sorgo para grano se presenta en el Cuadro 3. Los resultados muestran que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en dos de los cuatro años de prueba. En los años 1980 y 1981, los métodos de labranza no produjeron diferencias significativas, debido a que en 1980 los trabajos de preparación del suelo se efectuaron fuera de fecha (octubre), anulando así su posible efecto.

Posteriormente en el año 1981, las precipitaciones excesivas ocasionaron inundación del lote experimental durante los meses de diciembre y enero, causando que el rendimiento de los tratamientos fuera estadísticamente igual. Por el contrario, en los años 1979-1982, cuando los trabajos de preparación del suelo se efectuaron en el tiempo adecuado (julio-agosto), los métodos de labranza produjeron diferencias significativas en el rendimiento, siendo en ambos años el método de labranza arado a 35 cm con el que se obtuvieron los rendimientos más altos, seguido por el método del subsuelo a 40 cm, subsuelo a 30 cm y arado a 20 cm. Por otra parte, con el método de labranza de rastra y cruza, el sorgo produjo significativamente menor rendimiento.

Los resultados obtenidos en los años 1979-1982, concuerdan con los reportados por Campbell (1974) quien encontró que los métodos de arado y subsuelo rompían las capas impermeables del subsuelo, incrementaban la infiltración del agua y la penetración de las raíces en el perfil del suelo. Consecuentemente, la mayor penetración de las raíces permitía que las plantas extrajeran agua de un mayor volumen de tierra, lo que reducía el estrés de las plantas a sequía y por lo tanto, el rendimiento se incrementaba. Además estos resultados son apoyados por los encontrados en las pruebas de infiltración, efectuadas en este trabajo (Figura 1) en donde se puede ver que con los métodos de labranza arado a 35 cm y subsuelo a 40 cm, se infiltró más agua en un tiempo menor, lo que permitió que estos métodos almacenaran más agua en el perfil del suelo (Cuadro 1), y por lo tanto tuvieron un mejor rendimiento.

EFFECTO DE LOS METODOS DE SIEMBRA EN LA EVAPOTRANSPIRACION Y EN LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA POR EL SORGO

Los datos del agua evapotranspirada en los diferentes métodos de siembra en los años 1980 y 1982, a través del ciclo de crecimiento se presentan en los Cuadros 4 y 5. Tales valores fueron obtenidos por la diferencia de humedad en el perfil del suelo (120 cm de profundidad) al momento de la siembra, floración y cosecha. A pesar de que

Las diferencias en la evapotranspiración de agua no fueron estadísticamente significativas, el método de siembra de surcos estrechos (a 40 cm de separación) mostró una tendencia a usar menos agua que el método de siembra tradicional (80 cm de separación) durante el segundo período de desarrollo (mayo a julio), teniendo como consecuencia una menor evapotranspiración del agua del suelo durante el ciclo total de desarrollo. Esto se debió a que este método estableció una temprana y completa cobertura de la superficie del suelo, por el follaje de las plantas, lo que evitó que los rayos del sol penetraran a la superficie del suelo, disminuyendo consecuentemente la evaporación del agua del suelo en ambos años.

Finalmente, haciendo uso de los datos de la evapotranspiración total (uso consuntivo) y los datos de rendimiento de grano, se calculó la eficiencia del uso del agua (kg de grano producidos por centímetro de agua usada) en los diferentes métodos de siembra. Estos datos indicaron que el método de siembra surcos estrechos, produjo más kilogramos de grano por centímetro de agua usada y por lo tanto el agua se utilizó más eficientemente que el método tradicional de siembra (Cuadro 6). Estos resultados son apoyados por los encontrados por Brown y Shrader (1959) y Stickler (1964) quienes indicaron que con suficiente humedad en el perfil del suelo, el sorgo sembrado en surcos estrechos producía más grano que el sembrado en surcos anchos y que bajo condiciones de humedad limitada, el sorgo sembrado en surcos estrechos usaba más eficientemente la humedad que el sembrado en surcos anchos.

Cuadro 3. Efecto de los métodos de labranza en el rendimiento del sorgo bajo condiciones de temporal en la sub-estación experimental "El Canelo".

Métodos de Labranza.	Años de prueba				\bar{x}
	1979	1980	1981	1982	
	kg/ha				
Rastra y cruza	5615 b*	3150 a	2865 a	5527 a	3847
Arado 20 cm		3010 a	2926 a	5731 b	3889
Arado 35 cm	6071 a	3180 a	2857 a	6440 a	4159
Subsuelo 30 cm	5776 ab	3070 a	2848 a	5777 b	3898
Subsuelo 40 cm		3240 a	3077 a	5795 b	4037

* Valores entre años seguidos por la misma letra son significativamente iguales al nivel de 5% usando Duncan.

EFECTO DE LOS METODOS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE GRANO

El efecto de los métodos de la siembra en el rendimiento de grano durante los años de prueba se presenta en el Cuadro 7. Como se aprecia, el método de siembra cama melonera se probó en los años 1978 y 1979 y se obtuvo rendi-

mientos menores que con el método de siembra tradicional. Además con este método se presentaron dificultades en el control de maleza, por lo que se optó a eliminarlo del experimento. La ineficacia de este método probablemente se debió a que dejaba demasiado espacio sin sombrear entre hileras de plantas, permitiendo el abundante desarrollo de maleza que competían por humedad, factor limitante en la agricultura de temporal.

En años siguientes este método fue substituido por el de siembra doble surco (80 cm entre surco y 10 cm entre hileras de plantas). Por otra parte los métodos de siembra tradicional (80 cm entre surcos) y surcos estrechos (40 cm entre surcos) se evaluaron durante todos los años de prueba y se encontraron resultados diferentes para ambos métodos, dependiendo de las condiciones de precipitación de cada año. Generalmente en los años secos y con lluvias regulares (1978, 1980 y 1982), el sorgo sembrado con el método de surcos estrechos superó en rendimiento de grano al sembrado en forma tradicional, debido a que este método usó más eficientemente el agua almacenada en el perfil del suelo (ver Cuadro 6). Estos resultados concuerdan con los reportados por Mitchell (1970), Laude et al. (1955) y Adams et al. (1976) quienes encontraron que bajo condiciones moderadas de temporal con el uso de surcos estrechos se obtenían mayores rendimientos y se usaba el agua más eficientemente que con los métodos de siembra tradicionales. Ellos sugirieron que con el método de surcos estrechos, la cobertura de la superficie del suelo, por el follaje de la planta era más rápida y completa, que con los métodos tradicionales, lo que permitía interceptar más rayos del sol, reduciendo de esta manera la evaporación del agua del suelo.

Resultados opuestos pueden esperarse en años extremadamente lluviosos como sucedió en este experimento en los años 1979 y 1981, en que el sorgo sembrado en forma tradicional con surcos anchos (80 cm) permitió un mejor drenaje y una mayor penetración de los rayos solares que favorecieron el secado rápido del suelo, evitando así los problemas con el exceso de humedad. Estos resultados son apoyados por Stickler y Laude (1960) quienes observaron que la intensidad de luz, la pérdida de humedad y la temperatura de la superficie del suelo, eran mayores en los métodos tradicionales (surcos de 50 cm); además encontraron que la velocidad de secado de la superficie del suelo después de una lluvia se incrementaba a medida que los surcos se hacían más anchos.

CONCLUSIONES

Con los resultados de esta investigación y bajo las condiciones climatológicas de la región temporalera del norte de Tamaulipas, específicamente el área de influencia de la Sub-Estación Agrícola Experimental, se puede concluir que:

Cuadro 4. Efecto de los métodos de siembra en la evapotranspiración del agua del perfil del suelo de 120 cm. Sub-estación experimental "El Canelo" 1980.

Profundidad del Suelo	De febrero 8 a mayo 15			De mayo 15 a junio 23			Ciclo total		
	Trad.	D. S.	S. Estrechos	TRAD.	D. S.	S. Estrechos	TRAD.	D.S.	S. Estrechos
	80 cm	80-10cm	40 cm	80 cm	80-10 cm	40 cm	80 cm	80-10 cm	40 cm
	cm								
0 - 30 cm	4.98 a	4.88 a	5.08 a	2.43 a	2.80 a	2.11 a	7.41 a	7.48 a	7.19 a
30 - 60 cm	5.71 a	5.60 a	5.92 a	1.94	1.84 a	1.44 b	7.65 a	7.44 a	7.36 a
60 - 90 cm	3.98 a	3.96 a	4.20 a	1.88 a	1.81 a	1.85 a	5.86 a	5.77 a	6.05 a
90 - 120 cm	0.98 a	0.89 a	1.05 a	1.85 a	2.05 a	2.34 a	2.83 a	2.94 a	3.39 a
T o t a l	15.65 a	15.33 a	16.25 a	8.10 a	8.30 a	7.74 a	23.75 a	23.63 a	23.99 a

* Valores entre profundidades en cada período seguidos por la misma letra son significativamente iguales al nivel de 5% usando Duncan.

1) Los métodos de labranza profunda (arado a 35 cm y subsoleo a 40 cm de profundidad) incrementan la infiltración, la captación, el almacenamiento del agua de lluvia en el perfil del suelo y consecuentemente el rendimiento del sorgo para grano.

2) Los métodos de labranza profunda (arado y subsoleo) deben efectuarse antes del período de lluvias (agosto y septiembre).

5) El método de siembra de surcos estrechos (40 cm de separación) ofrece las siguientes ventajas cuando se compara con el método tradicional de siembra:

1. Mejores rendimientos.
2. Menor costo de producción (no necesita cultivos).
3. Usa más eficientemente la humedad.
4. Facilita la cosecha mecánica, ya que tiene una mejor distribución de panojas.

Cuadro 5. Efecto de los métodos de siembra en la evapotranspiración del agua del perfil del suelo de 120 cm. Sub-estación experimental "El Canelo" 1982.

Profundidad del Suelo	De febrero 8 a mayo 15			De mayo 15 a julio 10			Ciclo total		
	Trad. 80 cm	D. S. 80-10 cm	S. Estrechos 40 cm	TRAD. 80 cm	D. S. 80-10 cm	S. Estrechos 40 cm	TRAD. 80 cm	D. S. 80-10 cm	S. Estrechos 40 cm
0 - 30 cm	1.72 a*	1.73 a	1.59 b	6.61 a	6.41 a	6.47 a	8.33 a	8.14 a	8.06 a
30 - 60 cm	1.32 b	1.60 a	1.21 b	5.86 a	5.37	5.25 a	7.18 a	7.07 a	6.46 a
60 - 90 cm	1.72 a	1.66 a	1.60 a	3.41 a	3.15 a	3.49 a	5.13 a	4.81 a	5.09 a
90 - 120 cm	1.62 a	1.38 b	1.70 a	3.14 a	3.33 a	2.99 a	4.76 a	4.71 a	4.69 a
T o t a l	6.38 a	6.37 a	6.10 a	19.02 a	18.36 a	18.20 a	25.40 a	24.73 a	24.30 a

* Valores entre profundidades en cada período, seguidos por la misma letra son significativamente iguales al nivel de 5% usando Duncan.

3) Se sugiere no sembrar sorgo en cama melonera (160-40 cm), ya que este método de siembra mostró bajos rendimientos y se tuvo problemas para controlar maleza.

4) En años con abundante precipitación, el método de siembra tradicional (80 cm entre surcos) rinde igual que los métodos de siembra, surcos estrechos y doble surco. Sin embargo, en los años secos este método rinde menos.

Cuadro 6. Efecto de los métodos de siembra en la eficiencia del uso del agua (kg de sorgo por cm de agua) en la Sub-estación experimental "El Canelo"

Método de siembra	1980	1982	Promedio
Tradicional 80 cm	128.4*	203.8	166.1
Doble surco 80-10 cm	133.3	228.2	180.7
Surcos estrechos 40 cm	133.0	277.4	205.2

* Uso deficiente del agua = $\frac{\text{Rendimiento (kg/ha)}}{\text{Uso consuntivo (cm)}} = \text{kg/ha-cm}$

Cuadro 7. Efecto de los métodos de siembra en el rendimiento del sorgo bajo condiciones de temporal en la Sub-estación Experimental "El Canelo"

Métodos de Labranza	AÑOS DE PRUEBA					\bar{x}
	1978	1979	1980	1981	1982	
	kg/ha					
Tradicional	4200 ab*	6199 ab	3050 b	3265 a	5178 c	4378
Cama melonera	3368 b	5153 b				
Doble surco			3150 ab	2686 b	5643 b	
Surcos estrechos	4712 a	6099 a	3190 a	2794 b	6741 a	4707

* Valores entre años seguidos por la misma letra son significativamente iguales al nivel de 5% usando Duncan.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Adams, J.E., G.G. Arkin, y E. Burnett. 1976 a. Narrow rows increase dryland grain sorghum yields. Tex. Agr. Exp. Sta. MP-1248.
- Adams, J.E., G.F. Arkin, y J.T. Ritchie. 1976 b. Influence of row spacing and straw mulch on first stage drying. Soil Sci. Soc. Am. J. 40:436-442.
- Adams, J.E., C.W. Richardson, y E. Burnett. 1978. Influence of row spacing of grain sorghum on ground runoff and erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:959-962.
- Brown, P.L., y W.A. Shrader. 1959. Grain Yields, evapotranspiration, and water-use efficiency of grain sorghum under different cultural practices. Agron. J. 51:339-343.
- Burwell, R.E., R.R. Allmaras, y L.L. Sloneker. 1966. Structural alteration of soil surfaces by tillage and rainfall. J. soil water conserv. 21:61-63.
- Burwell, R.E., L.L. Sloneker, y W.W. Nelson. 1968. Tillage influences water intake. J. Soil water conserv 23:185-187.

- Burwell, R.E. y W.E. Larson. 1969. Infiltration as influenced by tillage induced random roughness and pore space. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33:449-452.
- Campbell, R.B., D.C. Relcosky, y C.W. Doty. and 1974. Physical properties and tillage of pleudults in the eastern coastal plains. J. soil water conserv. 29:220-224.
- Duley, F.L. 1939. Surface factors affecting the rate of intake of water by soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 3:60-64.
- Karachi, W., y Y. Rudich. 1966. Effects of row width and seeding spacind on yield and its components in grain sorghum grown under dryland conditions. Agron. J. 58:602-604.
- Laude, H.H., W. Pauliarnold, y G.O. Thrunberry. 1955. Row spacings of dwarf grain sorghum. Kansas Agr. Exp. Sta. Circ. 323:21-23.
- Lemon, E.R. 1956. The potentialities for decreasing soil moisture evaporation Loss. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20:120-125.
- Mitchell R.L. 1970. Stand density. Plant distribution and crop yield ch. 6 pp. 103-124 in crop growth and culture. Iowa State Univ. Press. Ames.
- Schulze, L.D., y M.D. Clegg. 1979. Effect of plant population on morphology and other characteristics of sorghum. In the physiology of yield and management of sorghum in relation to genetic improvement. Univ. of Nebr. Annual Report. No. 4:133-137.
- Stickler, F.C. y H.H. Laude. 1960. Effect of row spacing and plant population on performance of corns grain sorghum and forage sorghum. Agron. J. 52:275 - 277.
- Van Doren, D.H. Jr. 1965. Influence of plowing, disking cultivation previous crop and surface residues on corn yield. Soil Sci. Soc. Proc. 29:595-597.
- Willis, W.D., y J.J. Bond. 1971. Soil water evaporation: Reduction by simulated tillage. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25:526-529.
- Wischmeles, W.H. 1959. A row fall erosion index for a universal soil loss equation. Soil Sci. Soc. Am.Proc. 23:246-349.

IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LOS PROTOZOARIOS EDAFICOLAS EN LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS DE LA BIOSFERA*

Rico-Ferrat, G.*
Serrano, V. **

RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango. El clima de la región es muy seco (BWhw), el suelo predominante es franco-arcilloso, con un contenido alto de nutrientes asimilables y bajo en materia orgánica; el tipo de vegetación es de matorral inermepennifolio, dominando Larrea Divaricata (gubernadora) en el área estudiada.

El muestreo realizado tuvo como objeto el conocer y comparar las especies de protozoarios edafícolas y su importancia ecológica en dicha Reserva. Se tomaron las muestras en la Playa de Las Lolas, tanto en pozos excavados como en las madrigueras de la rata canguro Dipodomys merriami, abundante en el área.

Las especies de protozoarios identificadas fueron quince, de las cuales corresponden siete a flagelados, dos a sarcodarios y seis a ciliados. Su distribución y abundancia está en función de la humedad, de la temperatura y de las poblaciones bacterianas.

En la zona de playa, los protozoarios fueron poco abundantes en número de individuos y de especies en relación a los encontrados dentro de las madrigueras, debido a que éstas son excavadas en general donde predomina el mezquite (Prosopis juliflora), el cual mantiene cierto ambiente en el área ya que presenta en su interior su propio microclima.

La rata canguro, por sus hábitos, almacena semillas y excrementos propios y de liebre, propiciando un microambiente que permite a las poblaciones de protozoarios y de bacterias ser más numerosas en relación a las que se presentan en el área de la playa.

Por consiguiente el papel de los protozoarios en la Reserva de la Biósfera es de gran importancia pues:

- Intervienen en la descomposición de la materia orgánica presente, junto con las bacterias y los hongos.
- Actúan indirectamente en el reciclaje de los minerales, ya que Colpoda cucullus induce la floculación de las poblaciones bacterianas las que se han encargado de la descomposición de los excrementos almacenados en la madriguera, y de hacer posible que los nutrientes asimilables acumulados en el suelo, fenómeno característico en las zonas áridas, sean aprovechables por las plantas.
- Propician el aumento de la actividad bioquímica de las bacterias fijadoras del nitrógeno como Azotobacter spp, que se encuentra presente en ambas zonas de muestreo, pero domina dentro de la madriguera, por lo que la fertilidad del suelo será mayor.
- Intervienen en la repoblación de la vegetación, al propiciar tanto directa como indirectamente las condiciones necesarias para que las semillas localizadas en la madriguera (que actúa como bancos de semillas) puedan germinar y en consecuencia, se logra una forma de conservación de los recursos.

ABSTRACT

Soil samples were taken from nests of Kangaroo rats (Dipodomys merriami) and directly from open sampling sites to determine the protozoan species and populations, in the Biosphere Reservation of Mapimí, Durango. The climate is very dry, and the soil is a clay loam, rich in nutrients and low in organic matter. Larrea divaricata is the prevailing plant in the area.

The samples were taken to Mexico City and the protozoa grown on cultures. The Kangaroo rat stores seed and excrements, allowing a favorable environment for both protozoa and bacteria.

Fifteen protozoan species were identified: Seven being flagellata, two sarcodina and six ciliata. The distribution and populations vary with moisture, temperature, salinity and pH of the soil. Higher numbers were found on the samples from the nest of Kangaroo rats, than on those from the open sampling sites.

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

* Investigadora del Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.

** Investigadora del Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.

INTRODUCCION

La Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango, se encuentra situada en el vértice formado por la unión de los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila (Fig. 1), entre los paralelos 26°29' y 26°52' de latitud norte y entre los meridianos 103°58' y 103°32' de longitud oeste de Greenwich (Martínez y Morello, 1977).

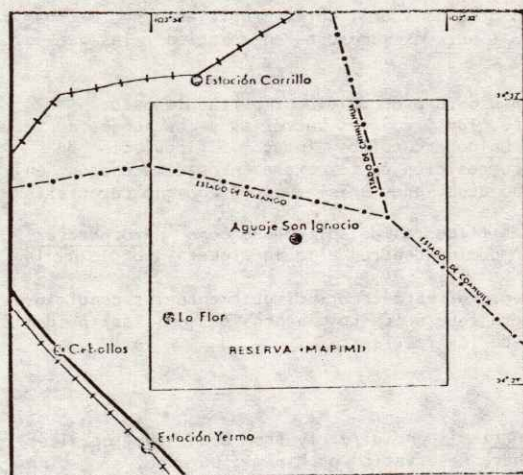
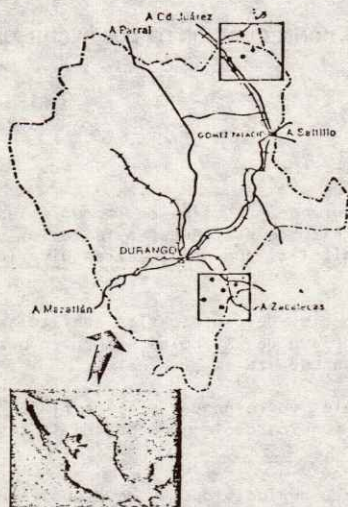


FIGURA 1. Localización de la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango.

Este tipo de ecosistema árido, sujeto a cambios de humedad y temperatura constantes, aparentemente presenta una gran simplicidad, pero es muy complicado porque incluye numerosas especies de animales y vegetales, con patrones muy particulares, tamaños, productividad, distribución, dieta, diversos (Op. cit.).

Los protozoarios son uno de estos grupos a estudiar dentro de la Reserva, dada la importancia ecológica que tienen en la conservación de los recursos existentes en la

localidad, al estar relacionados con la rata canguro *Dipodomys merriami* y al mezquite, *Prosopis juliflora*, que dominan en la zona del pastizal.

La rata canguro *Dipodomys merriami*, junto con el ratón de bolsas *Perognathus penicillatus*, realizan tanto efectos positivos como negativos en los procesos del ecosistema (Steinberger y Whitford 1983), principalmente en un ecosistema árido; y en el mezquite, *Prosopis juliflora*, es donde cavan las madrigueras estos pequeños roedores.

ANTECEDENTES

Antiguamente se creía que en el suelo no había protozoarios activos y que los que se habían encontrado en él, procedían de aguas continentales o marinas y estaban allí enquistados (Sleigh 1973).

A principios de este siglo, se demostró que en la interfase gaseosa líquida del suelo habita una considerable fauna protozoológica activa que se alimenta de las bacterias del suelo (Sleigh, 1973 y Marshall, 1976).

Sandon (1927), a través de sus estudios, confirma que todos los suelos contienen protozoarios, principalmente en sus capas superficiales, siendo 20 especies exclusivamente de este ambiente. Bamforth (1971, 1973, 1980) observa que muchas especies tienen amplia tolerancia a fluctuaciones de humedad y temperatura; su tamaño les permite explotar espacios inaccesibles a otra fauna, su ecología refleja influencias ambientales; su distribución está en relación con el rango de carbono, el nitrógeno de la hojarasca y el suelo. Lee (1980), evalúa el papel de la calidad de la comida en las transformaciones de energía y el flujo de materiales en las cadenas tróficas, en las cuales intervienen los protozoarios. Alexander (1980) observa la relación entre las poblaciones bacterianas y protozoológicas. Parker et al. (1983) observan que la respiración total del suelo es muy importante ya que provee una estimación de la descomposición de la materia orgánica de éste. Puesto que la respiración del suelo resulta de la actividad de la microflora y de los animales del suelo, así como de las raíces. Garassini (1962) observa que los protozoarios intervienen en la fertilidad del suelo tanto directa como indirectamente.

Por consiguiente, dado el papel que tienen los protozoarios en los ecosistemas terrestres, el presente estudio tuvo como objeto el conocer y comparar las especies de protozoarios edáficos y su importancia ecológica en la Reserva de Mapimí, Durango.

MATERIAL Y METODOS

El muestreo se realizó en la zona conocida como Las Lomas, dentro de la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango. El clima de la región es muy seco (BWhw), (Anónimo 1981). El suelo predominante es franco arcilloso, con un contenido alto de nutrientes asimilables y bajo de materia orgánica; el tipo de vegetación es de matorral inermemente perennifolio, dominando *Larrea divaricata* (governadora) (Martínez y Morello, 1977).

Las muestras se tomaron durante la primavera y el verano de 1983, en pozos excavados de 50 cm de profundidad y en las madrigueras de la rata canguro *Dipodomys merriami*, abundante en el área, localizadas entre los 20 y 30 cm de profundidad.

En los pozos, el muestreo se realizó en seis niveles (0-2, 2-5, 5-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm de profundidad).

Las muestras fueron refrigeradas y una vez en México se

Tabla 1. Protozoarios encontrados en la playa de Las Lolas, de la Reserva de Biósfera de Mapimí, Durango.

Especie	SUELO DE PLAYA						SUELO DE MADRIGUERA				
	0-2	2-5	5-10	10-20	20-30	30-40	1	2	3	4	5
<i>Oikomonas termo</i> (Ehrenberg)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Scytomonas pusilla</i> Stein	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
* <i>Phalansterium solitarium</i> Sandon	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bodo edax</i> Klebs	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Cercobodo agilis</i> Moroff	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Cercobodo vibrans</i> Sandon	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cercomonas crassicauda</i> Dujardin	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Amoeba diploidea</i> Hartmann and Nagler	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Naegleria gruberi</i> Alexeieff	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
<i>Colpoda cucullus</i> Ehrenberg	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Colpidium colpoda</i> (Ehrenberg)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Litonotus fasciola</i> Ehrenberg	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
<i>Cyclidium glaucoma</i> (O.F.M.)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
* <i>Balantiophorus elongatus</i> Schewiakoff	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Halteriagrandinella</i> (O.F.M.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

* Especies citadas por primera vez para México.

procedió en el laboratorio al cultivo de los protozoarios. Se realizaron los cultivos de acuerdo a Singh (1955) y a Haldar (1965), y posteriormente se elaboraron preparaciones temporales, teñidas con colorantes vitales para su identificación, de acuerdo a Sandon (1927a), Grassé (1952) y Kahl (1935). Para conocer las especies ya citadas o descritas para México se utilizaron los trabajos de López-Ochoterena y Roure-Cané (1970), Madrazo-Garibay y López-Ochoterena (1982) y Rico-Ferrat (1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las especies de protozoarios identificadas fueron quince de las cuales corresponden siete a flagelados, dos a sarcodarios y seis a ciliados (Tabla 1).

Su distribución y abundancia están en función de la humedad, de la temperatura, de la salinidad y del pH (Sandon 1927a, Marshall 1976). De acuerdo a los datos obtenidos (Tabla 1), se puede observar que en los pozos excavados las especies fueron menos numerosas (7 especies) en comparación a las que se localizan en las madrigueras (13 especies), demostrándose que los factores físicos son determinantes en su número y distribución. En esta zona de acuerdo a Martínez y Morello (1977), el pH es muy alcalino, teniéndose 8.55 en el nivel superior (0-15 cm), 8.05 en el siguiente nivel abarca de 5 a 15 cm de profundidad, y aumenta de 8.65 en los siguientes niveles (30 a 45 y de 45 a 60 cm), y la precipitación media anual apenas supera los 200 mm.

Al comparar ambas zonas de muestreo, a pesar de que los factores físicos son determinantes, el número de especies de protozoarios es mayor en las muestras tomadas en las madrigueras, en donde la temperatura es más estable (Kay y Whitford, 1978) a pesar de que varía directamente en función tanto de la temperatura ambiente como de la del suelo. A su vez, porque se encuentran saturadas por vapor de agua y porque conserva el suelo cierta humedad (Op. cit.). Esta situación propicia un microclima y un microhábitat que facilitan el establecimiento de las po-

blaciones protozoológicas y su abundancia en relación a las muestras de suelo tomadas en la zona de playa.

Los hábitos de la rata canguro entre los cuales se encuentra el almacenar semillas y excrementos propios y de liebre, propicia también un microambiente que permite a las poblaciones de protozoarios y de bacterias ser más numerosas en relación a las que se presentan en el área de la playa, debido a que se acumulan desechos y materia orgánica, los cuales serán aprovechados por dichos microorganismos.

La profundidad es otro factor determinante en su distribución ya que a partir de los 20 cm no se localizaron individuos (Tabla 1). Sandon (1927a, 1927b) ha considerado de la misma forma a este factor, aunque en sus estudios ha encontrado especies en estratos a mayor profundidad. Esto a su vez está relacionado con la humedad del suelo, la cual disminuye con la profundidad. En consecuencia, debido a la escasez de agua en los niveles inferiores, no se presentan organismos.

Las especies dominantes numéricamente son *Colpoda cucullus* y *Naegleria gruberi*, de las cuales la primera es de gran importancia, pues interviene indirectamente en el reciclaje de los minerales existentes (Hardin 1943) al inducir la floculación de las poblaciones bacterianas las que se han encargado de la descomposición de los excrementos almacenados en la madriguera, y de hacer posible que los nutrientes asimilables acumulados en el suelo, fenómeno característico de las zonas áridas, puedan ser aprovechados por las plantas.

En cuanto a la relación existente con las poblaciones bacterianas y la fertilidad del suelo (Garassini, 1962), se puede observar que *Azotobacter* spp fue encontrado tanto en las muestras de suelo de la playa como en las madrigueras, no así otros grupos funcionales como las bacterias celulolíticas, o las del azufre que no se localizaron en las muestras de suelo, o bien como las bacte-

rias nitrificadoras y nitrificadoras que abundan en las madrigueras. Por consiguiente, los protozoarios propician el aumento de la actividad bioquímica de las bacterias fijadoras de nitrógeno como *Azotobacter* spp (Garassini 1962); y su presencia en el suelo estimula la formación de amoníaco, el cual es utilizado por las bacterias nitrificantes, para formar las sales nitrificadoras que utilizan las plantas posteriormente (Alexander 1980, Garassini 1962).

CONCLUSIONES

Las especies de protozoarios edafícolas identificadas no son abundantes.

Las especies dominantes numéricamente son *Colpoda cucullus* y *Naegleria gruberi*.

Del total de especies identificadas, dos (*Phalansterium solitarium* y *Balantiophorus elongatus*) son citadas por primera vez en México.

La humedad, temperatura, salinidad y pH, así como la profundidad son determinantes en la abundancia y distribución de los protozoarios edafícolas. Las madrigueras: a) presentan un microhábitat más estable favoreciendo a las poblaciones de microorganismos, b) actúan indirectamente en el reciclaje de los minerales al inducir la floculación de las poblaciones bacterianas, c) intervienen en la descomposición de la materia orgánica que se encuentra almacenada principalmente en las madrigueras, junto con las bacterias y hongos, y d) intervienen en la regulación de la vegetación, al propiciar tanto directa como indirectamente las condiciones necesarias para que las semillas localizadas en las madrigueras que actúan como bancos de semillas puedan germinar y en consecuencia se presenta una conservación de los recursos.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT Ed., 491 pp.
- Anónimo. 1981. Atlas Nacional del Medio Físico. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 224 pp.
- Bamforth, S.S. 1971. The numbers and proportions of Testacea and Ciliates in litters and soils. *J. Protozool.*, 18: 24-28.
- Bamforth, S.S. 1973. Population Dynamics of Soil and Vegetation Protozoa. *Amer. Zool.*, 13:171-176.
- Bamforth, S.S. 1980. Terrestrial Protozoa. *J. Protozool.* 27: 33-36.
- Garassini, L.A. 1962. El suelo y su microflora. *Rev.Fac. Agronomía (Maracay, Venezuela)*, 4:1-226.
- Grassé, P.P. (Ed.). 1952. *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie.* Tomo I, Fasc. 1: Phylogénie, Protozoaires: Généralités, Flagellés. Masson et Cie. 1017 pp.
- Haldar, D.P. 1965. A simple medium for the culture of the Soil Protozoa. *Proc. Zool. Soc., Calcutta*, 18: 21-23.
- Hardin, G. 1943. Flocculation of bacteria by protozoa. *Nature*, 151:642.
- Kahl, A. 1930-1935. *Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), eine Bearbeitung der Freilebenden und ecto-commensalen Infusorien der Erde, unter Ausschluss der marinen Tintinnidae.* In: Dahl, F. *Die Tierwelt Deutschlands, Teil 18 (1930), 21 (1931) 25 (1932), 30 (1935): 1:886 pp.*
- Kay, R.F. and W.G. Whitford. 1978. Burrow Environment of the Banner-tailed Kangaroo Rat, *Dipodomys spectabilis*, in Southcentral New Mexico. *The American Midland Naturalist*. 99: 270-279.
- Lee, J.J. 1980. Informational Energy Flow as an Aspect of Protozoan Nutrition. *J. Protozool.*, 27: 5-9.
- López-Ochoterena, E. y M.T. Roure-Cané. 1970. Lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 31: 23-68.
- Madrazo-Garibay, M. y E. López-Ochoterena. 1982. Segunda lista Taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Rev. lat-amer. Microbiol.* 24:281-295
- Marshall, K.C. 1976. *Interfaces in microbial ecology.* Harvard University Press, 156 pp.
- Martínez Ojeda, E. y J. Morello. 1977. El medio físico y las unidades fisonómico-florísticas del Bolsón de Matimí: *Publs. Instituto de Ecología, México* 3:63 pp.
- Parker, L.W., J. Miller, Y. Steinberger and W. G. Whitford. 1983. Soil respiration in a Chihuahuan desert rangeland. *Soil Biol. Biochem.*, 15:231-238.
- Rico-Ferrat, G. 1983. Estudio biológico de algunas especies de protozoarios recolectados en un suelo de tipo Andosol Ortico. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* (en prensa).
- Sandon, H. 1927a. The composition and distribution of the protozoa fauna of the soil. *Oliver and Boyd, London*, 240 pp.
- Sandon, H. 1927b. A study of the Protozoa of some American Soils. *Soil Science*, 25:107-119.
- Singh, B.N. 1955. En: Kevan (Ed.) *Culturing Soil Protozoa and Estimating their numbers in soils.* *Soil Zoology.* London, 403-411.
- Sleigh, M.A. 1973. *The Biology of Protozoa.* Edward Arnold (Publishers), London. 399 pp.
- Steinberger, Y. & W.G. Whitford. 1983. The Contribution of Rodents to Descomposition Processes in a Desert Ecosystem. *Journal of Arid Environments*, 6:177-181.

EFFECTO DE LAS DOSIS DE GALLINAZA Y METODOS DE APLICACION SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO Y SUS COMPONENTES EN (*Phaseolus vulgaris* L.) EN IGUALA, GUERRERO*

Sámamo García, I. *
Escalante Estrada, J.A.S. **

RESUMEN

En la región de Iguala, Guerrero, la mayoría de los agricultores que poseen ganado aviar, incorporan el estiércol de éste a los suelos donde establecen sus cultivos. Esta práctica se realiza en forma empírica. La presente investigación se planteó con el objetivo de determinar el efecto de dos métodos de aplicación y cuatro dosis de gallinaza sobre el rendimiento en grano y los componentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

El trabajo se realizó en el ciclo de temporal de 1981. Se utilizaron las siguientes dosis de gallinaza en estado seco: 0, 5, 7 y 9 ton/ha y dos métodos de aplicación de la misma: al voleo o en banda (sobre el lomo del surco) previos a la siembra.

El diseño experimental fue el de parcelas divididas, con 8 tratamientos producto de la combinación de los 2 métodos de aplicación (parcela mayor) y 4 dosis de gallinaza (parcela menor), con 5 repeticiones. El genotipo de frijol utilizado fue Michoacán 12-A-3, de hábito de crecimiento indeterminado arbustivo. La siembra se realizó en surcos a 0.75 m de distancia y la densidad de población fue de 13.3 plantas/m². Los resultados nos indican que el rendimiento en grano por planta y m² no fue afectado por el método de aplicación y la dosis de gallinaza. Los componentes morfológicos del rendimiento como son número de granos normales y tamaño del grano, sí fueron afectados observándose la operación de un mecanismo de compensación entre ellos, de tal forma que el aumento de uno indujo una disminución en el otro, trayendo en consecuencia que el rendimiento no se alterará.

Por otro lado, la adición de gallinaza al suelo ocasionó incrementos en los componentes fisiológicos tales como el área foliar, índice de área foliar así como la duración de la misma y la producción de materia seca (que a su vez estuvo determinada por la duración del área foliar).

Se sugiere que esta respuesta del frijol Michoacán 12-A-3 puede ser debido a que el suelo en que se llevó a cabo este experimento poseía un alto nivel de fertilidad y con un exceso de nutrientes, ocasionado tal vez por la adición de gallinaza, trajo como consecuencia incrementos en el área foliar y mayor acumulación de materia seca en los órganos vegetativos de la planta, lo que se reflejó en más bajo índice de cosecha y peso seco del grano por unidad de área foliar.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of two methods of application and four rates of poultry waste on yield and yield components of dry beans. A field experiment was conducted in the summer of 1981, on a sandy clay loam soil with a pH 7.5, an organic matter content of 4 percent. Zero, five, seven and nine ton of poultry waste per ha and broadcast vs band application were arranged in a split plot design with five replications. The genetic bean material was Michoacan 12-A-3 of determinant growth habit. Grain yield was not affected by the treatments, nor were the number of grains per pod or the average size of grain.

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

* Investigador, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero

** Investigador Docente, Colegio de Postgraduados.

INTRODUCCION

Los agricultores del Valle de Iguala, Gro., incorporan a sus terrenos de cultivo, el estiércol que proviene de sus aves de corral o ganado bovino, esto por lo general lo hacen en forma empírica, ya sea aplicando el estiércol en estado seco (secado al aire) o fresco, distribuyéndolo indistintamente en el área cultivable. La inquietud que nos surge de esta observación es determinar el efecto la incorporación al suelo de diferentes dosis de gallinaza aplicada en dos métodos sobre el rendimiento de grano, sus componentes y la biomasa (producción de materia seca) del frijol (*P. vulgaris* L.). Este cultivo, en Guerrero, ocupa dentro de los anuales el 2o. lugar en importancia (después del maíz). La superficie cultivable de frijol en 1978 en el Estado fue 19,425 ha, con una producción de 11,104 ton y un rendimiento medio de 571 kg/ha (D.G.E.A., 1978).

ANTECEDENTES

Villarreal (1979), reporta los resultados obtenidos en dos estudios que realizó en frijol utilizando gallinaza y estiércol de bovino aplicados solos y combinados con fertilización mineral. En el primer estudio, la incorporación al suelo de gallinaza y estiércol de bovino incrementaron el rendimiento en grano, siendo este incremento mayor cuando este estiércol se aplicó solo. En el segundo experimento el mayor incremento se observó con aplicaciones de 10 ton/ha de gallinaza combinada con 60-60-00 de NPK (fertilizante mineral).

Aidar (1976), señala que la incorporación al suelo de estiércol de bovino y gallinaza en dosis de 30 y 8 ton/ha, respectivamente, combinado con fertilizante mineral no provocaron respuesta en el rendimiento en grano del frijol (*P. vulgaris* L.).

Rodríguez (1976), encontró que la aplicación de gallinaza más cal dolomítica (fuente mineral del fósforo) incrementó el rendimiento en grano del frijol.

Ben (1977) estudió, en Brasil, el efecto de 0 hasta 9 ton/ha de gallinaza y dos dosis de fertilizante mineral 45-60-40 y 60-160-40 de NPK, sobre el rendimiento del frijol, encontrando que los rendimientos más altos se obtuvieron con la aplicación de 6 ton/ha de gallinaza combinada con el fertilizante mineral, observándose un efecto residual durante 3 ciclos de cultivo posteriores.

Esquivel (1976), señala que la aplicación de ton/ha de gallinaza combinadas con 2 dosis de fertilizante mineral (150-60-0 y 120-30-0 de NPK) no provocaron respuesta en el rendimiento del frijol.

Tirado (1979), reporta el uso de abonos orgánicos como gallinaza (2 y 4 ton/ha), bovino (3 y 5 ton/ha) y ovino (3 y 5 ton/ha) con fertilizante mineral (110-75-00 NPK) sobre la asociación maíz-frijol bajo condiciones de temporal, en Chapingo, Méx., encontrando que son más eficientes las mezclas de abono orgánico y fertilizante mineral que la aplicación por separado de cada uno. En el rendimiento tanto de maíz como de frijol la mezcla NPK gallinaza ocasionó mayor producción que las mezclas de NPK-bovino y NPK-ovino.

Moreno (1982), señala que la incorporación al suelo de gallinaza (3.5 ton/ha), estiércol de bovino (3.5 ton/ha) y 40-40-00 de NPK combinados (previo a la siembra) ocasionó que el rendimiento de grano del frijol (*P. vulgaris* L.) cv. Michoacán 12-A-3 se incrementara. La aplicación por separado de estos tipos de abono no ocasionó incremento en el rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en Iguala, Gro., 18°22' latitud norte y 99°33' longitud oeste del Meridiano de Greenwich, una altura de 635 metros sobre el nivel del mar y 1086.3 mm de precipitación anual.

El clima según la clasificación de Köppen, modificado por García (1973) para la república Mexicana, corresponde a un clima subhúmedo con lluvias en verano y el porcentaje de lluvias invernal menor a 5 y se representa como sigue: A W ig'. En la Figura 1 se observa la precipitación durante el desarrollo del cultivo.

Características del lote experimental

El suelo es aluvial de origen calcáreo con pocas piedras; el ciclo anterior estuvo sembrado de soya (*Glycine max* L. Merr.) después de la cosecha de este cultivo se procedió a la preparación del terreno. Antes de efectuar la siembra se tomaron muestras de suelo de 0-30 cm de profundidad con el propósito de conocer las condiciones del terreno y se realizó el análisis físico-químico de las muestras tomadas. En cuanto a su fertilidad este es un suelo sin problemas de sales, extremadamente rico en nitrógeno y materia orgánica, rico en potasio, pobre en fósforo y extremadamente pobre en calcio y magnesio (Moreno, 1970).

Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas (Steel y Torrie, 1960). A la parcela grande le correspondieron métodos de aplicación (en banda y al voleo) y a la parcela chica la dosis de gallinaza (0, 5, 7 y 9 ton/ha) dando un total de 8 tratamientos, con 5 repeticiones.

Preparación del terreno.

La preparación del terreno consistió en un barbecho profundo, rastreo, cruza y finalmente se surcó a 0.75 m.

Genotipo utilizado.

Se utilizó semilla de frijol Michoacán 12-A-3 que es pequeña y de color negro. Las plantas son de hábito de crecimiento indeterminado (guía corta). El material procede de una colecta original del Municipio de Briseñas, Michoacán. La clave del registro indica que en la colecta Michoacán 12, se hizo una primera selección (A) por el color de la semilla y otra selección posterior (3) por autofecundación.

Aplicación de gallinaza. La gallinaza en estado seco (secada al aire) se incorporó al suelo en las dosis y métodos antes señalados, un día antes de la siembra.

Siembra. La siembra se realizó el 7 de julio de 1981 en seco y en forma manual depositando de 3 a 4 semillas cada 20 cm en el talud del surco.

Labores culturales

A los 14 días de la siembra se realizó el aclareo del cultivo, dejando 2 plantas por mata, para obtener la densi-

dad deseada (13.5 plantas/m²). Posteriormente, se eliminaron las malezas que fueron apareciendo, utilizando para ello el azadón.

Obtención de datos durante el desarrollo del cultivo

Emergencia. Se consideró como fecha de emergencia cuando más del 95% de las plántulas habfan brotado del suelo. Esto ocurrió a los 6 días de la siembra.

Inicio de floración. Se consideró como inicio de floración cuando más del 50% de las plantas que constituyen la población presentaron la primera flor. Esto ocurrió a los 34 días de la siembra.

Final de floración. Se consideró como final de floración, cuando más del 50% de las plantas que constituyen la población presentaron la última flor, esto ocurrió a los 76 días de la siembra.

Madurez fisiológica. Se consideró madurez fisiológica cuando más del 95% de las vainas del frijol mostraban un color paja, ocurriendo esto a los 95 días de la siembra. Posteriormente se realizó la cosecha.

Componentes fisiológicos del rendimiento

Area foliar. El área foliar es un parámetro utilizado para determinar la magnitud del aparato fotosintético en unidades de área como dm² por planta. Esta área se limita sólo a la lámina foliar (a un solo lado) y excluye el peciolo, peciolulo y raquis. En nuestro trabajo, el área foliar se determinó con un medidor automático de área, modelo AAM⁵ (Hayashi Denko Co. LTD, Tokio, Japón).

Area foliar media (\overline{AF}). Se refiere al valor promedio del área foliar determinado en diferentes etapas de desarrollo del cultivo. Aquí, el \overline{AF} se determinó, solamente durante la floración y utilizando la fórmula siguiente (Buttery, 1970):

$$\overline{AF} = \frac{\overline{AF}_1 + \overline{AF}_2 + \dots + \overline{AF}_n}{n}$$

donde:

\overline{AF} = Área foliar media (dm²/planta)

$\overline{AF}_1, \overline{AF}_2, \dots, \overline{AF}_n$ = Valores del área foliar determinada en diferentes etapas.

n = Número de etapas en que se determinó el área foliar.

A la madurez fisiológica los parámetros determinados fueron los siguientes:

Rendimiento en grano. Se refiere al peso seco del grano a un determinado % de humedad, (aquí se tomó al 10%). En este trabajo, el rendimiento se determinó por m² y por planta.

Componentes morfológicos del rendimiento por planta

Granos normales. Son aquellos granos que presentan características de desarrollo completo como: testa lisa, color y tamaño típico de la variedad.

Tamaño del grano. Se refiere al peso seco promedio por grano expresado en mg o g. El tamaño del grano se determinó dividiendo el peso seco del grano entre el número de granos normales por planta.

Vainas normales. Se refiere a las vainas que permanecen en la planta hasta la madurez y que presentan características de desarrollo completo y que tienen al menos un grano normal.

Granos normales/vaina. Se refiere al número de granos normales que ocurren en la vaina. Por lo general, se determina matemáticamente dividiendo el número de granos normales entre el número de vainas normales/planta.

Otros parámetros fisiológicos relacionados con el rendimiento.

Biomasa por planta. Es la producción de materia seca por la planta durante su ciclo de desarrollo (no incluye el peso de la raíz). La materia seca se obtiene después de colocar el material vegetal en una estufa con circulación de aire forzado a 80°C hasta obtener un peso constante. La biomasa también se conoce como rendimiento biológico e incluye al rendimiento en grano por lo general, se expresa en gramos/planta.

Índice de cosecha (IC).

El índice de cosecha (IC) es un parámetro utilizado para determinar la proporción de materia seca (peso seco en g) que se acumula en el grano a la madurez fisiológica en relación a la cantidad total mostrada por la planta (Wallace y Munger, 1966) y se obtiene por medio del cálculo siguiente:

$$IC = \frac{PS \text{ del grano}}{PS \text{ total por planta}} (100)$$

PS = Peso seco en g.

Producción de grano por unidad de área foliar (GA). Este parámetro fue propuesto para determinar la eficiencia del área foliar en la producción de grano y se determina por la fórmula siguiente (Kohashi, comunicación personal):

$$GA = R/\overline{AF}; \text{ donde:}$$

GA = Eficiencia del área foliar en la producción de grano

R = Rendimiento (PS del grano) /planta.

\overline{AF} = Área foliar promedio/planta (durante la floración).

RESULTADOS

Rendimiento (peso seco del grano 10% de humedad).

El análisis estadístico no reportó cambios significativos por efecto de los tratamientos para el rendimiento en grano/m² (10% de humedad), por planta y sus componentes. En el Cuadro 1 se muestran los valores promedio para el rendimiento en grano y sus componentes.

Cuadro 1. Rendimiento en peso seco del grano (10% humedad) y componentes del rendimiento.

		CV%
Rendimiento peso seco del grano 10% humedad) g/m ² .	99.0	13.0
Rendimiento/planta	12.5	2.2
Granos normales/planta	87.5	16.2
Tamaño del grano (mg)	149.0	13.0
Vainas con grano/planta	19.5	21.0
Granos por vaina	4.5	17.5

CV = Coeficiente de variación

Componentes fisiológicos

Area foliar.

El área foliar determinada a los 39, 58 y 72 días de la siembra, mostró cambios significativos por efecto de dosis. El tratamiento de 9 ton/ha de gallinaza ocasionó que el frijol mostrara mayor área foliar con 15.5 (39), 24.5 (58) y 34.6 dm²/planta (72 días de la siembra) en relación al testigo (sin gallinaza) el cual mostró 10.5, 18.2 y 15.8 dm²/planta a los 39, 58 y 72 días de la siembra, respectivamente.

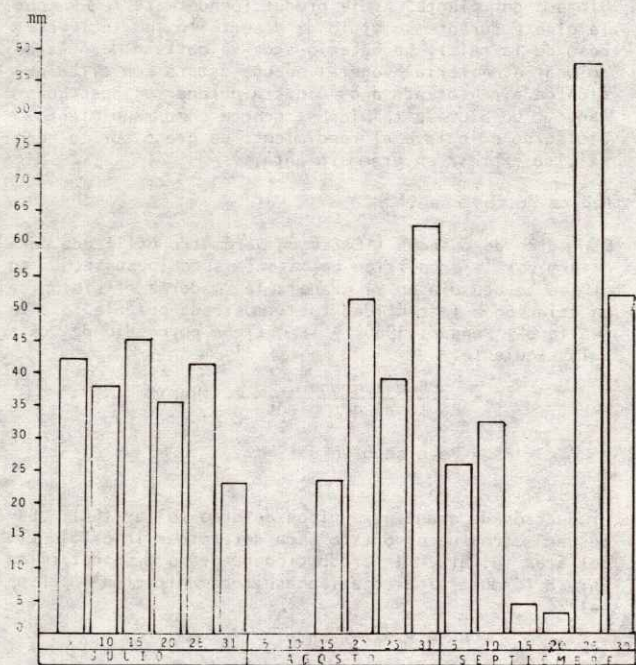


Fig. 1 Precipitación acumulada cada 5 días durante los meses de desarrollo del frijol Michoacán 12-A-3 Iguala, Gro. 1981.

Area foliar media - (\overline{AF}).

Para el área foliar media el análisis estadístico reportó cambios significativos por efecto de dosis. Las plantas con 9 ton/ha de gallinaza fueron las que mostraron mayor área foliar media con 25.3 dm² y el testigo (sin gallinaza) mostró la menor área foliar media con 13.8 dm² (Fig. 2).

Rendimiento por unidad de área foliar (GA).

En el rendimiento por unidad de área foliar por planta (GA) se encontraron cambios significativos por efecto de dosis. Los valores más altos de GA se encontraron en el testigo (sin gallinaza) con 0.80 g/dm², en cambio las plantas que se cultivaron con 9 ton/ha de gallinaza mostraron los valores más bajos de GA con 0.50 g/dm²(Fig.3).

Biomasa (producción de materia seca en g)/planta.

Para la biomasa el análisis estadístico mostró cambios significativos por efecto de dosis. El testigo, mostró

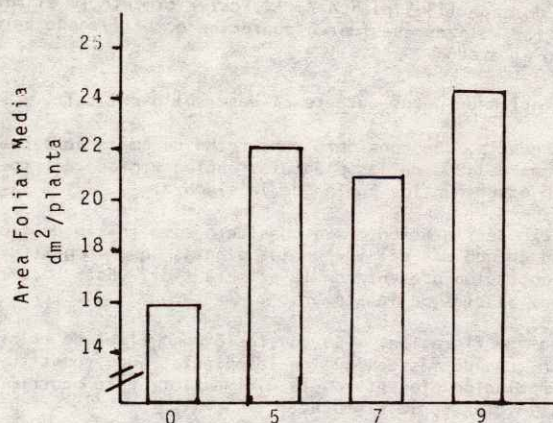


Fig. 2. Efecto de diferentes dosis de gallinaza sobre el área foliar media (AF) del frijol Michoacán 12-A-3. Iguala, Gro 1981.

los valores de biomasa más bajos (22.2 g/planta), en cambio, el frijol cultivado en suelos con gallinaza mostró mayor biomasa por planta (26.5 a 27.5 g/planta) (Fig. 4).

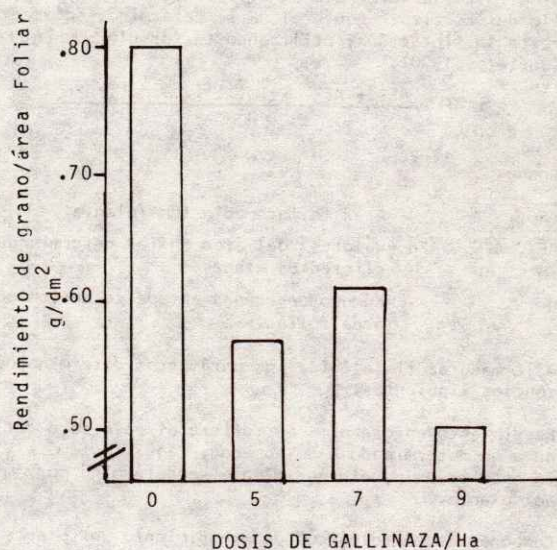


Fig. 3. Efecto de diferentes dosis de gallinaza sobre el rendimiento de grano por unidad de Area Foliar (dm²) del frijol Michoacán 12-A-3. Iguala, Gro. 1981.

Indice de cosecha (IC).

El análisis estadístico para el índice de cosecha reportó cambios significativos por efecto de dosis. El testigo mostró los valores de IC más altos (56), en cambio las plantas cultivadas en suelos con 9 ton/ha de gallinaza mostraron los valores de IC más bajos (45 a 47) (Fig. 4).

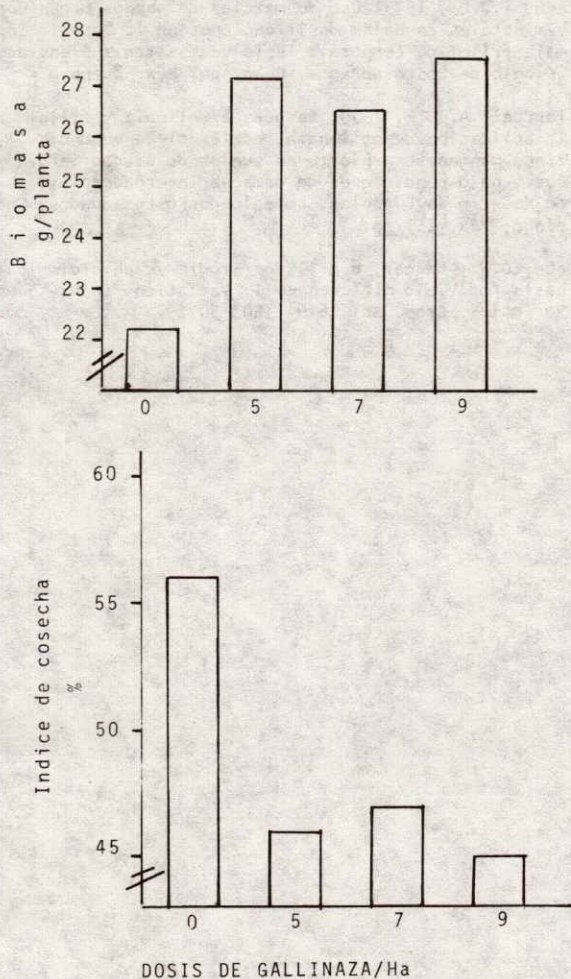


Fig. 4. Efecto de diferentes dosis de gallinaza sobre la biomasa/planta en frijol y el índice de cosecha Michoacán 12-A-3. Igualá, Gro. 1981.

DISCUSION GENERAL

La incorporación de gallinaza (hasta 9 ton/ha) al suelo no ocasionó respuesta en los componentes morfológicos del rendimiento en grano, como son el número de granos normales, tamaño del grano (peso seco promedio por grano), número de vainas con grano y número de granos norma-

les por vaina. El comportamiento de estos componentes ocasionó que el rendimiento en grano no se alterara. Estos resultados concuerdan con los reportados por Ben (1977), Tirado (1979) y Moreno (1982). En cambio, la aplicación de gallinaza ocasionó alteraciones en los componentes fisiológicos, manifestándose esto en un incremento en el área foliar y biomasa por planta; esto trajo en consecuencia, que las plantas cultivadas en suelos con gallinaza fueran menos eficientes en la producción de grano como lo indican los valores de índice de cosecha y relación rendimiento/área foliar.

Se sugiere que esta respuesta del frijol a la aplicación de gallinaza se debe a que el suelo en el cual se realizó el experimento, poseía altos niveles de nitrógeno y materia orgánica, pero bajos en calcio, magnesio y fósforo (este último elemento es indispensable para estimular la formación de frutos y semillas como es señalado por Bidwell, 1979; Salisbury y Ross, 1969). Entonces, al incorporar gallinaza al suelo (abono orgánico rico en nitrógeno, materia orgánica, calcio y fósforo (Moreno, 1982) se estimuló la producción de hojas debido al exceso de nitrógeno (como lo señala Bidwell, 1979) reflejándose esto en una mayor área foliar y biomasa (materia seca total por planta). Ahora podría esperarse que los niveles de fósforo en el suelo se incrementaran y se obtuviera respuesta en el rendimiento en grano, sin embargo, esto no sucedió en el presente trabajo. Posiblemente, esto se deba a que el fósforo que aporta la gallinaza no sea suficiente o no esté en la forma disponible para ser asimilado por la planta, pues sólo se ha observado respuesta en el rendimiento cuando, además de incorporar gallinaza al suelo, se incorpora fósforo inorgánico como lo demuestran los trabajos de Rodríguez (1976), Aidar (1976), Ben (1977), Villarroel (1979) y Moreno (1982).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales aquí señaladas, las conclusiones que se pueden derivar del presente trabajo son las siguientes:

- 1) La aplicación de gallinaza (hasta 9 ton/ha) ya sea al voleo o en banda en suelos de las características señaladas, no provocó respuesta en el rendimiento de grano y sus componentes: granos normales, tamaño del grano, vaina con granos y granos normales por vaina del frijol Michoacán 12-A-3.
- 2) La aplicación de gallinaza (hasta 9 ton/ha) ocasionó que el frijol mostrara mayor área foliar, y biomasa (producción de materia seca/planta).
- 3) La incorporación de gallinaza a suelos con características aquí señaladas, ocasiona que el frijol sea menos eficiente en la producción de grano.

BIBLIOGRAFIA

- Aidar, M.W., 1976. Efeito da adubaçao organica sobre a cultura do feijao (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista CERES 23 (125):44-45
- Ben, J.R., 1977. Efeito da adubacao com esterco de aves na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) Florianopolis, Brasil, Empresa catarinense de pesquisa agropecuaria. Comunicado Técnico No. 6, Co. Inc. 726 pp.
- Bidwell, R.G., 1979. Plant Physiology. Second edition, Mac Millan Publishing Co. Inc. 726 pp.

- Buttery, B., 1970. Effect of variation in leaf area index on growth of maize and soybean. *Crop. Sci.* 10:9-10.
- Esquivel, A.C., 1976. Evaluación de variedades de frijol y maíz en el cultivo de asociación maíz-frijol en la parte baja de la zona II del área "Plan Puebla". Tesis profesional. ENA. Chapingo, Méx. 136 pp.
- D.G.E.A., 1978. Información Agropecuaria y Forestal. S. A.R.H., Subsecretaría de Agricultura y Operación. Dirección General de Economía Agrícola.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. U. N.A.M. 146 pp.
- Moreno, D.R., 1970. Clasificación tentativa en relación a la fertilidad del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. S.A.G., Depto. de Suelos. Mi meografiado. Chapingo, Méx. 3 pp.
- Moreno, N.A., 1982. Efecto de la fertilización orgánica y mineral sobre el rendimiento en grano y sus componentes del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) var. Michoacán 12-A-3. Tesis de Licenciatura. Instituto Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. SARH. Iguala, Gro. 83 pp.
- Rodríguez, J.M., 1976. Fertilización y encalado de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelos volcánicos de Antioquia y Caldos. *Revista I.C.A.* (1):23-44.
- Salisbury, F.B., Roos C., 1969. *Plant Physiology* Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont California. 747 pp.
- Steel, R. y Torrie J. 1960. Principles and procedures of statistics with especial reference biological sciences. Mc. Graw-Hill Book company, Inc. U.S.A. 190-203 pp.
- Tirado, T.J.L., 1979. Uso de mezclas de abonos orgánicos y minerales en bajas dosificaciones en la asociación maíz-frijol de temporal. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. 84 pp.
- Villarreal, A.J. M. 1979. Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza, estiércol de vacuno, zinc, manganeso y hierro en suelos de Ciudad Serdán, Pue., bajo condiciones de campo e invernadero. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. 251 pp.
- Walace, D.H., Munger, H.M. 1966. Studies of physiological basis for yield differences II. Variations in dry bean varieties. *Crop. Sci.* 6(6): 503-507.

RESUMEN

En la Región Lagunera, como en la mayoría de las zonas productoras de cártamo en el país, se hace un manejo deficiente del cultivo en lo referente a riegos, tanto en su oportunidad como en cantidad. Tomando en cuenta esta problemática, se realizó el presente trabajo teniendo como fin determinar la función de producción que relacione el rendimiento del cártamo con el régimen de humedad y, en base a dicha función, generar un programa de riego óptimo. Los niveles de la variable régimen de humedad se definieron mediante la aplicación de diferente número de riegos, igualmente espaciados y relacionados con la evaporación del agua registrada en tanque tipo "A" en dos etapas fenológicas del cultivo. Se ensayaron de uno a cinco y de cero a cuatro riegos para la primera y segunda etapa, respectivamente; el diseño estadístico fue bloques al azar y el diseño de tratamientos cuadrado doble.

El rendimiento e ingreso neto resultantes por tratamiento se relacionaron por medio de la técnica de regresión múltiple con las variables independientes que representaron el régimen de humedad. Con las funciones de producción resultantes para rendimiento en grano e ingreso neto, se definieron los valores óptimos fisiológicos y económicos, respectivamente. En base a estos valores se encontró como tratamiento óptimo la aplicación de tres riegos en la primera etapa y dos en la segunda. El consumo de agua óptimo por el cártamo fue de 31 a 27 cm de lámina de agua para la primera y segunda etapa, respectivamente.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the production function of safflower, *Carthamus tinctorius*, and to obtain an optimum irrigation program for this crop in the Comarca Lagunera region of Mexico. A field experiment was conducted in the experimental station of CENAMAR from January 7 to June 20, 1982, on a medium texture arid soil, with a 31 percent field capacity and an apparent density of 1.35 g per cc. Four replications of thirteen treatment combinations of 1 to 5 irrigations in the preflowering stage, and 0 to 4 irrigations in the postflowering stage, according to the double square experimental matrix, were assigned to the plots. Maximum yields were associated with 3 and 2 irrigations, respectively, in the pre- and postflowering stages, the total amount of irrigation water being 58 cm. Grain yields varied from 2.25 ton per ha to 5.41 ton per ha.

INTRODUCCION

Actualmente los aceites comestibles de origen vegetal en el país provienen principalmente de las semillas de cártamo, ajonjolí, girasol, algodón y, en escala menor, olivo; sin embargo, la producción de aceite de estas plantas no abastece completamente las necesidades actuales del país, existiendo un déficit de aceite comestible que obliga a importar muchas toneladas anualmente.

Es factible que con el cártamo se pudiera resolver este problema, ya que su cultivo se adapta a condiciones de clima semiárido que domina en la mayor parte de la República Mexicana. En la Comarca Lagunera se siembra un promedio de 7,400 ha, de las cuales el 49% se riega con agua de bombeo y el 51% restante de medio riego y temporal; de esta superficie el 61% es ejidal y 34% pequeña propiedad, siendo el área mínima de 3,210 ha y llegando la máxima a 12,111 ha.

Tomando en cuenta la importancia que este cultivo puede al

canzar, ya que sus características agronómicas permiten cultivarse en zonas áridas, se planteó este trabajo para cubrir los siguientes objetivos:

Determinar la función de producción del cártamo (*Carthamus tinctorius*) y obtener el programa de riego óptimo para las condiciones del cultivo en la Región Lagunera, Coahuila y Durango.

REVISION DE LITERATURA

Obeso y Velázquez (1978) señalaron que existen tres períodos críticos en el uso del agua de riego para el cultivo del cártamo, y son: 45 a 50 días de la siembra al inicio de ramificación, de los 70 a 75 días en el inicio de formación de capítulos y de los 90 a 100 días poco antes del inicio de la floración.

Cuando la humedad del suelo no es suficiente al momento de esta última etapa fenológica, se producen granos de peso inferior al característico de la variedad, lo cual está relacionado directamente con el rendimiento total.

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

* Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Doorenbos y Kassam (1979) concluyeron que el cártamo es especialmente susceptible al exceso de agua, debido a que es propenso a las enfermedades en condiciones de humedad y que tolera períodos de déficit de agua; pero que para lograr una producción máxima debe tenerse en cuenta que los períodos de floración y de formación de la cosecha son los más sensibles a este déficit.

El CIANO (1982) reporta que el cultivo del cártamo necesita dos riegos en suelos francos y cuatro en suelos arcillosos. Se menciona que los riegos de auxilio en ambos tipos de suelo deberán ser ligeros para evitar excesos de humedad y la presencia de enfermedades radiculares.

El CIAN (1977) recomendó para el cártamo aplicar una lámina pesada de 30 cm para el riego de presiembra y dos riegos de auxilio aplicados a los 87 y 115 días después de la siembra con láminas de 15 cm. El primer riego de auxilio quedaría ubicado poco antes de la floración y el segundo en el inicio de llenado de grano.

Badilla y Hernández (1979) trabajaron con dos factores de variación: métodos de riego y porcentaje del volumen total a reponer, aplicados en las principales etapas del cultivo como son la ramificación, formación de capítulos, floración y llenado de grano, encontrando la siguiente función de producción para el método de riego por camas; ésta fue lineal $Y=1.711575+0.020889X$, que no tiene óptimo económico. Para surcos la función de producción fue del tipo cuadrático, siendo la siguiente.

$$Y = 1.559079 + 0.046855X - 0.000441X^2$$

Considerando el agua como factor variable; la ecuación refleja un óptimo económico de 53.0 cm para producir 2.36 ton/ha. La función de producción encontrada tiene la restricción que los riegos y la cantidad de agua necesariamente deben ser aplicados al inicio de las etapas fenológicas.

Ibarra (1981) define la función de producción como una expresión o ecuación matemática que indica la relación que hay entre diferentes niveles de insumo o insumos empleados en la producción y los productos obtenidos.

Palacios y Martínez (1978) señalaron que el rendimiento de un cultivo depende de muchos factores variables, algunos controlables como la fertilización, el riego, etc., otros parcialmente controlables como algunas plagas y enfermedades y otros no controlables como son los factores atmosféricos. Para investigar el efecto de determinados factores, pueden mantenerse varios de los factores variables controlables como constantes y asumirse alguna constancia de los factores no controlables. Se representaría de la siguiente manera:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_m) \text{ ---- (a)}$$

donde:

Y = rendimiento del cultivo

X_m = factor variable que influye en el rendimiento.

Los factores a la derecha de la raya vertical se consideran constantes y sólo se asumen variables los dos primeros a la izquierda de dicha raya.

Bajo esta suposición puede considerarse para fines de análisis que el rendimiento de un cultivo solamente depende de la cantidad de agua consumida por él antes del riego, en una etapa fisiológica determinada, ésto es:

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_i) \text{ ---- (b)}$$

donde:

X_i representa la cantidad de agua que ha sido consumida del suelo por el cultivo en la etapa 1.

Martínez (1978) menciona que los polinomios de segundo grado son las funciones que más se usan en la práctica ya que permiten una representación bastante razonable de las respuestas de un cultivo a las adiciones de insumos de la producción.

Cochran y Cox (1974) señalan, que los polinomios de superficie de respuesta tienen la ventaja de que son fáciles de ajustar; mencionan que se debe hacer una elección conveniente del diseño y que los polinomios no son muy confiables cuando se extrapolan. Una superficie polinómica debe considerarse como una aproximación dentro del nivel de exploración cubierta por el experimento.

Se afirma también que cualquier producción a partir del polinomio de respuesta, fuera del nivel de exploración, debe verificarse con nuevos ensayos antes de confiar en ella.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en terrenos del campo experimental CENAMAR, sito en la Región Lagunera Coahuila y Durango, durante el subciclo agrícola 1981-1982.

Duración: el período de estudio comprendió de la siembra 7 de enero de 1982 a la cosecha, 20 de junio de 1982, evaluándose al finalizar el rendimiento en grano.

Clima

Según Thornthwaite se clasifica como EdB_1b' , árido con lluvias deficientes en todas las estaciones, clima muy seco con temperatura semiárida con invierno benigno.

Suelos

Los suelos de la región pertenecen al gran grupo Aridisoles, y de ellos se han diferenciado 12 series. El terreno donde se desarrolló este trabajo pertenece a la serie Coyote. En el Cuadro 1 se presentan las características

Cuadro 1. Características físicas y constantes de humedad del lote experimental. Invierno 1981-1982. CENAMAR.

SARH.							
PROF.	ARENA	LIMO	ARCILLA	TEXTURA*	CC**	PMP**	Da***
(cm)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(gr/cm ³)
0 - 30	41.4	29.4	29.2	Mr	30.6	15.9	1.35
30 - 60	39.0	31.8	29.2	Mr	30.0	14.7	1.30
60 - 90	41.4	35.4	23.2	Franco	29.3	14.4	1.32

* Hidrómetro de Bouyoucos.

** Olla y membrana de presión.

***Barrena de muestras inalteradas.

físicas del lote experimental y los métodos empleados para determinarlos.

Ecuaciones de tensión de humedad del suelo

Para su obtención se utilizó la olla y la membrana de presión, ajustándose los datos al modelo potencial. En el Cuadro 2 se presentan las ecuaciones obtenidas.

Cuadro 2. Ecuaciones de las curvas de tensión de humedad del suelo. Invierno 1981-82. CENAMAR-SARH

Profundidad cm	E C U A C I O N E S
0 - 30	$T = 295656811.6 P_s^{-6.04} \quad r = 0.99$
30 - 60	$T = 60154058.9 P_s^{-5.56} \quad r = 0.99$
60 - 90	$T = 97333071.9 P_s^{-5.68} \quad r = 0.98$

METODOLOGIA EMPLEADA

Diseño estadístico

Para lograr los objetivos planteados se apoyó el presente trabajo con el diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones y el diseño de tratamientos cuadrado doble.

Factores y niveles en estudio

Lo constituyeron la variación del régimen de humedad del suelo en dos etapas fenológicas del cultivo.

Para la primera etapa se abarcó de siembra a inicio de formación de capítulos, los niveles en estudio fueron 1-2-3 y 4 riegos; para la segunda etapa que consistió de inicio de formación de capítulos a madurez fisiológica, los niveles en estudio fueron: 0-1-2-3 y 4 riegos. En el Cuadro 3 se presentan los tratamientos resultantes del diseño de tratamientos cuadrado doble.

Cuadro 3. Tratamientos resultantes. Invierno 1981-1982. CENAMAR-SARH.

No. de Tratam.	No. de Riegos 1a. Etapa	No. de Riegos 2a. Etapa
1	1	0
2	1	2
3	1	4
4	2	1
5	2	3
6	3	0
7	3	2
8	3	4
9	4	1
10	4	3
11	5	0
12	5	2
13	5	4

La programación de los riegos en su oportunidad, se realizó en base a los valores medios mensuales de evaporación registrados (tanque tipo A) en CENAMAR, de 1975-81.

Determinación del contenido de humedad del suelo

Para el conocimiento de los abatimientos de humedad entre riegos y su posterior reposición a capacidad de campo, se utilizó el muestreo gravimétrico realizado con barrenas Vehimeyer. La profundidad del muestreo fue hasta 1.5 m en estratos de 30 cm antes del riego. Entre riegos, el estrato muestreado fue de 90 cm fraccionado en estratos de 30 cm. La reposición de humedad consideró la capa de 0-90 cm.

Parcela experimental

Las dimensiones fueron 10 m de largo por 4.80 m de ancho dentro de la que se levantaron tres camas de 1.60 m de ancho con doble hilera de plantas cada una. Se dejó una separación entre parcelas de 1.60 m.

La parcela útil consistió de las dos hileras centrales de plantas y 8 m de largo.

Labores agronómicas

La preparación del terreno consistió de un barbecho, rasreo cruzado y nivelación. Mediante el levantamiento topográfico se definió el trazo del experimento.

Datos del cultivo

La variedad de cártamo utilizada fue la Gila; su siembra se efectuó el 7 de enero de 1982 con la sembradora de botas. La densidad de siembra fue de 15 kg/ha, la separación entre plantas fue aproximadamente entre 5 a 6 cm. Para fertilización se aplicó la fórmula 100-40-00 al momento de la siembra en forma mecánica. La cosecha se efectuó para cada tratamiento en forma manual el 20 de junio de 1982.

Variabes analizadas

Las variables analizadas fueron de dos tipos:

Variabes dependientes: rendimiento en grano e ingreso neto.

Variabes independientes: que es la forma de representar al régimen de humedad; fueron: tensión al riego (TR), consumo de agua y número de riegos.

Secuencia del análisis

Para lograr los objetivos planteados, la secuencia a seguir consistió en realizar el análisis de varianza de las variables respuesta. Posteriormente se obtuvieron las funciones de producción al relacionar las variables respuesta con las variables independientes mediante la técnica de regresión múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variabes dependientes

Rendimiento en grano

La variable respuesta (variable independiente) rendimiento en grano a 8% de humedad en cada uno de los tratamientos estudiados se presentan en el Cuadro 4; se observó en este Cuadro que el rendimiento más alto se manifestó en el tratamiento de tres y dos riegos para la primera y segunda etapa, respectivamente. Al analizar la tendencia de los resultados en rendimiento en grano, se observa que aumentaron a medida que se aplicaban de uno a cinco riegos. En el tratamiento 3.2 se alcanzó el rendimiento máximo, que no tuvo diferencias significativas con los tratamientos 4-1 y 3-4; con la aplicación de más de cinco riegos decreció la producción.

Cuadro 4. Variable respuesta - Rendimiento en grano (kg/ha). Invierno 1981-82. CENAMAR-SARH.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				\bar{x}
	I	II	III	IV	
1 - 0	2153	2130	2716	2019	2254
1 - 2	3682	3656	4358	3409	3776
1 - 4	4075	4047	3867	2905	3723
2 - 1	4479	3899	4563	4556	4374
2 - 3	4198	4314	4987	4134	4408
3 - 0	3682	5319	4665	4218	4471
3 - 2	5137	5784	5068	5644	5408
3 - 4	4414	5824	5416	4690	5086
4 - 1	4618	5879	5007	4907	5103
4 - 3	4947	4481	5416	4552	4849
5 - 0	3968	5519	4623	5067	4797
5 - 2	4701	4287	5206	5463	4914
5 - 4	3977	5545	4658	4924	4776
T	4693	4368	4844	4617	4630

Cuadro 5. Variables respuesta ingreso neto (\$/ha). Invierno 1981-82. CENAMAR-SARH.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				\bar{x}
	I	II	III	IV	
1 - 0	16028	15757	22672	14447	17226
1 - 2	31523	31217	39500	28302	32636
1 - 4	33659	33328	31204	19852	29511
2 - 1	41571	34727	42562	42479	40335
2 - 3	35701	37070	45011	34946	38182
3 - 0	32452	51769	44052	38777	41763
3 - 2	47314	54949	46500	53297	50515
3 - 4	35975	52613	47799	39232	43905
4 - 1	42042	56922	46632	45452	47762
4 - 3	43448	37950	48983	38787	42292
5 - 0	34659	52961	42388	47745	44439
5 - 2	41249	36364	47208	50240	43765
5 - 4	30080	48583	38116	41254	39508
T	41903	36068	43684	41006	41165

Ingreso neto.

El análisis económico realizado para cada tratamiento se presenta en el Cuadro 5; en él se observa que se obtuvo la mayor ganancia cuando se aplicaron tres y dos riegos para la primera y segunda etapa, respectivamente. La ganancia menor fue obtenida cuando se proporcionó únicamente el riego de presiembra.

Variables independientes

Para la representación del régimen de humedad se consideraron las siguientes variables: tensión al riego, consumo de agua y número de riegos. Los resultados obtenidos para cada uno de los tratamientos se presentan en el Cuadro 6.

Por la amplitud del rango en los niveles de estas variables, es factible la obtención de la función de producción.

Cuadro 7. Modelos resultantes para las variables respuesta rendimiento en grano e ingreso neto. Invierno 1981-82. CENAMAR-SARH

Variable Independiente	Rendimiento en grano						r^2
	b_0	b_1	Coeficientes de regresión			b_5	
			b_2	b_3	b_4		
No. de riegos	865.805	1820.833	820.063	-209.548	-101.236	-91.864	0.71
Consumo de agua	-929.178	301.198	61.243	-3.976	-0.429	-0.929	0.71
Tensión al riego	3337.363	117.943	333.750	-8.522	-15.105	-9.456	0.66
Ingreso neto							
No. de riegos	1746.118	20475.929	8615.899	-2414.699	-1256.374	-1061.436	0.66
Consumo de agua	-19298.094	3486.625	637.189	-47.566	-4.985	10.999	0.66
Tensión al riego	21465.847	1716.822	3988.013	-111.355	-159.659	-108.510	0.66

Cuadro 6. Variables independientes para cada tratamiento resultantes del régimen de humedad del suelo. Invierno 1981-82. CENAMAR-SARH.

TRATAM.	No. de Riegos		Tensión al Riego		Consumo Agua	
	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.
	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA	ETAPA
1	1	0	15	15	13.49	0.0
2	1	2	15	12.3	13.49	31.5
3	1	4	15	5.2	13.49	62.3
4	2	1	8.1	15.2	21.90	13.2
5	2	3	8.1	8.3	21.90	44.8
6	3	0	4.0	15.0	30.70	0.0
7	3	2	4.0	12.1	30.70	27.8
8	3	4	4.0	5.3	30.70	63.3
9	4	1	2.7	15.0	35.09	10.3
10	4	3	2.7	8.0	35.09	40.7
11	5	0	1.7	15.0	40.97	0.0
12	5	2	1.7	12.5	40.97	24.0
13	5	4	1.7	5.0	40.97	56.7
T	2	2	-	-	-	-

Polinomios cuadráticos generados

Al relacionar las dos variables dependientes con las tres independientes por medio de la técnica de regresión múltiple, se generaron seis polinomios cuadráticos.

En el Cuadro 7 se presentan en orden decreciente, en base al mejor ajuste al modelo polinomial cuadrático.

Lo anterior se hizo en base al más alto índice de determinación y al nivel de significancia de los coeficientes de regresión.

Optimización del modelo

La optimización de cada uno de los modelos se basó en la teoría de máximos y mínimos del cálculo diferencial. Al relacionar el rendimiento en grano y el ingreso neto con el régimen de humedad, se obtuvieron los óptimos fisiológicos y económicos, respectivamente. En el Cuadro 8 se presentan dichos valores.

Cuadro 8. Niveles óptimos resultantes. Invierno 1981-82. CENAMAR-SARH

Variable Independiente	Op. Fisiológico		Máximo Rend. (kg/ha)	Op. Económico		Máximo Ingr. (\$/ha)
	1a. Etapa	2a. Etapa		1a. Etapa	2a. Etapa	
TR (atm)	1.0	10.7	5,187	4.0	12.0	46,208
CA (cm)	34.0	34.5	5,230	31	27	47,440
NR	3.8	2.3	5,300	3.0	2.0	47,280

Las Figuras 1 y 2 explican la tendencia de los datos generados por los modelos resultantes al relacionar rendimiento de grano e ingreso neto con tensión al riego. En dichas Figuras se analiza que existió efecto cuadrático en los datos arrojados por cada uno de los modelos, lo cual fue más evidente para la variable ingreso neto.

Existen en las Figuras un rango para el régimen de humedad al cual el cultivo no tuvo respuestas significativas en su producción, por lo que se observa cierta constancia en la Figura.

Programa de riego óptimo

Como se indicó anteriormente, la variable independiente tensión al riego es la más representativa del régimen de humedad ya que conduce a la optimización del cuánto

y el cuándo regar. Los valores óptimos para esta variable generados del modelo coincidieron con el tratamiento 3-2, el cual se ensayó físicamente en el campo; para el caso de las otras dos variables independientes consumo de agua y número de riegos sucedió exactamente lo mismo. Los valores óptimos del contenido de humedad en el suelo, obtenidos por medio del modelo respectivo, coincidieron con el mismo tratamiento (3-2) en su consumo de agua y número de riegos.

Al ocurrir lo anterior no hubo necesidad de realizar interpolación, por lo tanto, se presentó el caso que el programa de riego óptimo correspondió al de dicho tratamiento.

El programa de riegos para la primera y segunda etapa quedó integrado de la siguiente manera:

						Total
NR	1	2	3	4	5	5
IR	0	51	22	19	40	132
LR	11	9	11	11	16	58
EV	0	141	141	141	415	1243

Donde:

NR = número de riegos

IR = intervalo de riegos (días)

LR = lámina de riego (cm)

EV = evaporación entre riegos (mm).

CONCLUSIONES

- El comportamiento del cultivo al factor régimen de humedad queda implícito en las siguientes funciones de producción:

Para rendimiento en grano:

$$R = 3337.36 + 117.94T_1 + 333.75T_2 - 8.52T_1^2 - 15.10T_2^2 - 9.45T_1T_2$$

$$T_1^* = 1.0 \text{ atm}, T_2^* = 10.7 \text{ atm}, R^* = 5187 \text{ kg/ha.}$$

Con esta función de producción se explica el potencial del cártamo al régimen de humedad.

Para ingreso neto:

$$IN = 21465.85 + 1716.82T_1 + 3988.01T_2 - 111.35T_1^2 - 159.66T_2^2 - 108.51T_1T_2$$

$$T_1 = 4.0 \quad T_2 = 12.0 \quad IN^* = 46208.00$$

- El programa de riego óptimo generado de esta última función es el siguiente:

NR	1	2	3	4	5	5
IR	0	51	22	19	40	132
LR	11	9	11	11	16	58

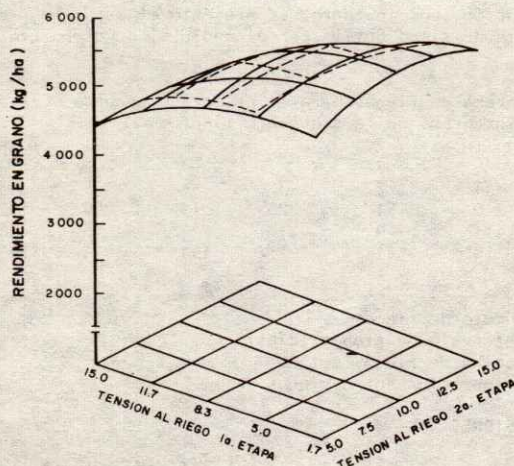
- La primer etapa fenológica fue más eficiente en su utilización del agua de riego.

- Resultó no conveniente la aplicación de más de cinco riegos en todo el ciclo del cultivo, puesto que la producción permanece constante e incluso decrece.

- El régimen de humedad óptimo, generado de la función de producción, coincidió con el mejor tratamiento, que resultó ser la aplicación de tres riegos en la primer etapa y dos en la segunda.

- Es importante considerar las principales etapas de diferenciación fenológica del cártamo como son: inicio de

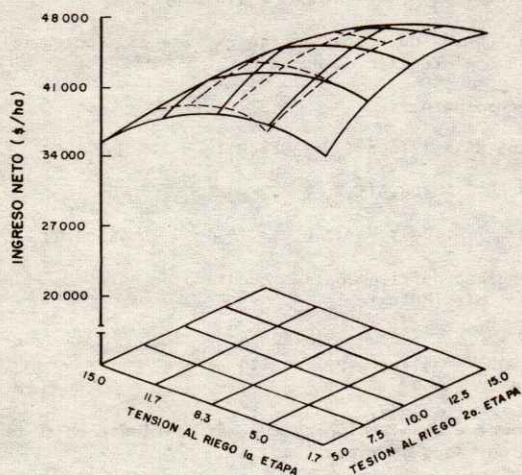
ramificación, inicio de formación de botones florales, inicio de floración e inicio de llenado de grano para realizar la ubicación de los riegos.



$$R = 3337.36 + 117.94T_1 + 333.75T_2 - 8.52T_1^2 - 15.10T_2^2 - 9.45T_1T_2$$

$$R^* = 5187 \text{ kg/ha} \quad T_1^* = 1.0 \text{ atm} \quad T_2^* = 10.7 \text{ atm} \quad r^2 = 0.65$$

Fig.-1 Superficie de respuesta de la función rendimiento en grano y tensión al riego.



$$IN = 21465.85 + 1716.82T_1 + 3988.01T_2 - 111.35T_1^2 - 159.66T_2^2 - 108.51T_1T_2$$

$$IN^* = 46720 \quad T_1^* = 4 \text{ atm} \quad T_2^* = 12 \text{ atm} \quad r^2 = 0.61$$

Fig.-2 Superficie de respuesta de la función ingreso neto y tensión al riego.

BIBLIOGRAFIA

DOORENBOS, J. y A.H. KASSAM. 1979. Efectos del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos, Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Riego y Drenaje. p. 137-139.

BADILLA VERDUGO, H. y C. HERNANDEZ YAÑEZ. 1979. Obtención del Cuánto y Cómo regar en el Cultivo de Cártamo. Gómez Palacio, Dgo. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR). 30 pp (en prensa).

CIAN. Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte. 1977. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola "La Laguna". Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. p.35-38.

CIANO. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. 1982. Guía para Producir Cártamo en el Valle del Mayo. SARH-INIA.

COCHRAN, W.C. y G.M. COX. 1974. Diseños Experimentales. Trad. de la 2a. edición en inglés por el Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Trillas. p. 120, 125, 372 y 373.

ESCOBAR GIRON, J.A. 1978. Metodología para el estudio de una superficie de Respuesta en Base al Diseño Cuadrado Doble. Chapingo, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados. 21 pp.

IBARRA ALEJO, R. 1981. Diagnóstico del Uso de los Recursos en Sistemas de Producción a través de Funciones de Producción. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 20 pp. (boletín técnico No. 26).

MARTINEZ GARZA, A. 1974. Teoría de la Regresión y sus Aplicaciones Económicas. México. SARH. Colegio de Postgraduados. p. 53-60.

OBESO SANTOS, E. y A. VELAZQUEZ. 1978. Cártamo, Su Cultivo en Sinaloa. Los Mochis, Sinaloa, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Campo Agrícola Experimental Valle del Fuerte. 12 pp. (Circular CIAPAN No. 56).

PALACIOS VELEZ, E. y A. MARTINEZ GARZA. 1978. Funciones de Respuesta de los Cultivos a Diferentes Tensiones de Humedad del Suelo. Chapingo, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados. p. 48-49, 60-63.

RELACION SUELO VEGETACION EN EL MUNICIPIO DE IXTLAN DE JUAREZ, OAX. +

Cárcamo, M.A. *
Cisneros Ibáñez, R. *

RESUMEN

En este trabajo se tratan de establecer las relaciones que existen entre las propiedades físicas y químicas del suelo con la vegetación que soporta; para esto se realizaron nueve perfiles de suelo a lo largo de la carretera Tuxtepec-Oaxaca, municipio de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, en lo que se conoce como Sierra de Juárez.

El estudio cuantitativo de las propiedades físicas y químicas de los suelos colectados, nos llevó a la clasificación de cuatro órdenes de suelo, a saber: Entisol, Alfisol, Mollisol e Inceptisol, los cuales soportan, respectivamente, los siguientes tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, el cual está subdividido en tres zonas que son la de Engelhardtia mexicana, la de Pinus strobus var. chiapensis y la de Liquidambar styraciflua; bosque de encino-pino; bosque de pino-encino y por último el bosque de pino.

La otra parte del estudio se llevó a cabo de manera meramente bibliográfica, donde se propone un sistema de derivadas que explica el comportamiento de la vegetación con relación a las propiedades físicas y químicas del suelo, siendo la siguiente:

$$\frac{dV}{dS} = \frac{dV}{d_{\text{prop. ffs.}}} + \frac{dV}{d_{\text{prop. quim.}}}$$

Los resultados que se obtuvieron en este estudio nos llevaron a las siguientes conclusiones: 1. existe una relación suelo-vegetación a niveles muy generales; 2. el microclima y el microrelieve tienen una influencia preponderante en la relación suelo-vegetación en la zona de estudio; 3. las especies que más se presentan en la zona de estudio son: Quercus laurina, Quercus crassifolia, Quercus rugosa, Pinus rudis, Pinus ayacahuite y el Pinus patula var. longepedunculata.

ABSTRACT

Nine soil profiles were described along the highway Tuxtepec-Oaxaca, within Ixtlan de Juarez, Oaxaca county, in order to study relationships between plant communities and the chemical and physical properties of soils. This study was conducted within the "Sierra de Juarez" forest range. Four soil orders were found: (a) entisols, (b) alfisols, (c) mollisols and (d) inceptisols and these were associated to (a) mesophilic forest that comprises Engelhardtia mexicana, Pinus strobus and Liquidambar styraciflua, (b) oak-pine forest, (c) pine-oak forest and (d) pine forest. A second phase of the study showed that (1) there was a relationship soil-vegetation at a very general level; (2) microclimate and microrelief have a highly significant effect on the soil-vegetation relationship; (3) the more abundant species in the area were Quercus laurina, Quercus crassifolia, Quercus rugosa, Pinus rudis, Pinus ayacahuite and Pinus patula.

INTRODUCCION

El suelo, la vegetación y el clima, están tan íntimamente relacionados que forman patrones, hasta cierto grado predecibles, que ayudan a encontrar las correlaciones existentes entre la distribución de las especies vegetales.

Esta relación (suelo-clima-vegetación) no es sencilla porque los diferentes factores del medio no actúan en forma aislada, sino que frecuentemente tienen influencia sobre la actividad de otros, y no es raro ver que ejercen entre sí acciones complementarias o antagónicas; de manera general se cree que el clima mantiene el papel principal como factor determinante en la vegetación, esta relación es indudable, a pesar de que no puede aceptarse en su totalidad; tal función del clima se debe a que este elemento no solamente actúa en forma directa sobre la ve-

getación, sino también en conjunto con ésta, sobre el material madre transformándolo en suelo.

Sin embargo, como mencionamos, la acción del clima no es el único factor en todo tipo de condiciones; Lacoste (1969) intentó una evaluación de las diferentes combinaciones de factores ambientales que resultan favorables, para que el clima, la topografía, el suelo, o bien los factores bióticos asuman mayor importancia en la determinación del tipo de vegetación.

Por otro lado, en la República Mexicana se ha encontrado que los diferentes tipos vegetales no tienen correlaciones sencillas con el clima, y a menudo es necesario la recurrencia a otros elementos del medio, o probables influencias de hechos ocurridos en el pasado geológico, para explicar estas aparentes "anomalías". En algunas regiones las diferencias en las características de la topo-

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

* Investigador de la ENEP Zarazoga, UNAM.

graffa del sustrato y del suelo con frecuencia ejercen mayor influencia sobre la distribución de la vegetación que las que causa la misma precipitación.

Lacoste y Tobert (1978) afirman que la correlación entre la vegetación y el suelo es tan íntima, que los principales grupos de suelos pueden ser definidos casi en su totalidad según los tipos de vegetación bajo cuales se presentan.

Los tipos de vegetación se controlan por los mismos factores del suelo; los agentes climáticos, agua, viento, cambios de temperatura, etc. actuaron para desintegrar, erosionar y transportar los materiales; por lo que el clima y la vegetación tienden a ser uniformes a través de distancias de cientos de kilómetros. A diferencia los materiales parentales y el tiempo varían juntos y pueden cambiar a cortas distancias y en puntos topográficos particulares, provocando con esto diferentes tipos de suelo y de vegetación; de manera general se puede decir que casi todos los cambios de tipo de suelo que tienen lugar en distancias cortas están relacionados con el factor topográfico.

Cuanalo y Aguilera (1970), Barreto y Hernández (1970) mencionan que en un área climáticamente homogénea de la región de Tuxtepec, Oax, existen 5 comunidades forestales distintas a mencionar; El bosque de *Terminalia amazonia*, el de *Quercus sp*, el de *Vockysia hondurensis*, el de *Scheela liebmanni*, *Sweetia panamensis* y el *Brosium alicastrum*, cuya distribución está ligada con ciertas características del suelo.

Localización y condiciones de la zona de estudio

La zona de estudio comprende parte del municipio de Ixtlán de Juárez en el Estado de Oaxaca; su situación geográfica corresponde aproximadamente a 96°30' de longitud oeste y 17°29' de latitud norte (Fig. 1).

La zona forma parte de la Sierra de Juárez y está constituida por una serie de cordones que sirven de cabezeras a pequeñas y grandes barrancas que dan a la zona una topografía muy accidentada. Las elevaciones sobre el nivel del mar están comprendidas entre los 2 400 y 2 950 m con pendientes que varían de 10 a 70%, existiendo una dominancia de exposiciones Noreste y Noroeste.

Presenta en su mayoría un clima cálido-húmedo (según García, 1975), Am(w) (i)g, mientras que la parte que está más cercana a Guelatao de Juárez presenta un clima templado C(w₁).

Geología

Se presentan afloramientos del cretácico superior, inferior, triásico, jurásico, precámbrico y terciario, principalmente rocas sedimentarias (caliza) y volcano-sedimentarias (limonita y areniscas); rocas ígneas extrusivas y rocas metamórficas.

Suelos

Se presentan los siguientes tipos de suelos: Feosol lúvico, Luvisol crónico, Acrisol húmico, Cambisol vértico, Luvisol vértico; Litosol y Regosol Eútrico (DETENAL, 1981).

Vegetación

La vegetación forestal de la zona está formada por masas vírgenes y mezcladas de pino, encino y latifoliadas; en-

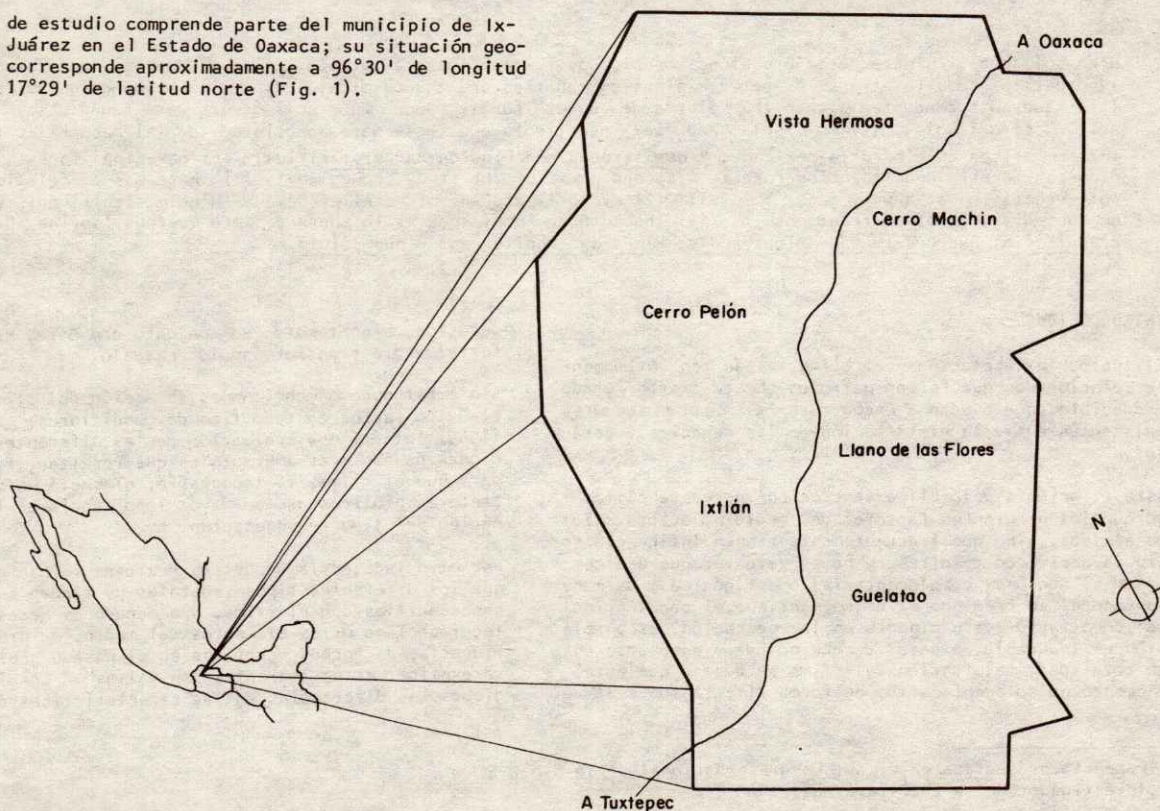


Fig. 1 Municipio de Ixtlán de Juárez Oaxaca.

contrándose que una de las asociaciones más importantes es la de pino-encino.

Metodología

1. de Campo

Se eligieron 9 sitios de muestreo, en los cuales fueron colectados suelo y vegetación, a lo largo de la carretera Tuxtepec-Oaxaca, entre el Km 99 (Vista Hermosa) y el Km 184 (Guelatao de Juárez) (Fig. 2).

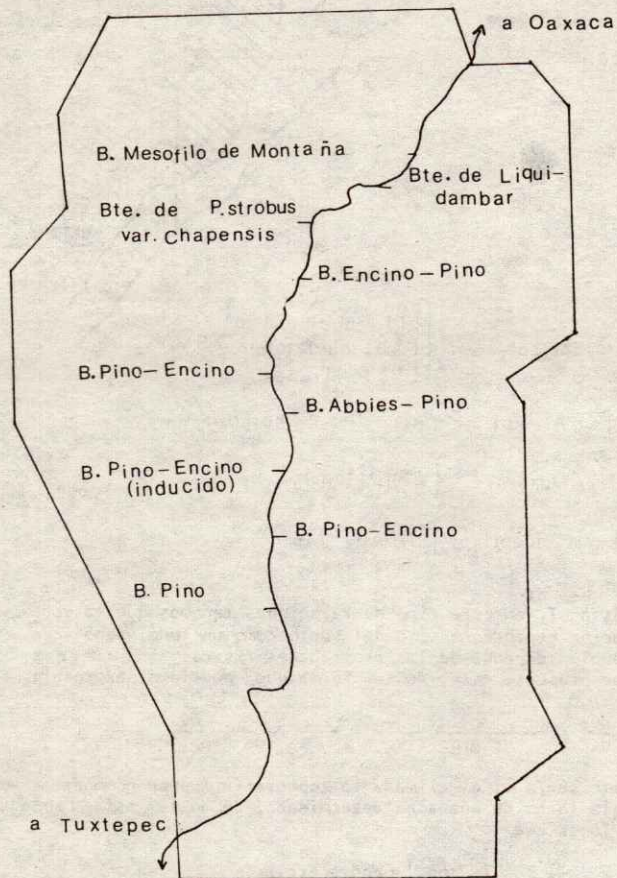


Fig. 2.
Localización de los pozos realizados a lo largo de Carretera Tuxtepec-Oaxaca

La elección de los sitios de muestreo fue en base al tipo de vegetación que se presentaba, localizándose la zona más representativa.

II. de Laboratorio

Las muestras de suelo fueron secadas al aire, fraccionadas y después pasadas por un tamiz con luz de maya de 2 mm de diámetro. Los análisis físicos y químicos son los descritos a continuación.

Análisis Físicos

- Color en seco y en húmedo por comparación con las tablas Munsell (1975).
- Densidad aparente, por compactación, por el método de la probeta (Baver, 1956).
- Densidad real, por el método del picnómetro de 25ml (Baver 1952).
- Textura por el método de Bouyoucos (1963), con oxalato y metasilicato de sodio al 5% como dispersantes.

Análisis Químicos

- pH, en la relación suelo-agua 1; 1, 1;2.5, 1;5, por el método potenciométrico con electrodos de vidrio y calomel.
- Capacidad de intercambio catiónico total; utilizando como solución saturadora al CaCl_2 pH 7 (Jackson, 1954).
- Carbonatos y bicarbonatos; por titulación con ácido sulfúrico, con fenolftaleína y anaranjado de metilo como indicadores (Richards, 1954).
- Cloruros; titulados con AgNO_3 0.005 N, utilizando al K_2CrO_4 como indicador (Richards, 1954).
- Materia orgánica; por el método de combustión húmeda de Walkley y Black (1934), modificado por Allison (1965)
- Sodio y potasio solubles por flamometría; utilizando el acetato de amonio pH 7 como extractor.
- Nitrógeno total por el método de Kjeldhal (1961) modificado por Bremner (1965).
- Fósforo; por clorimetría por el método de Troug (1930), con ácido sulfomolibdico, y como indicador al cloruro estano.

Vegetación (sólo se colectaron árboles)

se identificaron las muestras mediante claves y por comparación de ejemplares de herbario, así como también se revisaron listados florísticos hechos en la zona.

Matemáticos

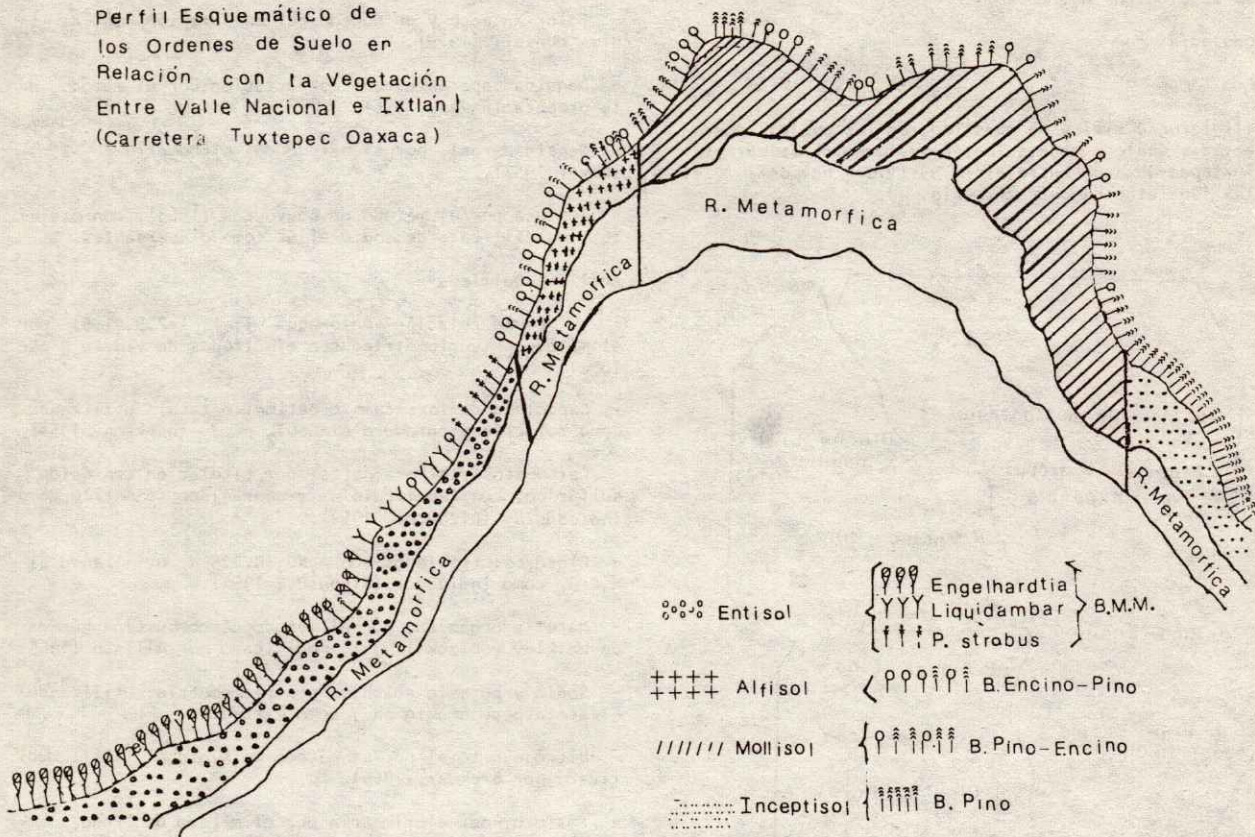
Se hicieron pruebas con el siguiente tipo de ecuaciones y diseños experimentales: función lineal, cuadrática, potencial, método de matrices, correlación lineal y múltiple, contraste de hipótesis, análisis de varianza y estadística no paramétrica.

RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos en los análisis físicos y químicos de las muestras de suelo se llegó a determinar que la zona de estudio presenta los órdenes de suelo siguientes: Entisol, que abarca la región donde se ubica el bosque mesófilo de montaña; Alfisol, el cual soporta una vegetación de encino-pino; Mollisol, que presenta una vegetación de bosque con predominancia de las especies de pinos sobre los encinos y abbies; finalmente se presenta un Inceptisol, en donde la vegetación que existe es bosque de pino (Fig. 3).

Dentro de la vegetación de pino encontramos que el *Pinus strobus*, *Pinos pseudostrobus*, *Pinus patula*, *Pinus rudis*, son las especies forestales más importantes, por su amplia distribución y su abundancia, variando su altura

Fig. 3.
Perfil Esquemático de
los Ordenes de Suelo en
Relación con la Vegetación
Entre Valle Nacional e Ixtlán
(Carretera Tuxtepec Oaxaca)



entre los 30 y 40 m; entre los encinares tenemos al *Quercus laurina*, *Quercus rugosa*, *Quercus crassifolia*, etc., las que se presentan casi con la misma abundancia que los pinos mayores y menores elevaciones estos dos tipos de vegetación antes mencionados se presentan en diversidad de mezclas entre ellas y con las especies de latifolias existentes, tales como el madroño (*Arbutus sp.*). El *Pinus rudis*, se presenta en las mayores elevaciones con una mayor frecuencia y abundancia, así como también en la zona se localiza una población reducida (a comparación con la de pino y encino) de *Abies hickelii*, la cual se mezcla con el *Pinus patula* y rara vez con el *Pinus rudis*; en el bosque mesófilo de montaña encontramos como vegetación dominante a *Engelhardtia mexicana*, *Liquidambar styraciflua* y un manchón de *Pinus strobus* var. *Chiapensis*, así como la existencia de una vegetación subarborescente y algunas gramíneas (ver listado florístico).

Por otro lado, de la misma forma en la que Jenny (1941) propone que el suelo cambia con el tiempo, podemos ver que también la vegetación cambia con el tipo de suelo, este cambio se puede expresar matemáticamente como sigue:

$V = g(s)$ esto es la vegetación como función del suelo

o

$$\frac{dv}{ds} = g'(s)$$

más aquí, en este tipo de relaciones tenemos que la vegetación depende no sólo del suelo como un todo, sino que también depende de las propiedades físicas y químicas que presente éste, de tal forma que, podríamos expresar:

$$\frac{dv}{ds} = \frac{dv}{\text{de prop. fís.}} + \frac{dv}{\text{de prop. quím.}}$$

Esto sería si el clima y la topografía fueran homogéneas a lo largo de una zona determinada; de no ser así tendríamos que:

$$\frac{dv}{ds_{cl.}} \quad (\text{top., pend., etc.})$$

o

$$\frac{dv}{ds_{top.}} \quad (\text{cl., pend. etc.})$$

o

$$\frac{dv}{ds_{pend.}} \quad (\text{cl., top. etc.})$$

y así sucesivamente.

Ahora, volviendo al supuesto de que: clima, vegetación, pendiente, etc. permanecen constantes, la diferencia en el tipo de vegetación se deberá exclusivamente a las propiedades físicas y químicas del suelo.

De tal forma podemos inferir las siguientes ecuaciones:

$$\frac{dv}{ds} = \frac{dv}{ds} \cdot \frac{ds}{ds} \cdot \frac{tex}{ds} + \frac{dv}{ds} \cdot \frac{ds}{ds} \cdot \frac{esp.por}{ds} + \dots$$

$$\frac{dv}{ds} \frac{prop. ffs.}{prop. ffs.} = \frac{dv}{ds} \frac{pH}{pH} \cdot \frac{ds_{pH}}{ds} \frac{prop. quím.}{prop. quím.} + \frac{dv}{dM.O}$$

$$\frac{d M.O}{ds} \frac{prop. quím.}{prop. quím.} + \dots$$

y así sucesivamente.

o una combinación de las ec. 2 + 3 = ec. 1; de tal forma que nos indique la real interacción de las propiedades físicas y químicas para producir un cambio en la vegetación.

DISCUSION

Entisol

En este orden de suelos vemos que se encuentra soportando el bosque mesófilo de montaña, el cual podemos dividir en 3 zonas a saber: la de Engelhardtia mexicana, la zona de Pinus strobus var. Chiapensis y la que corresponde a Liquidambar styraciflua; se presenta una textura de

migajón arenoso en toda la zona, un color café oscuro hasta un café amarillento, pasando por el olivo claro en la zona de Pinus strobus, el pH superficial aumenta de la zona de Engelhardtia, hacia la zona de Liquidambar de 4.4 a 5.5; los carbonatos aparecen en el bosque de Pinus strobus hasta el de Liquidambar, en concentraciones bajas a diferencia de los bicarbonatos los cuales se mantienen constantes, esto debido a efectos de pH; el sodio, potasio y los fosfatos se mantienen constantes en toda la zona en concentraciones bajas; la materia orgánica disminuye en la superficie a partir de la región de Engelhardtia, hacia la región de Liquidambar; el nitrógeno por el contrario aumenta en la misma dirección; la C.I. C.T. sigue el comportamiento de la materia orgánica.

Alfisol

En este orden de suelo encontrado, observamos que se presenta una vegetación mezclada de encino-pino (dominancia de encino). Es la región con el pH más ácido de toda la zona de estudio ya que alcanza valores hasta de 2.45 en la superficie, con un color negro, sin horizonte B y con un horizonte A sin acumulaciones de arcilla, presentando una textura de migajón arenoso; aumentando la profundidad del suelo conforme se avanza en altura, aumenta también la calidad de pinos sin que lleguen a igualar a la cantidad de encinos, dentro de los que podemos mencionar como principales especies a las siguientes: Quercus laurina, Quercus rugosa y Quercus crassifolia, los cuales también se encuentran, aunque en menor cantidad, en el entisol y el mollisol, que le anteceden y preceden respectivamente. Dentro de los pinos podemos mencionar al Pinus rudis, el Pinus ayacahuite y el Pinus pseudostrabus.

Listado Florístico General de la Zona.

<u>Engelhardtia mexicana</u>	<u>Solanum cervantessii</u>	<u>Pinus pseudostrabus</u>
<u>Liquidambar styraciflua</u>	<u>Salix paradoxa</u>	<u>Pinus Rudis</u>
<u>Arbutus Xalapensis</u>	<u>Sambucus mexicana</u>	<u>Pinus oaxacana</u>
<u>Arctostaphylos arguta</u>	<u>Lornicera mexicana</u>	<u>Pinus leophylla</u>
<u>Clethra oleoidea</u>	<u>Curnus disciflora</u>	<u>Clidemia sp</u>
<u>Quercus laurina</u>	<u>Fuchsia thymifolia</u>	<u>Ceratozamia sp</u>
<u>Quercus copeyensis</u>	<u>Arctostaphylos salicifoloum</u>	<u>Deppea sp</u>
<u>Quercus rugosa</u>	<u>Pteridium aquilinum</u>	<u>Alsophila sp</u>
<u>Quercus crassifolia</u>	<u>Baccharis heterophylla</u>	<u>Eupatorium sp</u>
<u>Quercus castanea</u>	<u>Dodonoea viscosa</u>	<u>Persea sp</u>
<u>Quercus glabresces</u>	<u>Senecio andrieuxii</u>	<u>Symplocos sp</u>
<u>Quercus peduncularis</u>	<u>Senecio aschorbornianus</u>	<u>Archibaccharis sp</u>
<u>Quercus glaucesces</u>	<u>Baccharis conferta</u>	<u>Viburnum sp</u>
<u>Abbies hickelii</u>	<u>Alchornea sp</u>	<u>Cestrum sp</u>
<u>Pinus strobus</u>	<u>Parthesis sp</u>	<u>Oreopanax sp</u>
<u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u>	<u>Clusia sp</u>	<u>Sauravia sp</u>
<u>Pinus ayacahuite</u>	<u>Hedyosmon sp</u>	<u>Weinmannia sp</u>
<u>Pinus patula</u> var. <u>longepedunculata</u>	<u>Arthrostylidium sp</u>	<u>Vaccinium sp</u>
<u>Terminalia Amazonia</u>	<u>Colyptranthos sp</u>	<u>Vaccinium sp</u>
<u>Ilex pringlei</u>	<u>Psychotria sp</u>	<u>Dendropanax sp</u>
<u>Gultheria odorata</u>	<u>Miconia sp</u>	<u>Drimys sp</u>
<u>Hedyosmun sp</u>	<u>Perrottetia sp</u>	

Presenta un horizonte A₂ de color blanquecino, que hace que sea considerado como un podzol poco desarrollado por Aguilera; este subhorizonte no presenta un espesor mayor de 2 cm de grosor.

Mollisol

En este orden de suelo encontrado en la zona, observamos que se presentan varias asociaciones vegetales, en las que el pino forma casi siempre la parte más importante de dichas asociaciones que son: la de pino-encino y la de abbies-pino.

Es importante mencionar que pasando el cerro Pelón (Fig. 3) es donde encontramos la mayor altura sobre el nivel del mar (2950 m), el clima pasa a ser más templado C(w₁), con una disminución de la pp., manteniéndose de este punto en adelante constante.

La zona que comprende este orden de suelo es la que presenta una mayor profundidad de suelo con horizontes bien definidos en donde prevalecen los colores oscuros (10 YR); además de que a lo largo de toda la zona existen horizontes con acumulación de arcilla, con pH que van de 4.6 a 5.4 en los horizontes superficiales; la textura que prevalece en esta parte de la zona de estudio corresponde a un migajón arcilloso hasta antes del cerro pelón cambiando hacia una textura arenosa al empezar a descen-

Como se mencionó anteriormente, en esta parte de la zona de estudio la vegetación que domina es el *Pinus*; entre los que podemos mencionar al *Pinus rudis*, al *Pinus ayacahuite*, el *Pinus patula*, var. *longepedunculata*, etc. predominando incluso en algunas partes aún sobre los demás pinos y *Pinus rudis* es el que se presenta en los lugares con mayor elevación (punta y laderas altas de monañas) a diferencia de *Pinus patula* var. *longepedunculata*, el cual por el contrario prevalece en las zonas más bajas.

Clasificación de Suelos según U.S.D.A. (1975) y F.A.O.-UNESCO - D.G.G.

Perfil

1	Udorthent	Acrisol órtico
2	Udorthent	Acrisol órtico
3	Udorthent	Acrisol órtico
4	Paleudalf	Podzol - Luvisol
5	Argiudoll	Feozem lúvico
6	Paleudol	Feozem órtico
7	Argiudoll	Feozem húmico
8	Argiudoll	Feozem lúvico
9	Dystrochrept	Feozem rôdico-xántico

Es importante mencionar que los contenidos de arcilla son casi iguales en los horizontes A y B de todos los perfiles que se localizan en esta zona.

Inceptisol

En este orden de suelo como podemos ver en la Fig. 3, se presenta una vegetación de pino exclusivamente, entre los que podemos mencionar al *Pinus oaxacana*, el *Pinus leiophylla* que aparecen en esta región, así como al *Pinus rudis*, y al *Pinus patula* var. *longepedunculata*, que se encuentran a lo largo de toda la zona de estudio. En este orden de suelo, éste no es muy profundo pero es más desarrollado que el inceptisol presente en la primera parte de la zona de estudio; presenta un color amarillo rojizo, lo que indica la presencia de existencia de un epipedón ócrico, la materia orgánica se presenta en el horizonte superficial en un 3% aproximadamente en toda la región, sin existir un horizonte B.

Por otro lado, en vista de que la mayoría de los modelos matemáticos utilizados no corresponden a la dinámica que presentan el suelo y la vegetación, se plantea un sistema de derivadas las cuales indican la variación del tipo de vegetación con respecto a las propiedades físicas y químicas del suelo, donde inicialmente la ec. 1 propone una acción conjunta de las propiedades físicas y químicas del suelo, dando como resultado un cambio en el tipo de vegetación; si llevamos más a fondo esta sustitución de ecuaciones, podemos dividirlo en cada una de las ecuaciones 2 o 3, las que cada una pueden ser las causantes del cambio en el tipo de vegetación, con la limitante de que debe existir homogeneidad en las demás propiedades.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, así como lo observado en campo nos llevaron a concluir lo siguiente:

- Existe una relación entre el suelo y los tipos de vegetación en la zona de estudio; existiendo una correspondencia entre el tipo de vegetación con respecto a un tipo de suelo (pero a niveles muy generales como son orden suborden, gran grupo), el cual está claramente delimitado del otro, el cambio en el tipo de vegetación es poco marcado.
- La relación suelo-vegetación tiene una influencia de parte del microclima presente en cada uno de los tipos de vegetación-suelo, ya que la complejidad del microclima rompe la homogeneidad, formando con esto zonas heterogéneas dentro de los tipos de vegetación.
- La relación suelo-vegetación también presenta influencias directas del microrelieve que se presenta en cada una de las asociaciones suelo-vegetación que se presentan a lo largo de la zona de estudio.
- Dentro de los tipos de vegetación, se puede mencionar que los pinos y los encinos se adaptaron a variadas condiciones climáticas y edáficas lo cual es propio de especies cosmopolitas, dentro de las cuales el *Quercus rugosa*, *Quercus laurina*, *Quercus crassifolia*, *Pinus rudis*, *ayacahuite* y el *Pinus patula* var. *longepedunculata*, son las especies con mayor amplitud de distribución en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera H, Nicolás. Soil in Latin American conifer seminar studing. United Nations. FAO. Roma Italia. 1960. (mimeografiado).

- Barreto Vargas, Fidel. (Tesis). Relación Suelo-Vegetación en la zona cálida-húmeda de Tuxtepec, Oaxaca. Chapingo, México. 1969.
- Bonilla Beas, Reyes. (Tesis). Determinación de algunas relaciones entre los suelos y las asociaciones primarias y secundarias en Tuxtepec, Oax. Chapingo, México. 1973.
- Cuanalo de la Cerda, H. y Aguilera, H. Los grandes grupos de Suelos en la región de Tuxtepec, Oax. INIF. México. 1962.
- García, E. Enriqueta y Falcón, Haida. Atlas de la República Mexicana. Ed. Porrúa. S.A. México. 1977.
- Lacoste, A. y S. Tobert. 1969. Biogeografía. Ediciones Oikos-tau. S.A. Barcelona, España.
- INIF. Relación Suelo-Vegetación en la región de Tuxtepec-Oaxaca. C.N.E.E.D. I.N.F., México.

ESTUDIO DE SUELO-VEGETACION HALOFITA EN LA CUENCA ENDORREICA ZOCOALCO DE TORRES-SAYULA*

Delgado Ibarra, R.*

RESUMEN

En la cuenca endorreica Zacoalco de Torres - Sayula, en el estado de Jalisco, se realizó un estudio de suelo-Vegetación halófitas, en el cual se pretendió probar la hipótesis de que algunas de las especies halófitas allí establecidas eran indicadoras de sales.

El experimento se realizó durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1982, meses en los cuales se encontraban en etapa fenológica de floración estas especies (etapa que nos indica que el vegetal se ha desarrollado plenamente). Para su análisis se utilizó el Método CP.

Los resultados obtenidos fueron que: Oligomeris linifolia, Distichlis spicata, Sessuvium portulacastrum, Suaeda diffusa y Lycium carolinianum, deberían su presencia y dominancia a las sales, por lo que las podemos considerar como indicadores de éstas.

ABSTRACT

The hypothesis that some halophyte species are indicative of high salt content in soils was tested in the Zacoalco Endoreic watershed of Torres - Sayula, Jalisco state. Population densities of 9 halophyte species were tested against 8 soil properties according to the C.P. method. It was found that Oligomeris linifolia and Distichlis spicata, Sessuvium portulacastrum, Suaeda diffusa and Lycium carolinianum were indeed indicative of high salt content in soil.

INTRODUCCION

Con el tiempo las áreas agrícolas han ido a menos en todos los continentes. Uno de los factores que han contribuido a la situación, es la acumulación de sales en los suelos, debido al mal uso de agua, suelo y vegetación.

En México, por ejemplo, los problemas de ensalitramiento han adquirido una magnitud considerable, lo que ha provocado que en la actualidad el 33% de la superficie bajo riego se encuentra afectada en mayor o menor grado.

Hilgard (1906), fué uno de los primeros en reconocer el significado de ciertas plantas nativas como indicadoras de las características de los suelos, y en utilizarlas para determinar la utilidad agrícola de los suelos salinos y/o sódicos. Más recientemente, Samson (1939, p. 200), ha dicho:

"En el futuro es de esperarse un uso más amplio de especies y asociaciones de indicadoras, pero es seguro que dicho uso estará apoyado en mejores evidencias que las que se han tenido hasta ahora. En esta forma el concepto de indicadora representará su máxima seguridad de interpretación".

Estos y otros estudios por Flouers (1934), Harris (1920), Shantz y Piemeisal (1924), citados por Richards (1977), indican que un reconocimiento vegetal puede ser útil para la evaluación de un área.

El experimento se realizó durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1982, meses en los cuales se encontraron las especies vegetales en estudio en su etapa fenológica de floración, (etapa que nos indica que el vegetal se ha desarrollado plenamente).

OBJETIVOS

1. Contribuir a aumentar el conocimiento suelo - vegetación halófitas de la cuenca endorreica Zacoalco de Torres - Sayula.
2. Determinar cuál de las especies deben su presencia y dominancia a las sales, para con ello considerarlas como indicadoras.
3. La elaboración de un documento que sirva de apoyo a futuras investigaciones sobre el tema o la zona.

HIPOTESIS

1. Algunas de las especies silvestres que se desarrollan bajo condiciones de suelos con acumulación de sales,

* Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S. Oaxaca, Oax. 1983.

* Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara.

nos reflejan las condiciones físicas y químicas donde se encuentran presentes.

- No todas las plantas halófitas, son indicadoras de salinidad, es decir, no deben su presencia y dominancia a las sales.

SUPUESTOS

- Cuando la planta se encuentra en la etapa fenológica de floración ésta se encuentra en condiciones que le permiten un desarrollo pleno.
- No fue determinante el uso actual del suelo.
- El temporal que se presentó fue el representativo de la zona.

MATERIALES Y METODOS

La cuenca endorreica Zacoalco de Torres-Sayula, se encuentra comprendida entre las coordenadas 20°10' y 19°50'. 103°40' y 103°20', con una altura sobre el nivel del mar de 1 355 a 1 500 m.

De acuerdo con la clasificación de climas de Thornthwaite se define como: PG. HE, TB, VA.
Semi-seco, gran deficiencia de agua invernal.
Semi-cálido, baja concentración de calor en el verano.

La precipitación es de 780 mm promedio anual, con evaporaciones hasta 1 300 mm anuales.

El modo de formación de la cuenca es tectónico, encontrando como rocas más abundantes riolitas, basaltos y brechas volcánicas.

Los suelos de la cuenca, según la clasificación de Riverside, son salinos-sódicos de acuerdo a los análisis efectuados en el Laboratorio de Suelos de la Escuela de Agrí cultura de la Universidad de Guadalajara.

Se usó el método CP, Turrent (1979) para evaluar el efecto del pH, la materia orgánica, la conductividad eléctrica del extracto de saturación, la densidad aparente, el agua aprovechable, los cationes solubles (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺), el porcentaje de sodio intercambiable y la textura, sobre la densidad de población.

En el experimento, los métodos de análisis de suelos utilizados fueron:

pH (con potenciómetro, relación 1:2.5)
Materia orgánica (vía húmeda, Método Walkley y Black)
CE (del extracto de saturación, con el Solu-Bridge Soil Tester)
Densidad aparente (Método de la parafina)
CIC (Método de acetato de amonio)
PSI (Método de Laboratorio de Salinidad de Estados Unidos, Riverside, California)
Texturas (Métodos del hidrómetro de Bouyoucos)
Cationes solubles (titulación con versenato para Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺, flamometría para Na⁺).

En el área de estudio se encontraron presentes y dominan do en el paisaje las siguientes especies vegetales sil vestres:

- Argemone ochroleuca* sweet (Papaveraceae)
- Sessuvium portulacastrum* (L) (Aizoaceae)
- Pluchea odorata* (L) Cass (Compositae)
- Lycium carolinianum* Walt (Solanaceae)
- Acacia farnesiana* (L) (Leguminosae)

- Spodobolus pyramidatus* (Gramineae)
- Oligomeris linifolia* (Vahl) F.Mc. Bride (Rosaceae)
- Distichlis spicata* (Gramineae)
- Suaeda diffusa* (Chenopodiaceae)

Las cuales fueron colectadas y herborizadas para su identificación, la cual se realizó en el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de este experimento permitieron obtener información con respecto a qué especies vegetales debían su presencia y dominancia a las sales, para con ello considerarl as como indicadoras.

Análisis de varianza para *Oligomeris linifolia* (Vahl) F. Mc. Bride (Rosaceae), en la combinación: % Arena x PSI

Factor	FV	GL	Fc	R ²	PARCIALES	
					GL	Fc
% Arena x PSI Catego rías	3	11.7777*	94.6428	2	5.6668	
Residuo	2					

Ya que el análisis de varianza resultó significativo para Ft(0.10), podemos considerar que existen diferencias en cuanto al número de plantas por m², en las diferentes categorías, lo que nos indica que estos factores nos determinan el número de plantas/m².

Análisis de varianza para *Distichlis spicata* (Gramineae) en la combinación: % Arena x Ca⁺⁺.

Factor	FV	GL	Fc	R ²	PARCIALES	
					GL	Fc
% Arena x Ca ⁺⁺ Catego rías	3	4.7392*	67.0085	2	2.0292	
Residuo	7					

Ya que el análisis de varianza resultó significativo para Ft(0.10), podemos considerar que existen diferencias en cuanto al número de plantas por m² en las diferentes categorías, lo que nos indica que estos factores determinan la densidad de población/m².

Análisis de varianza para *Sessuvium portulacastrum* (L) (Aizoaceae), en combinaciones: C.E. x pH, C.E. x Na⁺, C.E. x PSI.

Factor	FV	GL	Fc	R ²	PARCIALES	
					GL	Fc
C.E. x pH						
C.E. x Na ⁺						
C.E. x PSI Catego rías	1	3.60	54.5455	-	-	
Residuo	3					

Aunque el análisis de varianza no resultó significativo para Ft(0.10), estas combinaciones fueron las que presentaron el mayor coeficiente de determinación, basados en

esto, podemos considerar que existe cierta diferencia en cuanto a densidad de población/m² en estas categorías, lo que nos indica que estos factores determinan en cierto grado el número de plantas/m².

Análisis de varianza para Suaeda diffusa, en la combinación: Ca⁺⁺ x PSI.

Factor	FV	GL	Fc	R ²	PARCIALES	
					GL	Fc
Ca ⁺⁺ x PSI	Categorías	3	1.3514	66.9643	2	1.6803
	Residuo	2				

Aunque el análisis de varianza no resultó significativo para Ft(0.10), esta combinación fue la que más alto coeficiente de determinación presentó; basados en esto podemos considerar que existe cierta diferencia en cuanto a densidad de población/m² en estas categorías, lo que nos indica que estos factores determinan en cierto modo el número de plantas/m².

Análisis de varianza para Lycium carolinianum Walt (Solanaceae), en Mg⁺⁺.

Factor	FV	GL	Fc	R ²
Mg ⁺⁺	Categorías	1	2.40	44.4438
	Residuo	3		

Aunque el análisis de Varianza no resultó significativo para Ft(0.10), para este catión soluble fue la que presentó el mayor coeficiente de determinación, basados en estos podemos considerar que existe cierta diferencia en cuanto a densidad de población/m² en estas categorías, lo que nos indica que este factor determina en cierto grado el número de plantas/m².

CONCLUSIONES

1. Por su significancia para con Ft (0.10), en el Diseño Completamente al Azar, modificado por Turrent, pa

ra agrosistemas, el Oligomeris linitolia y el Distichlis spicata se pueden considerar como indicadores de sales, ya que su presencia y dominancia en la zona la deben a éstas.

2. Aunque no fueron significativas la Suaeda diffusa, Lycium carolinianum y Sessuvium portulacastrum, podemos decir que en cierto grado el número de plantas/m² está determinado por las sales, debido al alto coeficiente de determinación que se obtuvo en ellas.

3. No todas las plantas halófitas son indicadores de sales, como:

- * Argemone ochroleuca sweet (Papaveraceae)
- * Acacia farnesiana (L) (Leguminosae)
- * Sporobolus pyramidatus (Gramineae)

BIBLIOGRAFIA

1. Richards, L.A. 1977. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Editorial Limusa, S.A. Segunda Reimpresión, México.
2. Sánchez, S.O. 1969. La Flora del Valle de México, E.H.
3. Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México, Editorial Limusa.
4. Luthin, N.J. 1957. Drenaje de Tierras Agrícolas, Editorial Limusa, México.
5. López Ritas, J. 1967. El Diagnóstico de Suelos y Plantas (Métodos de campo y laboratorio), Segunda Edición, Edición Mundi-Prensa, Madrid-T
6. Russell, E.J. y Russell, E.W. 1968. Las Condiciones del Suelo y el Crecimiento de las Plantas, Cuarta Edición, Editorial Aguilar.
7. Turrent Fernández, A. 1979. El Método CP para el Diseño de Agrosistemas. Escritos sobre la metodología de la investigación de productividad de agrosistemas. No.8. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p.1 a 64.

RELACION SUELO-VEGETACION EN LA ESTACION BIOLOGICA TROPICAL DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ.
UN ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE DIFERENTES TIPOS DE SUELO EN RELACION CON LA CUBIERTA
VEGETAL QUE SOPORTA⁺

Chizón Sánchez, E.*
Cisneros Ibáñez, R.*

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de estimar hasta qué grado el suelo interviene en la distribución de la cubierta vegetal (selva alta perennifolia) así como obtener un mapa de suelos de la zona. Se llevó a cabo de octubre de 1981 a febrero de 1983 y se realizaron 9 perfiles de suelo y 6 listados florísticos, en los cuales sólo se tomó el estrato arbóreo.

Por medio del análisis de los perfiles se encontró que los suelos pertenecen a tres órdenes diferentes: Mollicoles, Inceptisoles y Entisoles. En general los suelos contienen cantidades elevadas de materia orgánica y son relativamente jóvenes y poco desarrollados. En las zonas cultivadas los suelos muestran una degradación en el contenido de materia orgánica y nutrientes como Na, K, N y P.

La distribución de la cubierta vegetal se ve afectada principalmente por la topografía del terreno, lo cual provoca diversos ambientes microclimáticos que, en última instancia, son las que van a definir la distribución de la vegetación.

La zona estudiada debe dedicarse, en caso de deforestación, a los cultivos permanentes con prácticas intensivas de conservación de suelo. Pertenecen a las categorías agrológicas VI, VII y VIII (Kingsbiel y Montgomery 1962).

ABSTRACT

A study on soil-vegetation relationships of Los Tuxtlas, Veracruz, was conducted in the period of October 1981 throughout February 1983. Nine soil profiles were described and six flora listings were prepared. They included only the tree strata.

Three soil orders were identified: Mollisols, Inceptisols and Entisols. In general soils are relatively young. Their organic matter content was high. When subject to continuous farming the content of organic matter and of major soil nutrients decreases.

Vegetation is largely associated to relief which forms microclimates. In case of deforestation, soils should be cultivated with perennial crops and be intensively protected against erosion, in order to maintain their productivities.

INTRODUCCION

Las zonas tropicales se caracterizan por ser regiones continuamente cálidas o por lo menos libres de heladas y con un período de insolación casi constante durante todo el año. Debido a la cantidad y distribución de lluvias, vegetación, topografía, roca madre, vientos y tiempo, en estas zonas se encuentra una gran diversidad de tipos de suelo.

El intemperismo químico bajo clima húmedo tropical es muy intenso y continuo, así como la actividad biológica, lo cual se traduce en una descomposición rápida de los restos orgánicos a formas que se acumulan en el suelo y aire. Además el intemperismo violento que afecta a los suelos tropicales induce a su erosión por viento y agua, lo que trae como consecuencia la destrucción de la cubierta vegetal y la lixiviación de los nutrientes para las plantas.

En cuanto a los suelos derivados de cenizas volcánicas, es importante conocer el comportamiento de este material debido a que la zona estudiada se encuentra formada geológicamente por rocas volcánicas del Cenozoico y del Pleistoceno (principalmente andesitas, basaltos, riolitas y sus tobas). Uno de los suelos más característicos derivados de cenizas volcánicas es el de los suelos ando (del japonés AN, oscuro y DO, tierra), que literalmente significa suelo oscuro.

Estos suelos se desarrollan en un amplio rango de condiciones climáticas, desde las frías regiones subalpinas hasta los trópicos ecuatoriales húmedos (Cortés, 1966). No obstante su amplia distribución, la morfología característica de los perfiles de suelos permanece bastante uniforme y sólo se presentan pequeñas variaciones en ciertas propiedades químicas y físicas que reflejan las diferencias ambientales.

+ Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la SMCS

* Investigador de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza. UNAM.

La vegetación bajo la cual ocurren estos suelos es de bosque, aunque también se les encuentra en tierras dedicadas al pastoreo, algunas de las cuales pueden ser praderas naturales.

En la séptima aproximación (USDA, 1960), los suelos de ando corresponden a inceptisoles.

Por otro lado, en estas regiones se localiza el bosque tropical perennifolio, que es el tipo de vegetación más exuberante de todos los que existen en la tierra; es la más rica y compleja de todas las comunidades vegetales.

Un factor muy importante que hay que tomar en cuenta en las zonas tropicales es la actividad humana, principalmente la agrícola, la cual modifica las características químicas, físicas, biológicas y aun mineralógicas del suelo.

REVISION BIBLIOGRAFICA

En los últimos años los problemas políticos, sociales y económicos han acarreado una explotación desmedida, más que un aprovechamiento, de los recursos naturales. Esta situación coloca en una situación ventajosa a los llamados "países tropicales" para trabajar en el desarrollo y explotación de sus recursos, por lo cual, las zonas tropicales han adquirido una relevante importancia, ya que en base al conocimiento de la mejor forma de explotación y conservación de sus recursos se pueden resolver problemas económicos y sociales de estos países. Para este fin Strain et al (1975) señala que "todo plan satisfactorio para el manejo de una determinada área terrestre ha de ir precedido por una caracterización del sistema involucrado, un estudio de todas las posibles alternativas en el manejo y un análisis del posible impacto sobre el ambiente". Con respecto a los suelos tropicales, Aguilera (1955) señala que "se conoce muy poco de nuestras zonas

tropicales e intertropicales, pues a pesar de las amplias y extensas investigaciones que se han realizado, todavía existe bastante confusión con respecto a los procesos que intervienen en la naturaleza, formación y desarrollo de los mismos". El mismo autor enfatiza que "es conveniente establecer un plan coordinado de investigaciones edafológicas de nuestras zonas tropicales que comprendan estudios multidisciplinarios".

Ortiz (1955) enfatiza que "el conocimiento de los suelos tropicales y subtropicales en cada país es de suma importancia al tratar de resolver los problemas de la producción del campo, que la generalización de las observaciones realizadas en los suelos de climas templados no son aceptables en las condiciones de los suelos tropicales que difieren en cuanto a su modo de formación, procesos de desarrollo, movilidad de nutrientes, actividad microbiana, etc., que los suelos tropicales y subtropicales ofrecen problemas complejos capaces de ser resueltos sólo en relación con la historia geológica, climática y humana de cada región a fin de disponer de una base científica que garantice el establecimiento de una explotación racional bien dirigida en dichas zonas".

Barreto (1966) menciona que "uno de los principales factores, por su influencia en el ecosistema, que influye en la repartición de los grupos vegetales es el suelo y todos los fenómenos ligados con sus propiedades. Otro factor es la intervención humana, que modifica el paisaje vegetal tropical, provocando la degradación de la propia vegetación y de sus suelos".

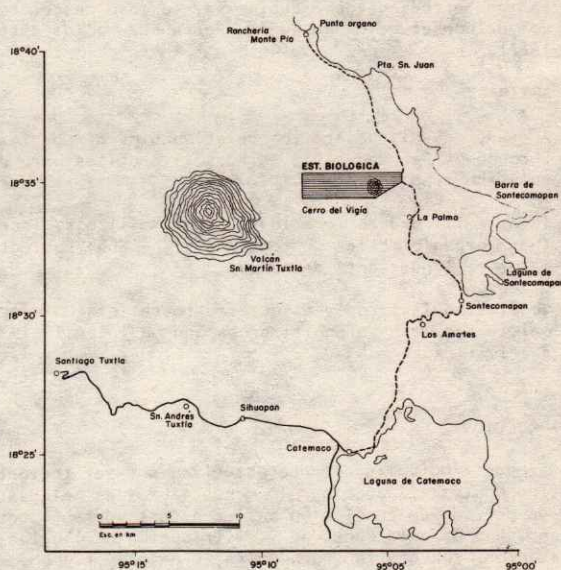
Schimper (1903), dice que "las diferencias en la flora y en los rasgos ecológicos de la vegetación que provienen de las diferencias en la constitución del suelo, son mu-

cho más pronunciadas en los lugares con sequías periódicas que en los que están constantemente húmedos, en donde la selva siempre verde sin exhibir aparentemente ninguna diferencia esencial, se extiende sobre las más variadas clases de suelos y muestran una fisonomía distinta sólo en aquellos lugares pantanosos o muy ricos en sales".

AREA DE ESTUDIO

La Estación de Biología Tropical "Los Tuxtles" se localiza en la vertiente del Golfo al sureste del estado de Veracruz y está enclavada en las estribaciones del volcán San Martín, casi al centro de la región de "Los Tuxtles", con una altitud oscilante entre los 150 y 530 msnm. Sus coordenadas geográficas corresponden a los 95°04' y 95°09' de longitud oeste y a los 18°34' y 18°36' de latitud norte (Fig. 1).

LOCALIZACION DEL AREA NATURAL DE LA ESTACION DE BIOLOGIA TROPICAL "LOS TUXTLAS"



En cuanto a su geología, esta región está casi totalmente cubierta por depósitos piroclásticos y derrames de lava, en la cual aparecen esporádicamente ventanas de sedimentos marinos del Terciario (Ríos Macbeth, 1952). Además el macizo está formado por material volcánico que data del Oligoceno al Reciente, compuesto principalmente por arena y cenizas. Con respecto a los suelos no se cuenta con información precisa que permita describirlos, pero se sabe que existen litosoles, regosoles, suelos lateríticos amarillos y rojos y andosoles tropicales, gracias a los trabajos de Sousa (1968), Flores (1971) y Rico (1972).

Debido a que la región de "Los Tuxtlas" se encuentra comprendida entre las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos, posee una hidrografía variada, contando con lagunas y ríos, tanto permanentes como estacionales. Dentro de la estación se localiza la "Laguna Zacatal", la cual es estacional, además de numerosos arroyos.

En lo que respecta a la orografía, el volcán San Martín (1700 m.s.n.m.) sobresale de una gran cantidad de accidentes del terreno y dentro de la estación el más elevado es el "Cerro del Vigía" con 530 m.s.n.m.

Conforme a la clasificación de Köppen, modificada para las condiciones de México por García (1964), el clima de la región de "Los Tuxtlas" abarca varios subtipos del clima A. En general el clima de la estación es cálido húmedo, con una precipitación promedio anual de 4900 mm, una temperatura media de 27°C y con temperaturas máxima y mínima de 59°C y 7°C respectivamente.

En el área de la estación se encuentra un solo tipo de vegetación, la selva alta perennifolia, con algunas variantes en su composición y estructura, dependiendo principalmente de los cambios topográficos y diferentes comunidades secundarias, resultado de la perturbación de la vegetación primaria presente.

METODOLOGIA

Se llevaron a cabo tres muestreos de suelos comprendidos entre octubre de 1981 y agosto de 1982 en la estación. Se hicieron nueve perfiles de suelos cuya ubicación se estableció en base a fotografías aéreas de la zona y tomando en cuenta los siguientes factores: altitud, vegetación y pendiente (Fig. 2). Una vez hechos los pozos se procedió a su descripción y por último se tomaron las muestras de los diferentes estratos.

En cuanto a la vegetación, en abril de 1983, se realizaron seis listados florísticos; cada uno de ellos consistió en dos transectos en banda, uno de norte a sur y el otro de este a oeste, tomando como centro el perfil de ese lugar y con una longitud de 100 m cada uno y una anchura de 1 m. En estos listados florísticos únicamente se tomó en cuenta el estrato arbóreo.

A cada una de las muestras de suelo se procedió a hacerles las siguientes determinaciones: Físicas.- color en seco y en húmedo, densidad aparente y real y textura. Químicas.- pH, materia orgánica, C.I.C.T., calcio y magnesio, fósforo, nitrógeno total, sodio y potasio.

Para la identificación de los ejemplares colectados de plantas se utilizaron las claves correspondientes.

Por último, de acuerdo a la descripción de los perfiles y a los resultados reportados por el laboratorio de las muestras de suelos de cada perfil, al correlacionar las propiedades morfológicas con las físicas y químicas se denomina la clasificación definitiva del suelo en función de los sistemas de clasificación de la FAO / UNESCO (1979) y de la USDA (1975).

RESULTADOS

De acuerdo a los análisis físicos y químicos de las muestras de cada perfil (tablas 1, 2 y 3) y a la descripción de cada uno de éstos, los nueve perfiles fueron clasificados de la manera siguiente, según los sistemas de clasificación de la USDA (1975) y FAO/UNESCO (1979): Humitropept/Feozem húmico (perfiles 1 y 2); Eutropept/Feozem húmico (perfil 9); Argiudoll/Feozem lúvico (perfiles 3,

4 y 5); Fluvaquent/Gleysol eutrítico (perfil 6); Udorthent/Regosol eutrítico (perfil 7) y Udipsamment/Arenosol lúvico (perfil 8). Tomando en cuenta la topografía del terreno, la humedad y la vegetación, los suelos fueron agrupados en cuatro unidades cartográficas, con las cuales se construyó un mapa de suelos (Fig. 3).

En base a los datos de los listados florísticos se calcularon los índices de similitud (Horn, 1966), para cada una de las subcomunidades (Tabla 4) y en base a estos se construyó un mapa de vegetación (Fig. 4).

DISCUSION

En general todos los suelos muestran colores oscuros, como el resultado del contenido de materia orgánica, a procesos de oxidación e infiltraciones de coloides orgánicos y óxidos de hierro. Debido a la vegetación de la zo

Fig. 2 SITIOS DE MUESTREO

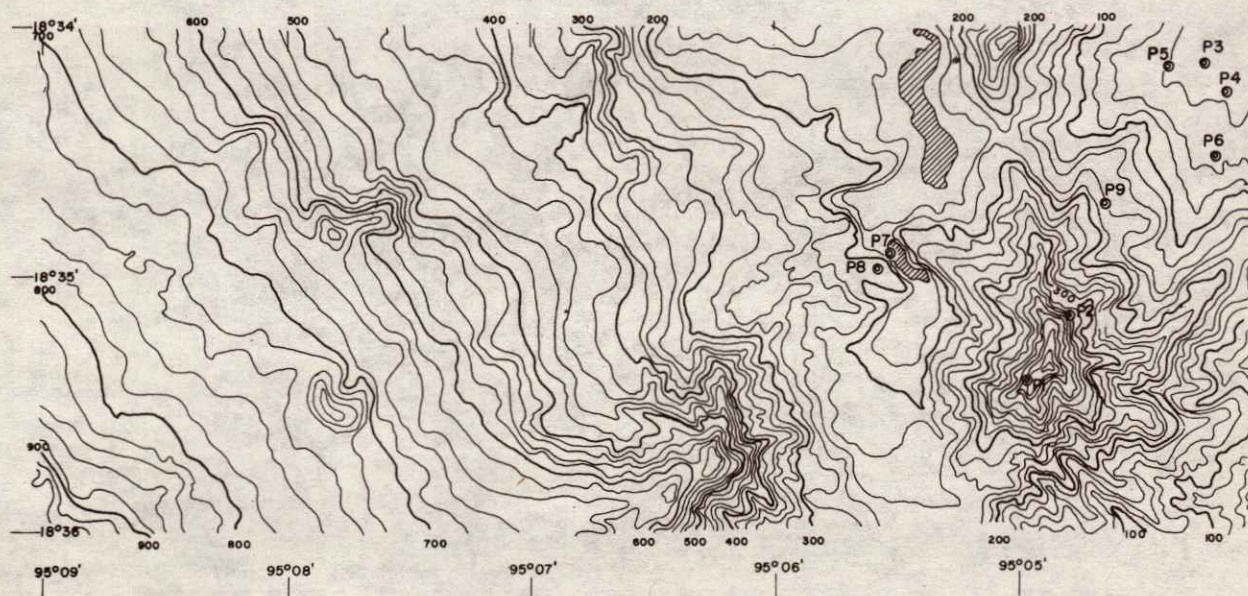
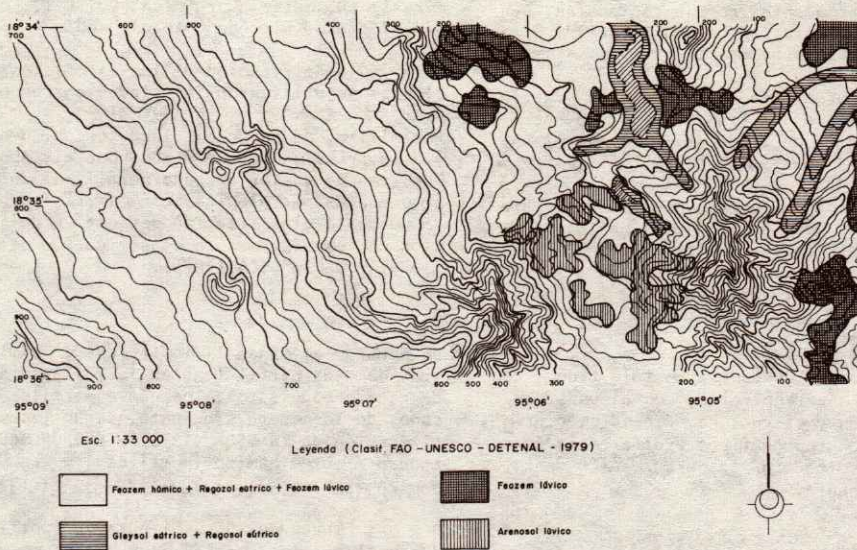


Fig.-3 MAPA DE UNIDADES CARTOGRAFICAS

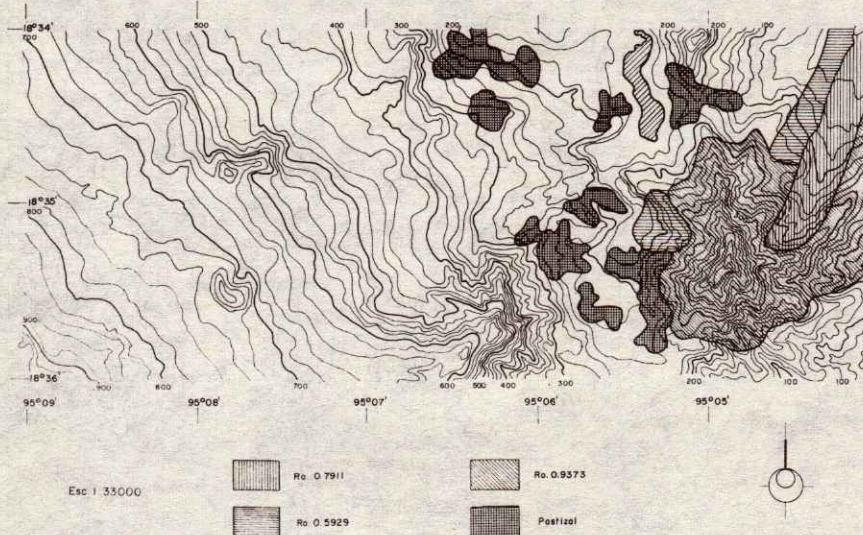


na (selva alta perennifolia), las cantidades de materia orgánica son elevadas en general, a excepción de las zonas cultivadas, en donde los valores de ésta decrecen. El pH muestra valores que van desde ligeramente ácidos hasta cercanos a la neutralidad, por efecto de la gran lixiviación a que se ven sometidos estos suelos, lo cual trae como consecuencia concentraciones bajas de sodio y potasio. El calcio y magnesio presentan en todos los suelos valores altos, lo que se puede deber a la presencia de minerales de origen volcánico ricos en estos elementos como los piroxenos, anfíboles y feldespatos. El contenido de nitrógeno es elevado en general, menos en las zonas cultivadas, donde el aporte de materia orgánica es menor y la acción de los vientos y las lluvias son mayo-

res, provocando una erosión y lixiviación intensas. En cuanto al fósforo, las cantidades de este elemento son bajas a excepción del perfil 7, lo cual se debe a la roca madre. La capacidad de intercambio catiónico total en general es alta en todos los suelos, debido principalmente al elevado aporte de materia orgánica, pero no así a las zonas cultivadas, por efecto de la intensa lixiviación. En cuanto a la textura, se encontraron suelos que tienen materiales muy finos (franco limoso), hasta suelos con materiales muy gruesos (arenoso franco), lo cual es el resultado de la topografía del lugar, la erosión por agua y la abundancia de vegetación.

En lo que respecta al mapa de suelos, se reconocieron

Fig.-4 MAPA DE DISTRIBUCION DE LA VEGETACION DE ACUERDO A LOS INDICES DE SIMILITUD (Horn, 1966)



cuatro unidades cartográficas, las cuales fueron delimitadas tomando en cuenta la topografía del terreno, la humedad y la vegetación.

Así tenemos que la Unidad 1 comprende dos tipos de suelos (Gleysol eutricto y Regosol eutricto), los cuales ocupan principalmente lugares bajos (de recepción), lechos de arroyos y ríos, intermitentes o permanentes, pero que se presentan a lo largo del año saturados de humedad. La Unidad II comprende suelos de tipo Feozem lúvico, los cuales han perdido la vegetación natural por actividades de ganadería y agricultura. Se deben considerar como suelos degradados en el contenido de materia orgánica y otros nutrientes, por pérdidas debidas a la erosión y lixiviación. La Unidad III comprende suelos del tipo Arenosol lúvico, los cuales se encuentran bajo vegetación cultivada (pastizal y cítricos), formando lomeros con pendientes más o menos regulares. Por último a la Unidad IV pertenecen suelos del tipo Feozem húmico, Regosol eutricto y Feozem lúvico. Son suelos que presentan por lo general un horizonte orgánico de alrededor de 5 cm y los horizontes superficiales presentan gran acumulación de materia orgánica.

Por lo que respecta a la vegetación, la mayor parte del área estudiada, predomina la selva alta perennifolia, con la presencia de pequeñas áreas perturbadas, natural o artificialmente, lo que da origen a acahuales y pastizales.

Toda la zona presenta las mismas características climáticas y en general es muy accidentada, por lo cual, el clima no va a representar un factor limitante para la distribución de las especies, más bien su distribución se ve restringida por factores microclimáticos, ya que "diferencias microclimáticas muy importantes son creadas por características topográficas del terreno" (Odum 1972).

En lo que respecta a los índices de similitud (Horn, 1966), calculados para las diferentes subcomunidades, se encontró que el correspondiente a los pozos 2 y 9 presenta el valor más alto (0.9373), lo cual se explica porque estas dos subcomunidades se localizan en las laderas del "Cerro del Vigía" y están sujetas a las mismas condiciones topográficas, climáticas y meteorológicas. Para las subcomunidades correspondientes a los pozos 1 y 6 el valor del índice es de 0.7911, lo cual se debe a que los dos se encuentran en zonas donde la erosión por lluvia y viento ejercen una influencia elevada y las subcomunidades correspondientes a los pozos 4 y 7 presentan un valor del índice de 0.5929, como resultado de tener estos suelos una pendiente pronunciada, abundante pedregosidad y la cantidad de materia orgánica no es muy alta.

En cuanto a la relación de las propiedades del suelo y la cubierta vegetal, no se encontró ninguna diferencia significativa en las propiedades del suelo que nos indi-

Tabla 1. Análisis físicos y químicos de las muestras de los perfiles 1, 2 y 3.

POZO 1		Tabla 1. Análisis físicos y químicos de las muestras de los perfiles 1, 2 y 3.																		POZO 2		POZO 3	
HORIZONTE	PROF. cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	D.A. gr/CC	D.R. gr/CC	PH		M.O. %	N.T. %	P ppm	K+ meq/100gr.	Na+ meq/100gr.	Ca++ meq/100gr.	Mg++ meq/100gr.	C.I.C.F.	TEXTURA			CLASE				
						H ₂ O (1:5)	KCL (1:5)									% Arena	% Arcillo	% Limo					
A11	10	10YR 3/3 café obscuro	10YR 2/2 café muy obsc.	0.88	2.0	6.2	4.6	17.6	0.7	0.023	0.039	0.085	10.312	41.25	21.68	56	6	28	FRANCO ARENOSO				
A12	9	10YR 3/3 café obscuro	10YR 2/2 café muy obsc.	1.06	2.17	6.5	4.6	9.48	0.42	0.023	0.024	0.083	5.625	47.812	13.328	52	8	40	FRANCO ARENOSO				
A13	16	10YR 3/2 café	5YR 3/2 café rojizo obscuro	1.05	1.85	6.8	4.3	3.68	0.84	0.001	0.021	0.095	15.0	42.187	13.328	48	10	42	FRANCO				
AC	37	10YR 5/3 café	5YR 2.5/2 café rojizo obscuro	1.03	2.08	6.7	3.9	1.99	0.63	0.093	0.021	0.093	3.75	37.03	14.6	50	8	42	FRANCO				
C	21	10YR 5/3 café	5YR 2/2 café rojizo obscuro	1.07	1.92	6.6	3.8	1.22	0.42	0.047	0.098	0.099	3.75	30.0	14.7	46	12	42	FRANCO				
POZO 2																							
A11	3	10YR 3/3 café obscuro	5YR 3/2 café rojizo obscuro	0.96	2.17	6.0	5.7	13.5	0.84	0.049	0.065	0.075	15.94	40.31	32.34	50	16	34	FRANCO				
A12	9	10YR 4/3 café obscuro	5YR 2.5/2 café rojizo obscuro	1.17	2.17	6.2	5.4	12.5	0.56	0.012	0.065	0.085	10.31	60.94	19.4	34	16	50	FRANCO LIMOSO				
A13	11	10YR 5/4 café amarillento	5YR 3/2 café rojizo obscuro	1.17	2.38	6.1	5.2	2.5	0.42	—	0.020	0.080	7.5	48.75	19.4	32	20	48	FRANCO				
AC	37	10YR 5/4 café amarillento	5YR 3/3 café obscuro	1.13	2.27	6.6	5.3	2.1	0.42	0.023	0.028	0.083	7.5	65.63	14.9	28	20	52	FRANCO LIMOSO				
C	72	10YR 5/4 café amarillento	5YR 3/3 café obscuro	1.06	2.17	6.8	5.2	2.1	0.42	—	0.033	0.087	3.75	30.0	16.1	36	6	58	FRANCO LIMOSO				
POZO 3																							
A11p	3.5	10YR 6/3 café claro	10YR 4/4 café amarillo obscuro	0.97	2.08	5.6	4.5	9.48	0.42	0.21	0.04	0.035	5.625	63.75	15.676	30	30	40	FRANCO ARCILLOSO				
A12p	7	10YR 6/4 café amarillo claro	10YR 3/4 café amarillo obscuro	1.11	2.0	5.6	4.0	5.42	0.28	0.128	0.024	0.061	2.812	88.125	10.388	26	6	68	FRANCO LIMOSO				
A13p	16.5	10YR 5/4 café amarillo	10YR 3/4 café amarillo obscuro	1.05	2.08	6.0	4.8	3.72	0.28	0.151	0.029	0.076	4.687	84.375	13.916	28	32	40	FRANCO ARCILLOSO				
B21	19	7.5YR 3/4 café	5YR 3/4 café rojizo	1.07	2.17	6.2	4.2	1.78	0.28	0.052	0.017	0.078	2.812	79.688	11.564	12	32	56	FRANCO ARCILLO LIMOSO				
B22	32	7.5YR 5/4 café	5YR 3/4 café rojizo obscuro	1.1	2.08	6.2	4.4	1.76	0.28	0.105	0.020	0.08	2.812	116.25	10.967	10	36	54	FRANCO ARCILLO LIMOSO				
B23i	36	10YR 6/4 café amarillo claro	10YR 4/4 café amarillo obscuro	1.03	2.17	6.2	4.1	2.04	0.28	0.14	0.023	0.077	3.75	132.19	15.68	20	40	40	ARCILLO LIMOSO				
C	86	7.5YR 5/4 café	5YR 4/4 café rojizo	1.07	2.08	6.2	4.5	1.76	0.28	0.012	0.025	0.077	2.812	50.625	9.604	2	24	74	FRANCO LIMOSO				

Tabla 2. Análisis físicos y químicos de las muestras de los perfiles 4, 5 y 6.

POZO 4		COLOR SECO		COLOR HUMEDO		DA	DR	PH		MO	NT	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CICL	TEXTURA			CLASE
ZONTE	PROF. cm					g/100g	g/100g	H ₂ O (1:1)	CL (1:1)	%	%	ppm	mg/100g					% Arena	% Arcilla	% Limo	
A11	19	10YR 4/3 café muy oscuro	10YR 2/2 café muy oscuro	1.18	2.17	6.3	5.6	11.12	0.7	0.058	0.041	0.07	14.062	73.125	21.168	36	32	32	FRANCO ARCILLOSO		
A12	25	10YR 5/4 café amarillito	7.5YR 4/4 café oscuro	1.21	2.27	6.5	5.6	9.82	0.42	0.07	0.042	0.069	5.625	89.1	16.856	14	52	34	ARCILLOSO		
A13	27	10YR 5/6 café amarillito	7.5YR 4/4 café oscuro	1.27	2.0	6.6	5.2	2.7	0.42	—	0.04	0.069	5.625	97.5	18.816	22	30	48	FRANCO ARCILLOSO		
C	34	10YR 5/4 café amarillito	7.5YR 4/4 café oscuro	1.2	2.0	6.7	5.1	1.56	0.42	—	0.039	0.086	2.812	85.312	18.228	16	58	26	ARCILLOSO		
POZO 5		COLOR SECO		COLOR HUMEDO		DA	DR	PH		MO	NT	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CICL	TEXTURA			CLASE
A1	14	7.5YR 3/2 café oscuro	5YR 2/2 café oscuro	1.09	2.09	6.5	5.0	3.93	0.7	0.001	0.047	0.075	5.088	13.992	18.228	58	18	24	FRANCO ARENOSO		
(A2)	18	7.5YR 4/4 café oscuro	5YR 3/2 café oscuro	1.14	2.17	6.8	5.0	0.68	0.42	—	0.041	0.075	5.088	24.168	15.092	22	38	40	FRANCO ARCILLOSO		
(B2)	26	7.5YR 4/4 café oscuro	5YR 3/3 café oscuro	1.21	2.0	6.5	5.1	0.41	0.42	—	0.028	0.075	5.088	27.348	18.072	20	44	20	ARCILLOSO		
CB	25	7.5YR 4/4 café oscuro	5YR 3/4 café oscuro	1.17	2.08	5.9	4.4	0.41	0.42	0.012	0.024	0.075	3.816	28.62	15.68	30	44	26	ARCILLOSO		
C	59	7.5YR 5/4 café	7.5YR 3/4 café oscuro	1.16	2.17	5.8	4.2	0.27	0.28	0.035	0.024	0.078	3.816	40.068	23.178	30	40	30	FRANCO ARCILLOSO		
POZO 6		COLOR SECO		COLOR HUMEDO		DA	DR	PH		MO	NT	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CICL	TEXTURA			CLASE
A11	50	7.5YR 5/4 café	7.5YR 3/4 café oscuro	1.12	2.08	6.0	4.0	0.86	0.56	0.07	0.049	0.08	6.996	30.528	23.716	44	26	30	FRANCO ARCILLOSO		
A12	31	7.5YR 5/2 café	7.5YR 3/2 café oscuro	1.13	2.0	5.9	4.0	0.86	0.42	0.233	0.039	0.081	7.632	35.616	29.398	46	20	34	FRANCO		
A13	31	7.5YR 5/2 café	7.5YR 3/2 café oscuro	1.09	2.08	5.1	4.0	0.27	0.28	0.204	0.032	0.083	6.996	43.248	29.008	56	12	32	FRANCO ARENOSO		
C1g	21	7.5YR 5/4 café	7.5YR 3/4 café oscuro	1.12	2.0	6.0	3.9	0.34	0.14	0.198	0.025	0.082	7.632	57.876	39.2	48	14	38	FRANCO		
C2g	42	7.5YR 5/2 café	7.5YR 3/2 café oscuro	1.11	1.92	5.7	3.9	0.27	0.14	0.338	0.024	0.08	10.176	50.244	40.376	46	12	42	FRANCO		

cara alguna influencia sobre la distribución de las plantas. Debido a lo anterior, se desprende que la topografía, junto con los factores climáticos y meteorológicos, juegan un papel importante en la distribución de la vegetación, así como las condiciones microclimáticas de la zona.

CONCLUSIONES

- Los factores climáticos de esta zona tienen una influencia muy marcada sobre los procesos evolutivos del suelo y la abundancia y distribución de la vegetación.
- En general son suelos jóvenes, poco desarrollados, debido a los efectos tan intensos de la erosión, principalmente la lluvia, la cual aumenta la lixiviación y los procesos de acarreo y depositación de materiales del suelo, además de que el material parental es joven geológicamente.
- En general son suelos con grandes cantidades de materia orgánica, debido al aporte de ésta por la vegetación.
- Se encontró que los suelos pertenecen a tres órdenes diferentes: Mollisol, Entisol e Inceptisol.
- Los diferentes tipos de suelos fueron agrupados en cuatro unidades cartográficas, tomando en cuenta las semejanzas que mostraron entre sí y a su localización en el terreno.
- En las zonas cultivadas se encontró que los suelos muestran una degradación en cuanto al contenido de ma

teria orgánica y algunos nutrientes, como Na, K, N y P, así como un aumento sustancial en el contenido de arcilla.

- La correlación de las propiedades de los suelos con la vegetación se presenta de una manera muy compleja, no siendo posible establecerla de una manera gráfica o matemática.
- La zona estudiada debe dedicarse, en caso de deforestación, a los cultivos permanentes con prácticas intensivas de conservación de suelo, pertenecen a las categorías agrícolas VI, VII y VIII, según la clasificación de Kingebiel y Montgomery (1962).
- Es necesario continuar el estudio del resto de la zona para establecer los límites de las unidades en forma más precisa.

BIBLIOGRAFIA

Aguilera, H.N. 1955. Los suelos tropicales de México. En: Mesas redondas sobre problemas del trópico mexicano. I.M.R.N.R. México.

_____, 1965. Suelos de Ando, génesis, morfología y clasificación. Serie de investigaciones No. 6, E.N.A. Chapingo, Méx.

Buol, S.W. et al. 1981. Génesis y clasificación de los suelos. Ed. Trillas. México.

Cortés, L.A. 1966. Suelos de Ando en la República Mexicana. Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo. México.

DETENAL. 1975. Modificación de las denominaciones de las unidades de los suelos de la clasificación FAO. México.

Daubenmire, R.F. 1979. Ecología vegetal. Ed. Limusa. México.

Fassbender, H.W. 1978. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica. IICA.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlas a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. México.

Tamhane, R.V. et al. 1978. Suelos. Su química y fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana, S.A. México.

USDA. 1973. Manual de conservación de suelos. Ed. Limusa México.

USDA. Soil Survey Staff. 1960. Soil Classification. A comprehensive system, 7th Approximation. Washington D.C.

USDA. Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Soil Conservation Service. US Dept of Agric., Washington, D.C. Agriculture Handbook No. 436.

Tabla 4. Índices de similitud (Horn, 1966)

Subcomunidades	Valor del índice
2 - 9	0.9373
1 - 6	0.7911
4 - 7	0.5929
2 - 6	0.5561
6 - 9	0.5532
1 - 9	0.4745
6 - 7	0.4482
7 - 9	0.4422
4 - 6	0.4282
1 - 2	0.2956
4 - 9	0.2912
1 - 7	0.2776
1 - 4	0.1709
2 - 7	0.1527
2 - 4	0.1385

Tabla 3. Análisis físicos y químicos de las muestras de los perfiles 7, 8 y 9.

CORRIGIDA	PROF. cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	D.A. gr./cc	D.R. gr./cc	F.H.		M.O. %	N.T. %	p ppm	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	C.I.C.T.	TEXTURA			CLASE
						H ₂ O (1:5)	HCN (1:5)									%	%	%	
						meq/100gr										Arena	Arcilla	Limo	
POZO 7																			
A 11	5	10YR 3/3 café oscuro	5YR 2.5/2 café oscuro	0.91	2.5	6.9	6.3	14.05	1.05	0.563	0.071	0.027	30.6	117.0	31.006	82	3	15	FRANCO ARENOSO
A 12	45	10YR 5/4 café amarillito	5YR 3/2 café rojizo oscuro	1.15	2.5	6.7	5.8	2.54	0.7	0.576	0.043	0.024	8.4	141.6	14.085	78	5	17	FRANCO ARENOSO
AC	20	10YR 6/2 gris rosado	10YR 3/2 café gris muy oscuro	1.37	2.5	6.8	5.8	1.59	0.35	1.937	0.066	0.025	6.0	147.6	10.692	76	3	19	FRANCO ARENOSO
C	55	10YR 6/4 café amarillento claro	10YR 3/3 café oscuro	1.33	2.5	6.6	5.3	0.58	0.35	1.354	0.069	0.032	5.4	153.6	10.89	74	7	19	FRANCO
POZO 8																			
A11p	45	10YR 3/3 café oscuro	10YR 2/2 café muy obsc.	0.97	2.0	6.1	5.2	6.15	0.7	0.019	0.010	0.018	4.2	123.0	12.078	89	2	9	ARENOSO FRANCO
A12p	40	10YR 3/4 café oscuro	10YR 2/2 café muy obsc.	0.97	2.0	6.4	5.6	3.26	0.7	0.024	0.001	0.020	5.0	139.0	11.454	81	1	18	FRANCO ARENOSO
C	65	10YR 4/4 café amarillito oscuro	5YR 3/3 café oscuro	0.97	2.0	6.3	5.7	1.64	0.44	0.019	0.001	0.020	3.0	130.5	11.484	79	1	20	FRANCO ARENOSO
POZO 9																			
A 11	12	10YR 5/4 café amarillito	10YR 3/5 café amarillito oscuro	1.11	2.5	5.7	4.6	2.96	0.53	0.047	0.012	0.020	7.2	59.4	15.246	66	11	23	FRANCO
A 12	11	10YR 5/4 café amarillito	5YR 3/2 café rojizo oscuro	1.16	2.5	5.7	4.4	1.8	0.53	0.063	0.011	0.022	5.4	92.88	13.068	65	15	20	FRANCO ARCILLOSO
A 13	27	10YR 4/4 café oscuro	5YR 3/3 café oscuro	1.24	2.0	5.8	4.6	1.52	0.53	0.031	0.001	0.027	4.2	106.2	13.86	62	17	21	FRANCO ARCILLOSO
B 21	26	10YR 6/4 café amarillito	5YR 3/3 café oscuro	1.26	2.0	5.9	4.7	1.23	0.35	0.034	0.011	0.032	4.8	159.0	14.454	65	17	18	FRANCO ARCILLOSO
B 22	35	10YR 5/4 café amarillito	5YR 3/4 café oscuro	1.24	2.0	5.9	4.7	0.51	0.16	0.050	0.001	0.030	4.8	83.4	18.216	61	20	19	FRANCO ARCILLOSO
C	35	10YR 6/4 café amarillito claro	10YR 3/4 café oscuro	1.22	2.0	5.4	4.2	0.01	—	0.206	0.001	0.039	3.0	87.0	14.85	64	19	17	FRANCO ARCILLOSO

RESPUESTA DE LA VID (*Vitis vinifera* L.) A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD EN EL SUELO EN DOS ETAPAS DE DESARROLLO*

Godoy A., C. *

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de encontrar el momento más apropiado para la aplicación de los riegos en el cultivo de la vid en la Comarca Lagunera, de tal forma que las plantas realicen un óptimo consumo de agua.

En este estudio se utilizó el criterio de observar la respuesta de la vid a diferentes niveles de humedad en el suelo. Para ello, el ciclo vegetativo del cultivo se dividió en dos etapas: la primera comprendió desde el inicio hasta el final del crecimiento del brote; la segunda incluyó el crecimiento y maduración del fruto.

En cada una de las etapas se aplicaron los riegos bajo tres tratamientos de humedad del suelo, que fueron -2, -3 y -5 bars de tensión hídrica, respectivamente. También se determinó el contenido de humedad del suelo y se relacionó con la tensión de humedad del mismo. En la planta se observó la tendencia del contenido relativo de agua (CRA) y del potencial hídrico (ψ_t), además se evaluó el rendimiento y calidad de los frutos.

En este trabajo se presentan resultados del ciclo 1982, que corresponden al segundo año de estudio. Los resultados obtenidos para este ciclo, indican que la tensión de humedad en el suelo no debe descender de -2 o -3 bars durante la primera etapa y de -5.0 bars en la segunda.

Esto significa que las necesidades de agua del cultivo se pueden satisfacer con cuatro riegos de auxilio: el segundo en la etapa de prefloración; el tercero tres semanas después de esta etapa y el cuarto cuando el fruto cambia de color (envero).

En base a lo anterior, es posible obtener buenos rendimientos con la aplicación de únicamente cuatro riegos en lugar de los seis o más, que generalmente se aplican en la Comarca Lagunera.

ABSTRACT

The main objective of this study was to determine the best timing to irrigate Carignane cultivars of grapes in the Comarca Lagunera region. A field experiment on irrigation rates was conducted on a clay loam with pH of 8.3 and less than 1 percent organic matter in the topsoil. The yearly growing cycle of grapes was divided into two stages, one comprised the entire period of shoot growth and the second covered from fruit initiation to fruit maturity. Plots were irrigated when the soil moisture potential reached -2, -3 or -5 bars. Relative contents of water and hydric potentials in the plants were recorded. Results show that soil moisture should not become any lower than -2 bars during the shoot growth period, nor lower than -5 bars during fruit development. This can be achieved by irrigating four times: (1) when shoots are about 20 to 30 cm long, (2) in the preflowering stage, (3) three weeks after the second irrigation, (4) when the fruit changes its color. Yields of 9.3 to 13.5 kg of fresh fruit per plant were obtained in this study. The maximum yield was associated to -2, -3 bars of soil moisture potential before irrigating in the first and second stages.

INTRODUCCION

El papel que desempeña el agua en la agricultura y su importancia, es bien conocida por todos. Como también lo es que una escasez permanente de este recurso natural, traerá como consecuencia una situación crítica para la Comarca Lagunera, en un futuro no muy lejano. A menos que se apliquen urgentes medidas en la conservación y utilización de este insumo.

A. Importancia técnico-económica

En la Comarca Lagunera, uno de los principales factores que limitan la producción y la productividad de la vid, es el desconocimiento que tienen los productores respecto a las necesidades hídricas de este cultivo.

En esta región existe una gran incertidumbre por parte de los viticultores sobre el momento oportuno para pro-

* Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S.

* Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

porcionar los riegos (cuándo) y sobre la cantidad de agua que se debe aplicar al cultivo (cuánto).

Generalmente los viticultores siguen la práctica de aplicar seis o siete riegos durante el período comprendido entre la brotación y la cosecha, luego aplican otro riego inmediatamente después de esta labor, y uno más cuando se presenta la primera helada. Sin embargo, muchos no aplican ningún riego durante el período invernal.

B. Justificación

Por el tipo de agricultura que se practica en la Comarca Lagunera, la optimización del consumo de agua debe ser prioritaria. Lo cual se puede lograr de dos formas, principalmente.

La primera es logrando un manejo eficiente del riego a nivel parcelario para reducir el consumo de agua por las plantas, y de esta manera optimizar su uso incrementando al máximo el ahorro de este elemento, pero sin llegar a causar un daño a las parras que llegara a afectar la productividad del cultivo y obtener buenos rendimientos y una alta calidad de la cosecha.

La segunda es determinando el número de riegos más adecuado y la lámina neta de agua, necesarios para satisfacer los requerimientos hídricos de la vid en función a la demanda climática y a las etapas fenológicas del cultivo, tomando como base la disponibilidad de agua de los productores.

Además, en la actualidad el acuífero subterráneo está siendo sometido progresivamente a una explotación intensiva, y debido a esto el nivel del manto freático ha tenido un abatimiento medio de 1.5 metros por año.

Se ha calculado que la recarga del acuífero es alrededor de 600 millones de metros cúbicos, mientras que la extracción de agua por bombeo, ha sido de 1,200 millones de m³.

Por medio de 1,600 pozos profundos, operados en forma particular, se riegan aproximadamente 51,000 hectáreas con esta fuente de abastecimiento.

C. Objetivos

Determinar el modelo más oportuno para la aplicación de los riegos en el cultivo de la vid, relacionando algunos parámetros de crecimiento de las parras con el estado interno del agua en la planta.

Determinar el mínimo número de riegos para la vid en la Comarca Lagunera, de acuerdo a la demanda climática o evapotranspiración (ET) y a las etapas críticas de la fenología del cultivo, pero sin que se vean afectados el rendimiento del fruto y la calidad de la cosecha.

D. Hipótesis

Las plantas crecen más adecuadamente cuando se encuentran bajo condiciones óptimas de la humedad del suelo y se desarrollan mejor en respuesta a una tensión hídrica moderada, que a una tensión severa. Por lo tanto, el cultivo de la vid responderá de una manera más eficiente a la menor tensión en la humedad del suelo (la menos negativa), aún si se ve sometido a ésta durante las etapas críticas de su ciclo vegetativo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Ojeda (1952-55), en 1953 y 1954 en la pequeña propiedad

"Tierra Blanca", municipio de Matamoros, Coah., realizó un trabajo de control de riegos en vid por el método de la resistencia eléctrica, reportando que la lámina de agua empleada en los riegos durante esos años, fue de 230 cm y que por medio del riego controlado, la cantidad de agua se redujo a 120 cm.

Kasimatis, en 1966, afirmó que en las regiones vitícolas más calurosas, la vid requería una lámina de 105 a 137 cm para producir máximos rendimientos.

Mancilla (1967), calculó el uso consuntivo de la vid por el método de Blannet y Criddle, tomando como base los datos de la estación meteorológica de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) de Cd. Lerdo, Dgo., estimando que las necesidades hídricas de este cultivo en la Comarca Lagunera, se satisfacían con una lámina de agua de 103 cm, con un 100% de eficiencia en el manejo del agua de riego.

Smart y Turkington (1974) compararon el efecto de los riegos por goteo y superficial en la producción de uva para vino, variedad Shiraz. Encontraron que usando riegos por goteo y regando diariamente con un factor de 0.4 de la evapotranspiración (ET), se produjeron rendimientos similares que en aquellas parcelas regadas por medio de surcos con un factor de 0.5 de la ET. En todos los tratamientos probados, aplicaron la misma cantidad de agua, que fue de 80 mm cada dos semanas, durante el período de brotación a cosecha.

Godoy, en 1978, probó diferentes niveles de humedad aprovechable en el suelo en vid, variedad Carignane, y encontró que usando una lámina de 80.6 cm, en el período de brotación a cosecha, se podrían obtener buenos rendimientos y alta calidad de la fruta ("Brix").

Rooyen (1980), probó diferentes niveles de humedad aprovechable, en un experimento con variedades de vid para consumo en fresco, y encontró que se podrían obtener buenos rendimientos si se mantenía un promedio del 75% de la HA en el suelo y el brote presentaba buen crecimiento si se mantenía al suelo a un 80% de la HA.

Hendrickson y Veihmeyer (1950), realizaron estudios en plantas de vid y corroboraron sus descubrimientos iniciales, de que el crecimiento de la planta permanece relativamente sin ser afectada, a menos que la humedad del suelo alcance el punto de marchitez permanente (PMP).

Kasimatis (1966) y Rooyen y Weber (1980 a; b), al evaluar la respuesta de la vid al déficit de agua, encontraron que las plantas de los tratamientos más regados crecieron vigorosamente. En cambio, las plantas a las cuales no se aplicó ningún riego, mostraron poco crecimiento vegetativo; después de que se abatió la humedad del suelo, las hojas asumieron un plano paralelo a la radiación solar y su color fue más oscuro que en los tratamientos regados.

Kasimatis (1966) y Gergely et al. (1980 a; b), afirmaron que para mantener un crecimiento sostenido del brote durante la primavera, el contenido de humedad del suelo no debía alcanzar el punto de marchitez permanente (PMP), sino que el suelo debía conservarse durante un tiempo apreciable bajo condiciones favorables de humedad y temperatura. Si el agua se suspende durante el crecimiento del brote, las hojas y los brotes se marchitan, y si se suspende durante el crecimiento del fruto, las bayas no alcanzan su desarrollo total.

Obando (1972), al evaluar el efecto de tres frecuencias de riego (cada 20, 30 y 40 días) y la fecha en que se suspende éste después de la cosecha en el cultivo de la vid,

variedades Cardinal, Queen y Palomino en su tercer año de desarrollo, detectó una marcada respuesta de las variedades probadas. Las respuestas fueron más notorias en el desarrollo vegetativo que en los rendimientos. Las mejores frecuencias de riego se consideraron: regar cada 25 o 35 días en Queen y regar cada 35 o 45 días en Cardinal y Palomino.

Buttrose, en 1974, usando plantas de vid, cultivar Cabernet Sauvignon, probó tres tratamientos de evapotranspiración (ET), que fueron del 20, 40 y 60%, y encontró que a medida que el déficit de agua se incrementaba, tanto la cantidad de agua consumida como el crecimiento de los brotes, tendían a ser menores.

Brown, (1974), Loveys y Kriedemann (1973) y Smart y Barrs (1973), estudiaron el efecto del déficit de agua sobre la calidad y producción de fruto y encontraron que en general la producción decrece a medida que disminuye el porcentaje de humedad aprovechable en el suelo. Sin embargo, las pérdidas en producción y calidad del fruto dependen del período durante el cual ocurre el déficit de agua con relación al desarrollo del fruto.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

La Comarca Lagunera se localiza en la parte central del norte de México y está enclavada en los Estados de Coahuila y Durango. En Coahuila comprende los municipios de Torreón, San Pedro de las Colonias, Viesca y Francisco I. Madero; en Durango comprende los de Gómez Palacios, Tlahualilo y Mapimí.

Localización geográfica.

La Comarca Lagunera es una región agrícola y ganadera, cuyos límites geográficos no están bien definidos. Aproximadamente se localiza entre los paralelos 25°30' y 26°40' latitud norte y entre los meridianos 102°00' y 104°00' longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich.

Aproximadamente la altitud de la Comarca Lagunera es de 1,096 metros sobre el nivel del mar

Localización hidrográfica

La localización hidrográfica de esta área, es la cuenca baja del Río Nazas, desde el Cañón de Fernández, Dgo., hasta la Laguna de Mayrán, Coah.; y la cuenca baja del río Aguanaval, desde Punta de Santo Domingo, Coah., hasta la Laguna de Viesca, Coah. Es decir, se trata de una "olla hidrográfica" cerrada, en la que desembocan los ríos Nazas y Aguanaval, los cuales forman una cuenca endorreica.

Características climáticas

Según clasificación de Thornthwaite, su clima es árido, mesotérmico, con lluvias escasas en todas las estaciones y una precipitación pluvial promedio de 200 m por año.

La temperatura media es de 21°C, con una concentración de temperaturas en el verano del 30% aproximadamente, y un período libre de heladas del mes de abril al mes de septiembre.

Fuentes de abastecimiento

Por orden de importancia las tres fuentes de abastecimiento del área en estudio, son las siguientes:

El Río Nazas, cuya cuenca tiene una superficie de 36,323 km², además tiene una longitud de 220 km, con un escurrimiento medio anual de 1,098 millones de m³. Sobre este río se localizan las Presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco.

La siguiente fuente de abastecimiento la constituye el acuífero subterráneo, con el cual se riegan aproximadamente 50,142 ha por medio de 1,581 pozos profundos operados en forma particular.

La tercera y última fuente de abastecimiento, es el Río Aguanaval, cuya cuenca tiene una superficie de 25,532 km² con una longitud de 305 km y un escurrimiento medio anual de 160 millones de m³.

Condiciones fundamentales en las que se desarrolló el experimento.

Descripción del sitio experimental

Localización del lugar

El presente trabajo se llevó a cabo en la pequeña propiedad "El Cambio", que está ubicada al norte del municipio de Matamoros, Coah.

Características del suelo

Características físicas

La textura del terreno es migajón arcillosa. El contenido de materia orgánica es bajo, menos del 1% (excepto para el primer estrato 0-30 cm).

Características químicas

El pH del suelo es ligeramente alcalino, con un promedio de 8.3. La conductividad eléctrica varía de 1.00 a 2.25 mmhos/cm, que es menor del límite tolerable.

Además, posee un porcentaje de sodio intercambiable igual a cero.

Las anteriores características de este suelo, indican que se clasifica como "no sódico, no salino", es decir, es un suelo normal, que no tiene problemas de salinidad y de sodicidad, por lo que los cultivos establecidos en él se pueden desarrollar favorablemente.

Cuadro 1. Características físico-químicas del suelo en la pequeña propiedad "El Cambio", municipio de Matamoros, Coah.

	P R O F U N D I D A D (CM)			
	0-30 Migajón Arcilloso	30-60 Migajón Arcilloso	60-90 Migajón Arcilloso	90-120 Migajón Arcilloso
Arcilla (%)	29.30	31.80	15.80	17.80
Arena (%)	34.20	38.20	31.48	25.48
Limo (%)	36.00	20.00	32.72	36.72
Materia orgánica (%)	1.37	0.62	0.59	0.50
pH	8.3	8.6	8.2	8.2
C.E. (mmhos/cm)	1.0	1.0	2.5	2.25
PSI	0	0	0	0

El ciclo vegetativo del cultivo se dividió en dos períodos.

El primero comprendió desde el inicio de brotación hasta el tiempo de máximo crecimiento del brote y durante el cual el experimento se manejó bajo un diseño en bloques al azar.

El segundo período fue a partir del inicio del crecimiento del fruto hasta la maduración del mismo, y durante el cual el experimento se manejó bajo un diseño de parcelas divididas, distribuidas en bloques al azar. Para iniciar el segundo período, se aplicó un riego a todo experimento, y luego se dividieron las parcelas del primer período en tres partes, que en este segundo período vinieron a constituir las parcelas menores.

A continuación se señalan los niveles de los dos factores.

Diseño experimental: Parcelas divididas, distribuidas en bloques al azar.

Parcela mayor: Tratamientos de riego durante el primer período (-2, -3 y -5 bars de tensión en la humedad del suelo).

Parcela menor: Tratamientos de riego durante el segundo período (-2, -3, -5 bars de tensión en la humedad del suelo).

Parcela menor total: Tres hileras de diez plantas cada una.

Número de repeticiones: cuatro.

Variedad: Carignan.

Longitud del brote: La longitud de los brotes también se midió semanalmente por medio de una cinta métrica. Se midieron ocho brotes por planta en 12 plantas por tratamiento y se tomó como dato semanal el promedio de la longitud entre plantas.

Volumen de la baya y grados Brix ($^{\circ}$ Brix): Inmediatamente después de que las bayas iniciaron la etapa de crecimiento, se empezaron a tomar muestras para medir el volumen del fruto por el método del desplazamiento de agua destilada en una probeta graduada. Para esto, se muestrearon cuatro plantas por tratamiento y 30 gramos por planta, de los cuales 25 eran para determinar el volumen del fruto y cinco para medir los $^{\circ}$ Brix.

Componentes del rendimiento: En la parcela menor (hilera central) se cosecharon ocho plantas y se obtuvo la media de la producción por parra cuando la concentración de azúcares se aproximó a 20° Brix. Esto ocurrió en la última semana del mes de julio para todos los tratamientos.

También se registraron el número y el peso de los racimos por planta y la cantidad total de brotes por planta.

Medición del agua en la planta

A. Contenido relativo del agua en la hoja (CRA).

Se hizo un muestreo semanal de hojas, a las cuales se les recortó un disco de tejido foliar, con un diámetro de 5 cm y tratando de evitar las nervaduras. Las hojas muestreadas se cortaron del quinto nudo, a partir de la base del brote.

Los discos de tejido foliar se pesaron inmediatamente para obtener el peso fresco (P_f) y en seguida se pusieron

a flotar en agua destilada durante un período de tres horas; luego se volvieron a pesar para conocer el peso de saturación (P_t). Posteriormente se colocaron en la estufa de desecación, durante un período de 12 horas y a una temperatura de 85° C, para determinar el peso seco (P_s). Una vez obtenidos estos datos se calculó el contenido relativo de agua (CRA) con la siguiente ecuación:

$$CRA = \frac{P_f - P_s}{P_t - P_s} \times 100$$

Donde:

CRA = Contenido relativo del agua en %

P_f = Peso fresco del disco foliar (antes de saturar) en gramos

P_t = Peso del disco a saturación (turgencia) después de tres horas de flotación en agua destilada en gramos

P_s = Peso seco del disco foliar muestreado en gramos.

Esta fórmula la usaron Weatherley, en 1951 y Smart y Barrs (1974), quienes citan que el contenido relativo de agua en una planta y en un tiempo dado, es independiente de la edad y está controlado solamente por las condiciones ambientales.

B. Determinación del potencial hídrico total (Ψ_t), del potencial osmótico (Ψ_o) y del potencial de presión (Ψ_p).

Para determinar estos componentes que indican el estado interno del agua en la planta, se utilizó el método de presión-volumen, descrito por Weatherley (1951), que usó la bomba de presión tipo Scholander. Para ello, muestreó semanalmente cuatro hojas por tratamiento y se tomó el promedio de éstas, para obtener el valor semanal.

En todos los casos la hora de muestreo fue a las 8.30 am y la posición de la hoja muestreada fue la misma que aquella para determinar el contenido relativo de agua (CRA).

Medición de la humedad del suelo: Semanalmente se hicieron muestreos de suelo por el método gravimétrico, para determinar el contenido de humedad del mismo; se realizaron hasta una profundidad de 120 cm, a intervalos de 30 cm.

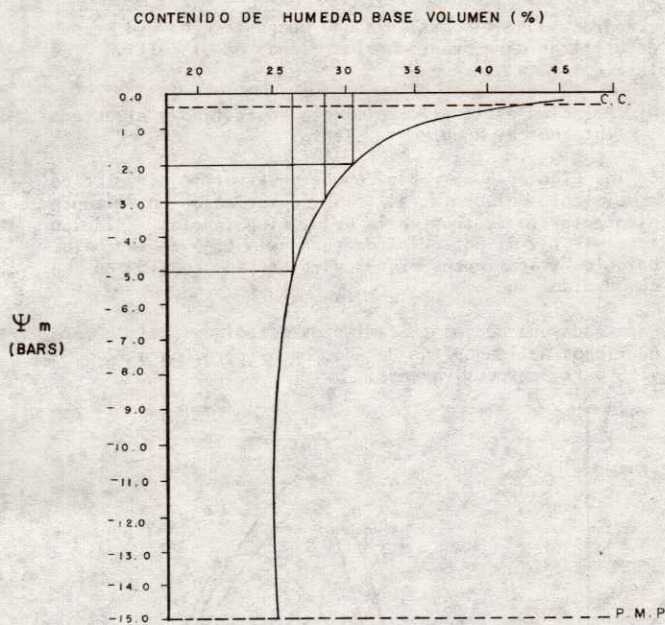
Para la aplicación de los riegos a cada uno de los tratamientos, se tomó como estrato de control a la profundidad de 30-90 cm.

Las muestras se tomaron hasta 120 cm, con el propósito de calcular la lámina de agua que consumía el cultivo.

En la Gráfica 1 se muestra la curva característica de retención de humedad del suelo, en la cual están marcados los porcentajes de humedad (en base a volumen) que se tuvieron que alcanzar en cada uno de los tratamientos para llevar a cabo la aplicación de los riegos. Estos porcentajes corresponden aproximadamente a 30.5%, 28.0%, y 25.0% para los tratamientos de -2, -3 y -5 bars de tensión de la humedad del suelo, respectivamente.

Medición de la evaporación: Se realizaron mediciones diarias de la evaporación (E_o), para lo cual se utilizó el tanque evaporímetro tipo A. Esto se hizo con la finalidad de obtener los valores mensuales del factor de consumo de agua por las plantas (K_c); que se calcula de la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{C}{E_o}$$



GRAFICA 1. CURVA CARACTERISTICA DE RETENCION DE HUMEDAD DEL SUELO.

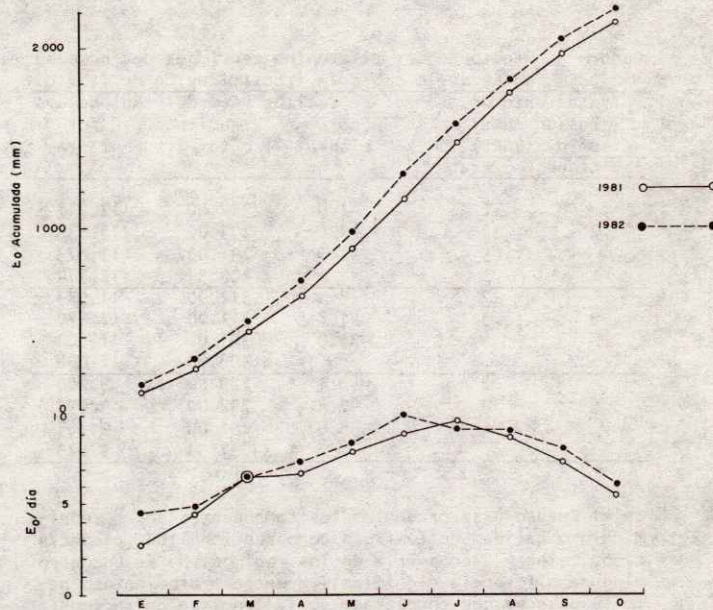


Fig. 2. Evaporación acumulada y diaria en mm registrada en el CIAN para el periodo 1981 y 1982. INIA-CIAN-CAELALA. 1982

Donde:

K_c = Factor de consumo de agua por la planta, adimensional.

C = Consumo de agua por la planta + evaporación directa del agua del suelo, determinada mediante muestreos gravimétricos en mm/mes.

E_o = Evaporación registrada en el tanque evaporímetro tipo A, en mm/mes.

En la Figura 2 se pueden observar los datos que representaron las condiciones de la evaporación diaria y E_o acumulada, expresada en mm/mes.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Consumo de agua por la vid

En el Cuadro 2 los resultados de consumo de agua indican que éste fue afectado en cada una de las dos etapas en que se dividió el ciclo vegetativo del cultivo, encontrándose un mayor consumo en la segunda etapa, lo cual se explica por las condiciones climáticas existentes durante esa época del año, principalmente evapotranspiración.

También se puede apreciar que el máximo consumo en la primera etapa, ocurrió en el tratamiento de -2 bars de tensión en la humedad del suelo, mientras que en la segunda etapa esto sucedió en los niveles de -2 y -3 bars.

B. Componentes del rendimiento

Rendimiento y calidad de la fruta.

En el Cuadro 3 se presentan los datos de producción de uva por parra, así como el número y peso de racimos por

Cuadro 2. Lámina de agua en CMS usada en cada una de las dos etapas de desarrollo de la vid. INIA-CIAN-CAELALA. 1982.

Tratamiento de tensión en el suelo (BARS)			
1a. Etapa	2a. Etapa	1a. Etapa	2a. Etapa
	2		50.23
2	3	27.84	49.02
	5		30.50
	2		48.92
3	3	24.50	43.50
	5		43.02
	2		38.00
5	3	13.00	38.93
	5		39.02

planta. En lo que se refiere al número de racimos/planta, no se encontró ninguna diferencia significativa en todos los tratamientos, pero sí hubo diferencia respecto al peso y producción de uva por planta, sobresaliendo aquellos tratamientos que fueron bien abastecidos de humedad durante la etapa de crecimiento del brote: -2 y -3 bars de tensión en la humedad del suelo.

Considerando la primera etapa de crecimiento vegetativo, se puede observar un efecto muy marcado sobre la fructificación de la vid, ya que a medida que la tensión de agua en el suelo aumenta (se hace más negativa), disminuyen tanto el peso del racimo como los kilogramos de uva por planta. La importancia que tiene la aplicación del primer riego para mantener un crecimiento acelerado

del brote y crear un buen crecimiento foliar, se manifiesta para obtener una buena producción de uva por planta.

Cuadro 3. Efecto de las diferentes tensiones de humedad en el suelo sobre la fructificación de la vid.

Tratamiento de tensión en el suelo (BARS)	No. de racimos por planta	Peso del racimo (gr)	kg de uva por planta
1a. Etapa	2	41.0	317.00
	3	47.0	293.00
	5	41.5	291.00
		\bar{X} 300.33	\bar{X} 12.774
2a. Etapa	2	38.0	312.00
	3	41.8	311.00
	5	39.9	301.0
		\bar{X} 308.00	\bar{X} 12.068
3a. Etapa	2	40.1	229.00
	3	42.4	232.00
	5	38.6	251.00
		\bar{X} 237.33	\bar{X} 9.679

En el Cuadro 4 se presentan los componentes del rendimiento o calidad de la fruta como son longitud, compactación, color y grados Brix de los racimos. No se encontró ninguna diferencia significativa entre tratamientos, pero se observa que en el caso de la longitud de racimos, a medida que la deficiencia de agua se incrementa, la longitud disminuye.

Cuadro 4. Efecto de diferentes tensiones de humedad en la calidad de la uva

Tratamiento de tensión en el suelo (BARS)	Longitud del racimo	Compactación	Color	°Brix
1a. etapa	2	4.3	4.5	19.3
	3	4.6	4.5	19.0
	5	4.5	4.6	19.0
2a. etapa	2	4.1	4.5	19.0
	3	4.7	4.5	20.0
	5	4.4	4.5	20.0
3a. etapa	2	4.5	4.5	20.0
	3	4.5	4.6	19.0
	5	4.5	4.6	20.0

C. Relación entre consumo de agua por la planta y evaporación libre.

En la Figura 3 se muestra la curva de los factores de consumo (Kc) para tres tratamientos, que fueron 2-2, 3-3 y 5-5 bars de tensión en la humedad del suelo. Para este factor y para los demás que se discuten posteriormente, se seleccionaron estos tratamientos, ya que representan niveles de humedad constantes, como son el alto (2-2), el medio (3-3) y el bajo (5-5).

En esta gráfica también se puede observar que las curvas que indican los factores de consumo, siguen un mismo patrón a través del ciclo vegetativo de este cultivo, es decir, se van incrementando hasta alcanzar un valor máximo para luego descender. Esto indica que existe una alta correlación entre la evaporación libre (Eo) y el consumo de agua por la planta, por lo tanto, la medición de la

evaporación libre constituye una buena técnica que se puede utilizar para programar los riegos en el cultivo de la vid.

D. Relación entre el crecimiento vegetativo y el estado interno del agua en la planta.

En las Figuras 4, 5 y 6 se puede observar la dinámica de crecimiento del brote, así como la variación en el contenido relativo de agua en la hoja, el potencial hídrico total (Ψ) y el potencial de turgencia (Ψ_t) de la hoja, bajo los tratamientos -2, -3 y -5 bars de tensión en la humedad del suelo.

Para cada uno de los tratamientos estudiados, el número de riegos aplicados fue de uno, uno y cero, para -2, -3 y -5 bars, respectivamente.

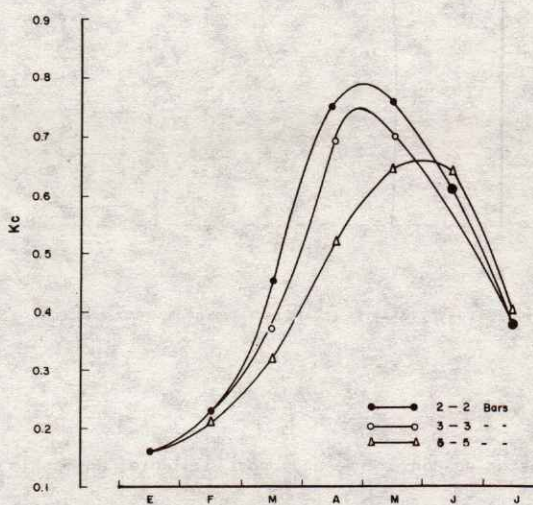


Fig. 3 Factores de consumo (Kc) de la vid bajo los tratamientos de 2-2, 3-3 y 5-5 Bars de tensión de la humedad en el suelo INIA-CIAN-CAELALA

Es muy importante el efecto de la fecha de aplicación de los riegos sobre el desarrollo del brote, ya que durante las primeras semanas el crecimiento es muy acelerado y cualquier deficiencia de humedad puede disminuir la tasa de crecimiento del mismo, y aun cuando se apliquen riegos en etapas posteriores, dicho crecimiento no se recupera del todo, como sucedió con los tratamientos -3 y -5 bars.

Lo anterior se comprueba al observar la variación que tuvo el potencial de turgencia o presión de la hoja (Ψ_p), considerado por varios autores (Butrose, 1974 y Gergely et al. 1980b) como el responsable del crecimiento y del contenido relativo de agua (CRA) en la hoja. Se observa que de las 4 a 5 semanas después de la aplicación del riego de pre-brotación (14 de marzo), en el tratamiento de -5 bars, tanto el Ψ_p como el CRA, alcanzaron niveles que se consideraran críticos para que el brote siga su crecimiento normalmente; estos niveles son $\Psi_p = 1.5$ bars y CRA = 80-90%. Sin embargo, esto no ocurrió en los tratamientos de -2 y -3 bars, debido a que cuando se aplicaron los riegos, los valores de los parámetros Ψ_p y CRA eran aceptables. Por lo cual, entre estos dos tratamientos las diferencias en el crecimiento del brote se deben a que en el tratamiento de -2 bars el Ψ_p siempre fue más alto que en el tratamiento de -3 bars, pero en los dos tratamientos este valor siempre permaneció arriba del nivel considerado como crítico.

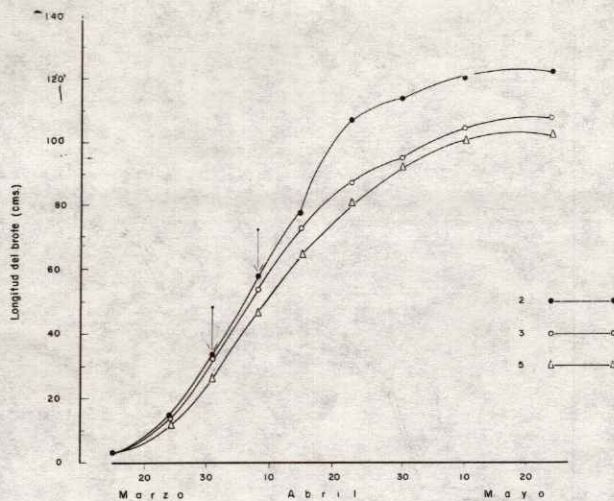


Fig. 4. Efecto de diferentes tensiones de humedad en el suelo sobre el crecimiento del brote. INIA - CIAN - CAELALA. 1982.

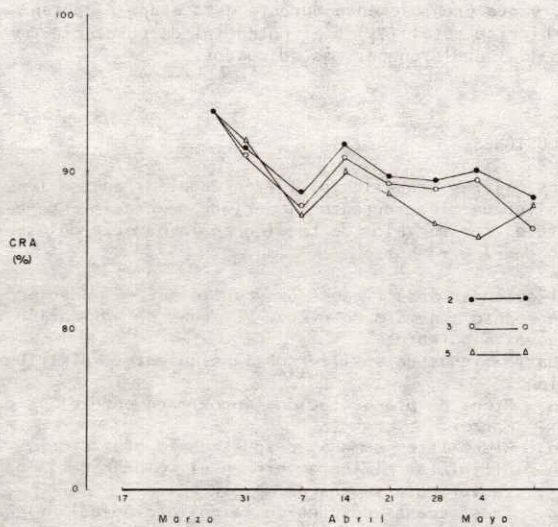


Fig. 5. Variación en el CRA de la hoja bajo tres tratamientos de tensión en la humedad del suelo durante el crecimiento del brote. INIA - CIAN - CAELALA. 1981.

De acuerdo a las Figuras 6, 10, 11 y 12 se puede sugerir que en función a la variación en el potencial hídrico total (Ψ_t) y potencial de presión (Ψ_p), el punto de marchitez de la planta ocurre cuando el Ψ_t en la hoja alcanza un valor igual a -13 bars.

Durante el desarrollo de la primera etapa no se tuvo ninguna contribución de agua por efecto de la lluvia, de tal manera que la respuesta encontrada fue debida exclusivamente a los niveles de tensión en la humedad del suelo estudiados. De lo anterior, se sugiere que es importante la primera etapa de crecimiento en el brote, durante la cual se debe mantener un nivel adecuado de humedad en el suelo. Esto es posible al aplicar un riego tres semanas después de aplicado el riego de brotación, con ello se puede asegurar un buen crecimiento del brote.

E. Relación entre el crecimiento del fruto y el estado interno del agua en la planta.

La etapa de crecimiento del fruto consiste en tres fases la primera es el aumento de tamaño, la segunda es la de transición y la tercera es la de maduración del fruto.

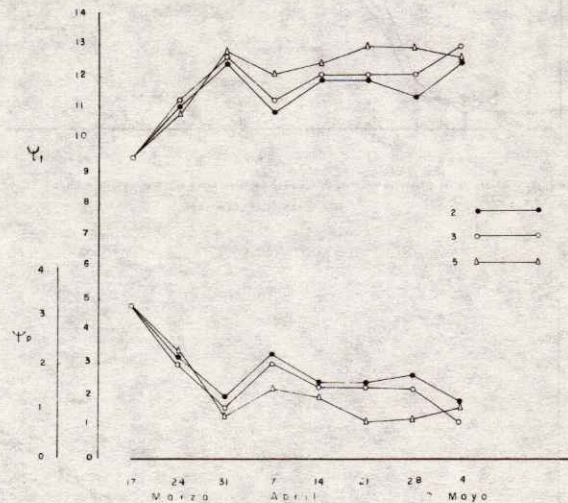


Fig. 6. Variación en el Ψ_t y Ψ_p de la hoja bajo tres tratamientos de tensión en la humedad del suelo durante el crecimiento del brote. INIA - CIAN - CAELALA. 1982.

En las Figuras 7, 8 y 9 se presentan las curvas de crecimiento del fruto para las nueve combinaciones de tensión de agua en el suelo que se estudiaron.

En dichas curvas se puede apreciar el crecimiento de la baya durante su primer periodo de desarrollo, que es afectado notablemente por una deficiencia de humedad en el suelo, pero es muy posible que el crecimiento se pueda recuperar en etapas posteriores si se vuelve a aplicar agua, como sucedió con el tratamiento de humedad más castigado (-5 bars).

Aun cuando no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el volumen del grano, se observa (según las gráficas), que aquellos tratamientos que se abastecieron bien de humedad durante la primera etapa (crecimiento del brote), obtuvieron los más altos valores en la longitud de este parámetro.

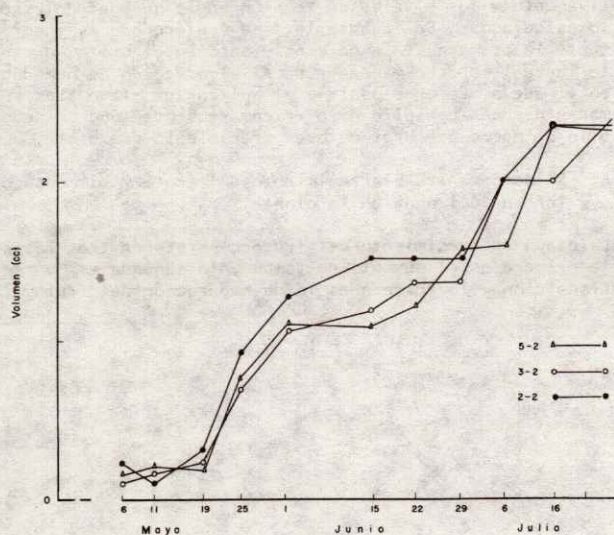


Fig. 7 Efecto de las diferentes tensiones de humedad del suelo sobre el crecimiento de la Baya
INIA - CIAN - CAELALA 1982.

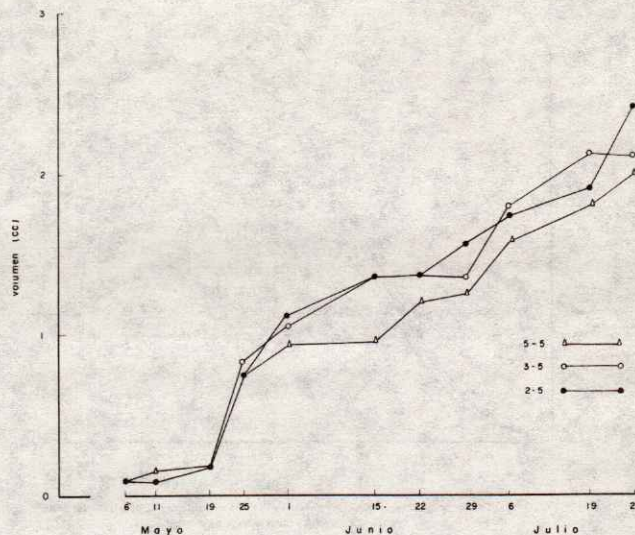


Fig. 9 Efecto de las diferentes tensiones de humedad del suelo sobre el crecimiento de la Baya.
INIA - CIAN - CAELALA 1982.

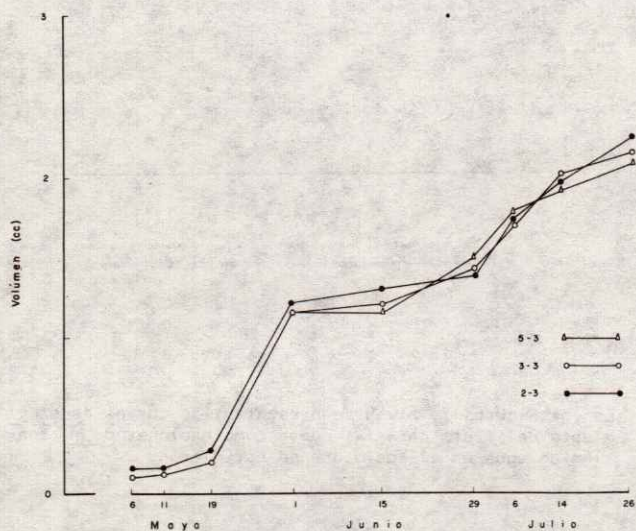


Fig. 8 Efecto de las diferentes tensiones de humedad del suelo sobre el crecimiento de la Baya
INIA - CIAN - CAELALA 1982.

Lo anterior es evidencia de que puede existir cierto proceso de adaptación de este cultivo a una deficiencia de agua, y que probablemente durante esta etapa el potencial hídrico total (Ψ_t) y el potencial de turgencia del fruto (Ψ_p) pudieron ser más adecuados.

CONCLUSIONES

- Los mejores tratamientos fueron aquellos que se les aplicó un riego durante el período de crecimiento del brote, con un valor de tensión en la humedad del suelo de -2 y -3 bars.
- El calendario de riegos que resultó ser más adecuado, en cuanto a número de riegos y fechas de aplicación, fue el siguiente:
Cuatro riegos de auxilio con la siguiente distribución:
 - 1o. Riego de pre-brotación (aproximadamente el 15 de marzo).
 - 2o. Riego (tres semanas después de la brotación).
 - 3o. Al iniciar el incremento en el volumen de la baya (primera semana de mayo).
 - 4o. Tres semanas después de la aplicación del riego anterior.
 - 5o. Al iniciar la etapa de maduración de la baya (segunda y tercera semanas de junio).
- Se pueden usar mediciones de la evaporación, relacionadas con el consumo de agua por la planta, para estimar el momento más oportuno en la aplicación del riego, ya que se ha observado que existe una tendencia semejante entre la evaporación libre y el consumo de agua por la planta.

En las Figuras 10, 11 y 12 se pueden observar las variaciones en potencial hídrico total (Ψ_t) y en el potencial de presión (Ψ_p) de la hoja, y se puede ver que durante la primera fase en el crecimiento de la baya, el Ψ_p fue más alto en los tratamientos más regados, pero una vez que se inició la maduración, dichos valores se igualaron con los de los tratamientos menos regados.

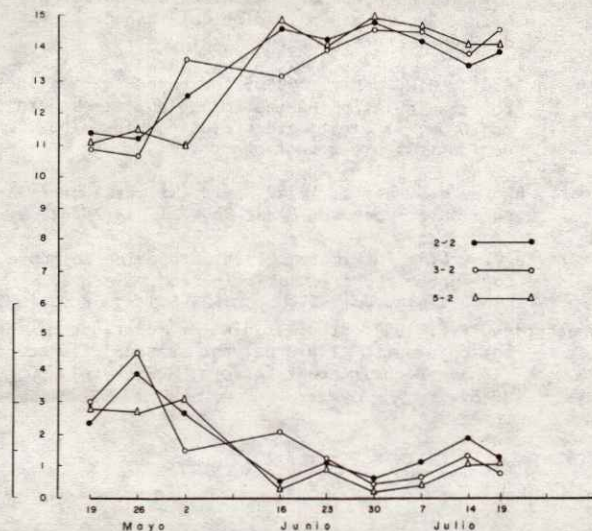


Fig. 10 Variación en el ψ , y ψ_w de la hoja bajo tres tratamientos de tensión en la humedad del suelo. INIA-CIAN-CAELALA. 1981.

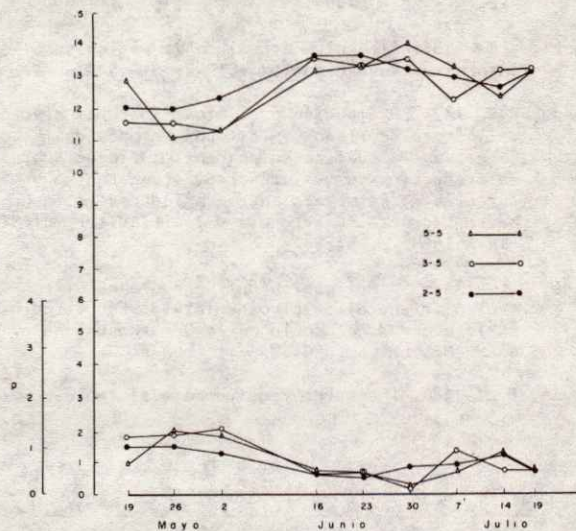


Fig. 12 Variación en el ψ , y ψ_w de la hoja bajo tres tratamientos de tensión en la humedad del suelo. INIA-CIAN-CAELALA. 1982.

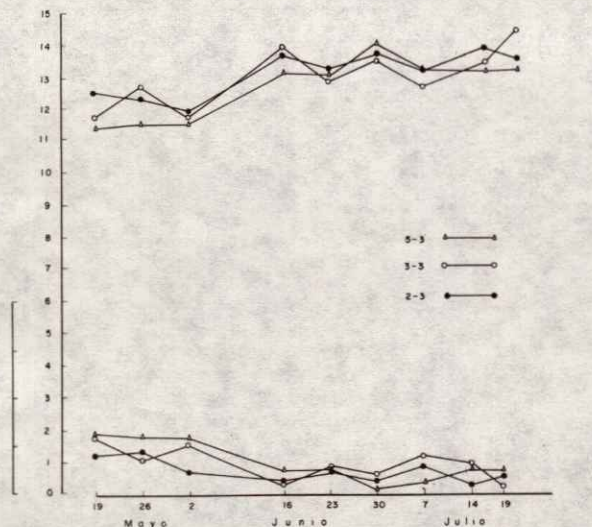


Fig. 11 Variación en el ψ , y ψ_w de la hoja bajo tres tratamientos de tensión en la humedad del suelo. INIA-CIAN-CAELALA. 1982.

BIBLIOGRAFIA

Brown, K.W. 1974. Calculations of evapotranspiration from crop surface temperature. *Agric. Meteorol.* 14:199-209

Butrose, M.S. 1974. Fruitfulness in grapevines: effect of changes in temperature and light regimes. *Bot. Graz.* 130(3):173-179.

Gergely, I. et al. 1980a. Polyethylene glycol induced water stress effect on apple seedlings. I. Methodology water consumption and dry matter production. *J. Amer. Sc. Hort. Sci.* 105-(6):854-857.

Gergely, I. et al. 1980b. Polyethylene glycol induced water stress effect on apple seedlings. II. 45 Calcium uptake. *J. Amer. Sc. Hort. Sci.* 105 (6):858-861

Godoy, A.C. 1978. Efecto del abatimiento de humedad en diferentes estados de desarrollo sobre la producción y resistencia a daños por helada en la vid. Informe de investigación. CIAN-INIA.

Godoy, A.C. 1981. Efecto de diferentes porcentajes de evapotranspiración (ET) en la fructificación de la vid, variedad Carignane. Informe de investigación. Sin publicar.

Hendrickson, A.H. y F.G. Veihmeyer. 1950. Irrigation experiments with grapes. *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.* p. 728.

Kasimatis, A.N. 1966. Vineyard irrigation. *Univ. Calif. Agr. Est. Serv.* p. 1-5.

- Loveys, B.R. y P.E. Kriedemann. 1973. Rapid changes in abscisic acid-like inhibitors following acceleration in vine leaf water potential. *Plant. Physiol.* 28:476-479.
- Mancilla, R. 1967. Situación actual de la viticultura. Informe de Investigación. CIANE-INIA-SAG.
- Obando, R.G. 1972. Evaluación preliminar sobre el efecto del número de riegos y la fecha después de la cosecha, en la cual se suspenden los riegos sobre la producción de uva, desarrollo vegetativo y maduración de la madera entre variedades en la Comarca Lagunera. Cuarto día del viticultor. CIANE-INIA-SARH. p. 51-58.
- Ojeda, D.C. 1952-55. Aplicación del método para el control de riego al cultivo de la vid. En: Estudios en la humedad del suelo en la Comarca Lagunera. SARH. Mexico. pp. 59-68.
- Rooyen, F.C. 1980. The water requirements of table grapes. *The deciduous fruit grower.* March. p. 100-106.
- Rooyen, F.C. y H.W. Weber. 1980a. The response of grapes to a manipulation of the soil-atmosphere continuum. I. Growth and physiological responses. *The deciduous fruit grower.* March.
- Rooyen, F.C. y H.W. Weber. 1980b. The response of grapes to a manipulation of the soil-plant-atmosphere continuum. II Plant water relationships. *The deciduous fruit grower.* March.
- Smart, R.E. y H.D. Barrs. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiol.* 53:258-260.
- Smart, R.E. y C.R. Turkington. 1974. Grapevine response to furrow and trickle irrigation. *Amer. J. Enol. Vitic.* Vol. 25 No. 2:62-66.
- Weatherley, P.E. 1951. Studies in water relations of the cotton plants. II Diurnal and seasonal fluctuations and environment factors. *New Phytol.* 50: 36-51.

EVALUACION DE LA APLICACION DE AZUFRE DURANTE LA ETAPA DE RECUPERACION DE SUELOS SALINO-SODICOS DEL EX-LAGO DE TEXCOCO*

Becerra Moreno, A. *
Llerena Villalpando, F. **
Martínez Elizondo, R. ***

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la factibilidad de recuperación de los suelos salino-sódicos del ex-lago de Texcoco, se realizó un experimento de campo en la periferia oriental del ex-lago, utilizando azufre como mejorador y lavando con aguas de desecho urbano y provenientes de la ciudad de México durante el período 1981 - 1982. Se probaron cuatro dosis de azufre y cuatro tiempos de oxidación del mismo, utilizando un diseño experimental de parcelas divididas. La evaluación del trabajo se llevó a cabo con datos del análisis químico del suelo y con el rendimiento de trigo, cebada y pasto rye grass.

El rendimiento de forraje y grano de los cultivos indicó una respuesta altamente significativa a las dosis de azufre. El pH y la proporción relativa de los iones solubles fueron buenos indicadores del proceso recuperativo producido por el azufre, mientras que la conductividad eléctrica (CE) y la relación de absorción de sodio (RAS) no indicaron adecuadamente dicho proceso. Por otro lado, no se manifestaron efectos consistentes del factor tiempo de oxidación del azufre, debido a la interacción entre el tiempo de aplicación del azufre y la distribución de la lluvia.

ABSTRACT

A field experiment was conducted on a saline-sodic clay soil of the Texcoco ex-lake, in order to study the effect of sulphur application and treatment with sewage waters from Mexico City on the physical and chemical properties of the soil and on yields of wheat, barley and rye grass.

Four rates of sulphur and four periods of sulphur oxidation were studied on a split plot experimental design. Yields of grain and stover of the three crops, showed a significant response to rates of sulphur. Soil pH and the relative proportions of ions in solution were indicators of the soil reclamation process. The electric conductivity and the ratio of sodium adsorption were not good indicators of the soil reclamation process. No consistent effect of the time of oxidation was detected due probably to the interaction between that factor and rainfall distribution.

INTRODUCCION

Entre los principales problemas que pueden afectar a los terrenos agrícolas, sobre todo en áreas de riego, se tiene el ensalitrado de los suelos. Su prevención y/o rehabilitación son de gran importancia debido a la creciente demanda de alimentos por el incremento de la población.

Los suelos del ex-lago de Texcoco constituyen un caso especial de suelos ensalitrados por su elevada afectación salino-sódica entre otras limitantes. En los últimos 25 años se han desarrollado varias investigaciones en el ex-lago, algunas de ellas referente a la recuperación del suelo; sin embargo aún no se define una metodología adecuada y suficiente que indique la factibilidad de tal recuperación.

Con el presente estudio se exploran los efectos del azu-

fre en estos suelos. Otros investigadores han utilizado este mejorador en suelos del ex-lago, pero sus resultados no son muy concluyentes (Guerrero, 1961; Ureña, 1975; Rascón, 1979) o fueron obtenidos bajo condiciones semi-controladas (Guerrero, 1961; Díaz, 1982). Por lo tanto, en 1981-82 se realizó un experimento de campo con el objeto de determinar la dosis de azufre necesaria para recuperar los suelos de la periferia oriental del ex-lago, así como también para evaluar el grado de oxidación del azufre en diferentes lapsos de tiempo.

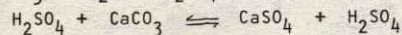
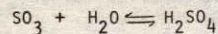
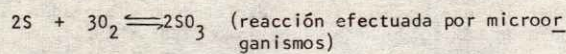
Se utilizaron 4 dosis de azufre y 4 tiempos de oxidación usando el diseño de parcelas divididas. El lavado se hizo con aguas negras, y como variables de respuesta se usó datos del análisis químico del suelo y el rendimiento de cultivos densos.

+ Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S.
* Investigador del Programa Agrícola de la Comisión del Lago de Texcoco
** Jefe del Programa Agrícola de la Comisión del Lago de Texcoco.
*** Profesor Investigador del Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo.

REVISION DE LITERATURA

Se considera que alrededor de una tercera parte de los terrenos cultivables en México tiene problemas por exceso de sales (Aceves, 1981). Los suelos con este problema se clasifican como salinos, salino-sódicos y sódicos (USDA, 1980), siendo estos últimos relativamente más difíciles de recuperar para fines agrícolas (Aceves, 1981).

Entre las técnicas de recuperación de suelos, son fundamentales el lavado, la aplicación de mejoradores y un eficiente sistema de drenaje (Pizarro, 1978). Cuando el problema del suelo es un elevado PSI, comúnmente se requiere del uso de mejoradores químicos, entre los cuales uno de los más utilizados es el azufre (USDA, 1980), y para que éste actúe como mejorador requiere ser transformado a SO_4^{2-} . Esta transformación está definida por las reacciones siguientes:



La primera reacción es efectuada por las bacterias del azufre, principalmente por las del género *Thiobacillus* (Starkey, 1966), y como las reacciones subsiguientes dependen de que ésta se realice, la intervención microbiana es determinante. Esta dependencia constituye una relativa desventaja para utilizar azufre en suelos con elevado PSI, pues generalmente en ellos se presenta un pH muy alcalino (USDA, 1980) y las bacterias del azufre prefieren condiciones de acidez o neutralidad del pH (Starkey, 1966).

En el ex-lago de Texcoco los suelos generalmente presentan un pH mayor de 9, y con frecuencia aún de 10. Bajo estas condiciones la población microbiana se reduce fuertemente (Tirado y Echegaray, 1969).

En un experimento de laboratorio con suelos muy afectados del ex-lago, Guerrero (1961) reporta que las bacterias oxidantes del azufre no pueden desarrollarse bajo las condiciones muy alcalinas de estos suelos, pues no se encontró reducción del pH. A su vez, Ureña (1975) observó que la adición de azufre a suelos muy afectados del ex-lago no tuvo efecto significativo sobre la disminución de sales solubles y/o sodio intercambiable. Por su parte, Rascón (1979) encontró que la adición de azufre a estos suelos incrementó la supervivencia de 4 especies arbóreas en un 60% con respecto al tratamiento de solo lavado. Los dos últimos trabajos se hicieron bajo condiciones de campo.

Por último, en un experimento de invernadero, Díaz (1982) encontró que añadiendo azufre a suelos medianamente afectados del ex-lago, el número de *Thiobacillus* se incrementó proporcionalmente al tiempo de incubación, siendo también proporcional a ésta la cantidad de azufre transformado y la disminución del pH.

Ya desde principios del siglo se conocía la importancia del azufre como mejorador, según indican las investigaciones de Thomas (1936) y varios autores citados por él. Por otro lado según referencias citadas por Aceves (1981) en algunos casos ha mostrado buena eficiencia recuperativa, en otros no se encontraron efectos e incluso se han reportado efectos nocivos.

Aunque las bacterias oxidantes del azufre prefieren condiciones de acidez (Starkey, 1966), Rupela y Tauro (1973),

reportan haber aislado una cepa de *Thiobacillus novelus* con capacidad para desarrollarse a pH de 10.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del sitio. El sitio experimental se localiza en la parte oriental del ex-lago de Texcoco, a la altura del km 5.5 del camino Peñón-Texcoco a unos 750 m al norte de éste. El suelo se catalogó como arcilloso y salino-sódico, y presentaba originalmente una buena cobertura de pasto salado. En el Cuadro 1 se muestra el resultado del análisis de muestras de suelo colectadas cuatro meses antes de establecer el experimento.

Cuadro 1. Resultados promedio de tres muestras compuestas del análisis químico previo al experimento.

Profundidad	pH	CEX10 ³	CIC	RAS	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻
0-20	8.6	8.3	65.3	56.9	8.0	4.7
20-40	9.4	14.0	58.0	140.6	27.0	12.0
40-70	9.7	20.7	53.0	199.4	77.7	7.7
70-100	9.9	27.7	52.8	273.9	148.0	5.7

	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
0-20	66.7	10.1	1.4	2.1	81.9	5.9
20-40	112.7	12.3	1.3	1.3	148.5	9.8
40-70	158.0	17.0	1.4	1.3	176.3	15.8
70-100	208.7	22.6	1.3	1.3	327.7	27.7

La concentración de los iones solubles se da en me/lt.

Factores bajo estudio. Se exploraron dos factores: dosis de azufre (D) y tiempo de oxidación (T), con cuatro niveles como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Factores y niveles bajo estudio.

T (semanas)	4	8	12	16
D (kg/ha)	0.0	3.3	6.6	10.0

Se utilizó el diseño de parcelas divididas siendo T el factor de parcela grande y D el de parcela chica.

Aplicación de los tratamientos. La incorporación del azufre se realizó manualmente, con pala, y se realizó en julio, agosto, septiembre y octubre respectivamente para T4, T3, T2 y T1, iniciando los lavados en noviembre. Se lavó con aguas negras provenientes de la ciudad de México, y aplicando el agua con sifones de 1 1/2".

Se tomó muestras compuestas de suelos de cada unidad experimental en 5 etapas del experimento, a las profundidades de 0-20, 20-40, 40-70 y 70-100 cm.

Establecimiento de cultivos. Al concluir los lavados, se establecieron los cultivos cebada, trigo y pasto rye grass y se regaron con aguas negras. Al inicio del espigamiento se estimó su rendimiento de forraje, y posteriormente de grano.

Variabes de respuesta. Para medir el efecto de los tra

tamientos, se usaron dos tipos de variables: a) la variación de las magnitudes químicas del suelo en muestras colectadas antes y después de aplicar los tratamientos, y b) el rendimiento de tres cultivos densos.

En las variables químicas, se utilizó pH, CE, aniones y cationes solubles, y además, la relación de cada ion respecto a la suma total correspondiente de aniones o cationes.

RESULTADOS

Efectos del factor dosis de azufre. Con la aplicación de los tratamientos se logró una reducción promedio de las sales solubles del 70% en el espesor de suelo de 0-100 cm, desde 17.3 hasta 5.2 mmhos/cm. Sin embargo, esta reducción es atribuible al lavado, pues el mejorador propició un incremento en la concentración de las sales, como se muestra en el cuadro 3; este incremento de sales tiene relación estrecha con la disminución del pH, según la figura 1.

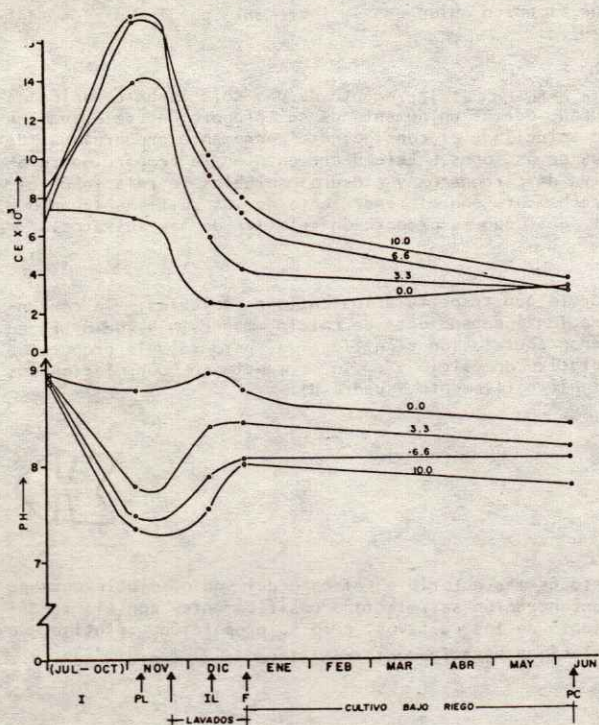


Figura 1. Variación de la CE y el pH en la profundidad de 0-20 cm.

Con respecto al efecto del mejorador sobre la sodicidad del suelo, en el cuadro 3 se puede observar como la concentración de sodio soluble se incrementó con el azufre; por su parte, la RAS no manifestó efecto significativo. Sin embargo, la proporción de sodio soluble disminuyó significativamente, como se muestra en el cuadro 4.

A su vez, el rendimiento de los cultivos indicó un efecto altamente significativo de las dosis de azufre, como se muestra en la figura 2.

Cuadro 3. Valores promedio de algunas variables químicas del suelo a la profundidad de 0-20 cm, al concluir los lavados.

D ton/ha	CE mmhos/cm	pH	SO ₄ ⁼ me/lt	Ca ⁺⁺ me/lt	Na ⁺⁺ me/lt	Suma de cationes	RAS
0.0	2.4	8.8	13.1	0.6	28.8	34.1	34.1
3.3	4.2	8.5	39.9	1.6	52.4	62.7	42.8
6.6	6.7	8.1	72.3	5.9	76.8	97.8	37.1
10.0	8.0	8.0	96.6	12.9	93.5	126.6	37.0
\bar{X}	5.3	8.3	55.5	5.3	62.9	80.3	36.3

Cuadro 4. Proporción relativa de los cationes solubles en la profundidad de 0-20 cm, al concluir los lavados.

D ton/ha	%Ca	%Mg	%Na	%K
0.0	2.0	4.0	84.2	9.8
3.3	2.4	4.1	83.7	9.8
6.6	5.7	5.2	79.0	10.0
10.0	9.8	5.8	74.3	10.1
\bar{X}	5.0	4.8	80.3	9.9

Efectos del factor tiempo de oxidación. Con relación a este factor no se manifestaron efectos consistentes, pues se encontró más variación en las variables químicas del suelo para el muestreo previo a los tratamientos que al concluir éstos; como se muestra en el cuadro 5. A su vez, los rendimientos de los cultivos tampoco manifestaron efectos consistentes, según se concluye del cuadro 6.

El hecho de que no se hayan manifestado los efectos de T se atribuye a la implementación desfasada de este factor pues las condiciones de humedad del suelo no fueron iguales para todos los niveles de T debido a la distribución de la precipitación, lo cual se muestra en el cuadro 7.

Por otro lado, las variables de respuesta de tipo químico se correlacionaron con el rendimiento de los cultivos como se muestra en el cuadro 8 para el caso de la cebada.

Cuadro 5. Valores promedio inicial (I) y final (F) de SO₄⁼, Na⁺ y RAS a 0-20 cm de profundidad.

T (semanas)	SO ₄ ⁼ (me/lt)		Na ⁺ (me/lt)		RAS	
	I	F	I	F	I	F
4	63.1	43.3	132.3	69.0	171.1	39.8
8	18.8	64.2	66.1	64.6	75.3	33.3
12	26.6	62.3	129.3	63.1	118.9	35.2
16	10.5	52.0	62.8	54.9	49.9	36.7
\bar{X}	29.7	55.5	97.6	65.6	103.8	36.2

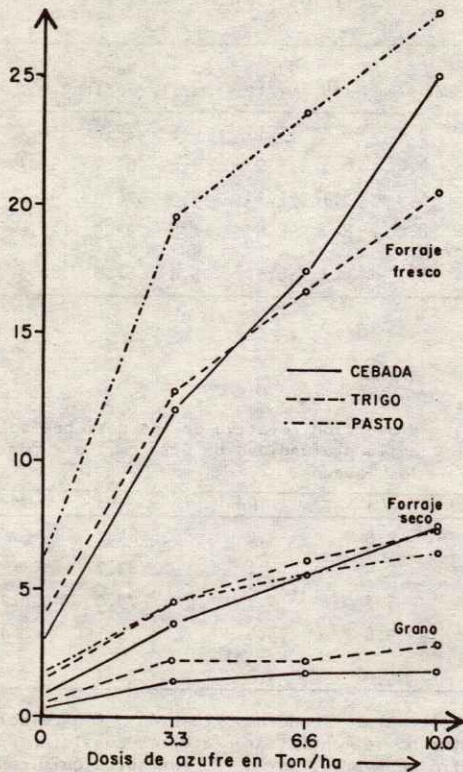


Figura 2. Rendimiento de cebada, trigo y pasto rye grass según el factor dosis de azufre.

DISCUSION

La adición del azufre al suelo provocó un notable incremento en la CE (Fig. 1), y desde un punto de vista muy general tal incremento no es conveniente, pues los cultivos disminuyen su rendimiento a medida que la CE se incrementa.

Cuadro 6. Rendimiento promedio de cebada, en ton/ha.

Variable	semanas de tiempo de oxidación				X
	4	8	12	16	
forraje fresco	14.3	14.7	12.6	15.7	14.3
forraje seco	4.5	4.7	4.0	4.9	4.5
grano	1.5	1.3	1.3	1.5	1.4

Sin embargo, a pesar del incremento de sales solubles causado por el azufre, éste produjo una significativa mejora de las condiciones del suelo para el desarrollo de los cultivos (fig. 2), lo cual significa que la limitante principal en estos suelos no está constituido por la salinidad total presente, sino más bien por las interrelaciones iónicas y el elevado pH.

En efecto, el pH disminuyó con el azufre (cuadro 3, fig. 1), y este decremento presentó una correlación positiva y altamente significativa con el rendimiento de los cultivos (cuadro 8). Por lo tanto, el pH indicó adecuadamente el proceso recuperativo del azufre.

Con relación a la composición de la solución del suelo, en el mismo cuadro 8 se observa que de las concentraciones aniónicas, consideradas en forma independiente, únicamente los sulfatos manifiestan una alta correlación con el rendimiento de los cultivos; y los sulfatos fueron el único anión que se incrementó por la adición del azufre.

Sin embargo, el incremento de una sola especie aniónica supone además un aumento de su proporción relativa en la solución y el consiguiente decremento proporcional de los demás iones. Este decremento en la proporción relativa de carbonatos y cloruros solubles se relacionó estrechamente con el rendimiento de los cultivos (cuadro 8) al igual que la proporción relativa de los sulfatos.

Por lo que respecta a los cationes solubles, la concentración independiente de calcio, magnesio y sodio presentaron correlación significativa, pero sólo la proporción relativa de calcio y sodio se mantienen correlacionados significativamente (cuadro 8).



Esto es más notorio en el caso del sodio soluble pues su concentración se relaciona positivamente con el rendimiento de los cultivos, pero su proporción relativa se relaciona negativamente con dicho rendimiento (cuadro 8).

Cuadro 7. Implementación del factor T y distribución de la lluvia.

T1				nov. 23
T2		oct. 22		
T3		sep. 24		
T4	ags. 27			
	jul. 30			
lluvia (mm)	1-80.5	86.1	20.0	1.3
				inicio de los lavados

Cuadro 8. Correlación del rendimiento de cebada (ton/ha de m.s.) y algunas variables químicas del suelo.

pH	CE	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
0.3946*	0.4324	-0.0813	-0.1785	-0.0752	0.5258	0.3978	0.3604	0.3855	-0.2252
0.0013**	0.0004	0.5233	0.1581	0.5339	0.0001	0.0001	0.0034	0.0017	0.0736
		RCOS	RHCS	RCLS	RSOS	RCS	RMS	RSS	RPS
		-0.4684	-0.4449	-0.4404	0.5232	0.5117	0.1981	-0.4211	-0.0145
		0.0001	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001	0.1167	0.0005	0.9097

* Coeficiente de correlación

** Probabilidad (R) bajo la hipótesis Ho: R Ho=0

En síntesis, si se parte de la base de que la recuperación del suelo es con fines agronómicos, el rendimiento de los cultivos debe considerarse como la principal variable de respuesta para evaluar los efectos del mejorador; y por lo tanto, si la proporción relativa de los iones solubles presenta una correlación con dicho rendimiento mejor que la de las concentraciones iónicas (cuadro 8) se concluye que la concentración salina presente en el suelo no es el problema, sino la composición de dicha solución.

Esto sugiere que para los cultivos el rango de 28 a 94 me/lt de sodio (cuadro 3) no influyó por sí solo en los cultivos tanto como que dicho catión representara el 84 o el 74% del total de cationes (cuadro 4). Así pues, la proporción relativa de los iones resultó ser un buen indicador del proceso recuperativo causado por el azufre.

La concentración de la solución del suelo se incrementó con el azufre (cuadro 3) pero a la vez cambió sustancialmente la composición de dicha solución (cuadro 4), y esto último significó una mejora esencial de las condiciones del suelo para el desarrollo de los cultivos (fig.2).

Efectos del factor tiempo de oxidación. En general, no se manifestaron efectos consistentes y/o significativos del factor T, (cuadro 6), y esto se debe básicamente a la heterogeneidad en las condiciones del suelo para los diferentes niveles del factor T (cuadro 5).

Al aplicar el azufre para T8 y T16, el suelo estaba húmedo y la incorporación del azufre se hizo con relativa eficiencia, mientras que en T12 el suelo estaba muy mojado, y por ser arcilloso fue difícil mullirlo adecuadamente. Por último, al aplicar el azufre en T4 el suelo tenía poca humedad, y ya no llovió durante las 4 semanas previas al lavado.

Por lo tanto, las condiciones desfavorables prevalentes al aplicar el mejorador en T4 y T12, causaron una transformación deficiente del azufre en estos tratamientos, lo cual se manifestó con un rendimiento menor de los cultivos.

CONCLUSIONES

1.- Desde un punto de vista técnico, es posible recupe-

rar para fines agrícolas los suelos del lado Este del Ex lago de Texcoco comprendiendo las Series Patos y Ahuehuetes con aplicaciones de azufre y aguas negras, siendo las principales limitantes para ello la conducción del agua y la falta de drenaje natural.

2.- Con la incorporación del azufre al suelo se logró una significativa disminución del pH, pero con ello la concentración de la solución del suelo se incrementó notablemente. Por lo que respecta a los aniones, tal incremento se debió casi exclusivamente a los sulfatos, mientras en el caso de los cationes se debió principalmente al sodio y al calcio.

3.- El rendimiento de cebada, trigo y pasto rye grass manifestó una respuesta altamente significativa a la adición del azufre, caracterizándose por un notable incremento de la producción en forraje y grano.

4.- La tendencia en la respuesta de los cultivos indica que la dosis óptima fisiológica está por arriba de 10 ton/ha de azufre.

5.- En general, las variables de respuesta utilizadas no mostraron efecto consistente del factor tiempo de oxidación, lo cual se atribuye a la interferencia causada por las lluvias.

6.- Las condiciones de afectación salino-sódica de los suelos bajo estudio no fueron impedimento para que las bacterias del azufre realizaran la transformación oxidativa del mejorador.

7.- En el presente estudio, la CE y la RAS no fueron buenos indicadores del proceso recuperativo del azufre.

8.- Los resultados obtenidos indican que el problema básico para un buen desarrollo de cultivos en estos suelos no está constituido por el total de sales presentes en la solución del suelo, sino más bien por la composición de dicha solución.

RECOMENDACIONES

1.- Puede ser de interés explorar en campo nuevamente el factor tiempo de oxidación del azufre; se recomienda implementarlo fuera del ciclo de lluvias.

2.- Puesto que los trabajos de recuperación del suelo se realizan con fines agronómicos, se recomienda en dichos trabajos utilizar el desarrollo de algún cultivo como variable de respuesta principal.

3.- Al evaluar los resultados de una técnica de recuperación de suelos mediante variables químicas, es recomendable considerar éstas conjuntamente, en sus proporciones relativas y dependencias recíprocas, ya que consideradas aisladamente pueden conducir a conclusiones erróneas.

4.- Se recomienda desarrollar investigación en suelos similares a los del presente estudio con enfoque hacia la nutrición vegetal, para determinar posibles efectos de inhibición o toxicidad de sales específicas.

BIBLIOGRAFIA

- Aceves, N.L. A (1981). Los terrenos ensalitrados y los métodos para su recuperación. Patronato Universitario (PATUACH) de la Universidad Autónoma Chapingo. - Chapingo, México.
- Díaz, H.J.N. 1982. Oxidación del azufre elemental en suelos del ex-lago de Texcoco que presentan exceso de sodio intercambiable. Tesis profesional. UACH, Chapingo, México.
- Guerrero, L.M.E. 1961. Efectos de las bacterias *Thiobacillus thiooparus* y *Th. thiooxidans* en suelos del Lago de Texcoco. Tesis profesional. UNAM, México, D.F.
- Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid.
- Rascón, R.R. 1979. Metodología para el establecimiento de cuatro especies arbóreas en el vaso del ex-lago de Texcoco. Tesis profesional. ENA, Chapingo, México.
- Rupela, O.P. and P. Tauro. 1973. Isolation and characterization of *Thiobacillus* from alkali soils. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 5, pp.891-897.
- Starkey, R.L. 1966. Oxidation and reduction of sulfur compounds in soils. *Soil. Sci.* 101 (4): 297-307.
- Thomas, E.E. 1936. Reclamation of black-alkali soils with various kinds of sulphur. *Hilgardia*, 10, (5):127-142.
- Tirado y O., J.F. y Echegaray A. 1969. Estudio biológico de algunos suelos del ex-lago de Texcoco. *Rev. Lat. Amer. Microbiol.* 12: 93-101.
- Ureña, C.C.F. 1975. Estudio preliminar para la utilización de diversos mejoradores y láminas de lavado para la recuperación de los suelos salino-sódicos del ex-lago de Texcoco. Tesis profesional, ENA. Chapingo, México.
- USDA. 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. 6a. Ed. en español Ed. LIMUSA, S. A. México.

USO DE BANCALES COMO ALTERNATIVA EN SUELOS BAJOS MAL DRENADOS +

Basurto Origel, G. *

RESUMEN

Una estructura hidroagrícola denominada bancales fue adaptada para disminuir el efecto negativo del anegamiento sobre los cultivos en suelos vertisoles del Plan Chontalpa en Tabasco.

La infraestructura de drenaje realizada en el área, no dio los resultados esperados, principalmente en las tierras más bajas del plan, por no considerarse los escurrimientos subsuperficiales existentes.

Con el sistema de bancales se ha logrado el uso continuo e intensivo del suelo, permitiendo una producción diversificada que disminuye el uso de pesticidas, el riesgo de siniestros en áreas temporaleras, facilita la mecanización y es susceptible de adopción por pequeños agricultores.

Existen tres aspectos fundamentales que se encuentran actualmente bajo estudio: recuperación del estado de agrogación del suelo, incremento en la retención de humedad y las bases teóricas de diseño.

Se presentan resultados de los rendimientos obtenidos en manejo del suelo y de los cultivos, así como algunas relaciones agua-suelo, encontradas bajo este sistema.

ABSTRACT

6 m wide beds alternating with 5 m wide canals were constructed on a poorly drained vertisol of La Chontalpa, Tabasco, in order to study the impact of this infrastructure on crop production, as well as on the physical and chemical properties of the soil. The average height of the bed was 0.6 m, with a 1:2 slope in the shoulders.

Ten crops have been studied under this system, eight of those were grown in the bed upland subsystem, and two in the canal area, lowland subsystem. The lowland subsystem involves rice and "malanga" (*Xantosome vilaceum*). Corn, dry beans, pumpkin, cowpea, tomato, pepper, and cucumber integrated in different cropping patterns, are the species involved in the upland subsystem. It was found that the most important changes in soil properties pertain to the physical sphere. The system studied has not changed the level of the watertable so far, this allowed the cropping of the lowland subsystem in the rainless season. The system allows an intensive use of the land, reduces the drought as well as flooding risk and permits the use of light farming machinery.

INTRODUCCION

Los suelos bajos en el estado de Tabasco, con problemas críticos por los excesos de agua, se estiman en una superficie de 800,000 ha, caracterizadas por ser de poca productividad agrícola y alto riesgo de siniestro, permitiendo el cultivo de un ciclo de arroz o pastoreo muy limitado.

El uso de estructuras hidroagrícolas denominadas bancales, es un sistema en el manejo del suelo que permite incorporar terrenos mal drenados a la producción agrícola, basándose en una modificación de la microtopografía del terreno.

Se tiene como ventaja de este sistema, su facilidad de adecuarse a pequeñas parcelas del agricultor, lo que no se tiene con un sistema de drenaje; permite la diversi-

dad de especies, uso continuo e intensivo del suelo y una alta productividad.

Los antecedentes que se tienen sobre este particular manejo del suelo se remontan al período clásico y post-clásico de la cultura maya, pudiéndose observar algunas estructuras semejantes en algunos valles del estado de Quintana Roo y entre los límites del estado de Campeche y Tabasco, en la ribera del Río Palizada.

Dentro del Plan Chontalpa, al concluirse las obras de drenaje, existió una tendencia de los agricultores a utilizar los bordes de los colectores con fines agrícolas, lo que independientemente de las consecuencias negativas que esto acarrea (deslaves y azolves), se incrementa la seguridad de la cosecha.

El CSAT, inició estudios sobre el comportamiento de los cultivos en estas estructuras hidroagrícolas, a partir de 1980, teniéndose como objetivos:

+ Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S. Oaxaca, Oax., 1983.

* Profesor Investigador, Colegio Superior de Agricultura Tropical.

1. Definir sistemas agrícolas que permitan la producción diversificada e intensiva en suelos bajos mal drenados.
2. Generar información que permita entender las relaciones entre el suelo, el agua y el cultivo, bajo estas estructuras.

La primera hipótesis que se plantea, es que existen cambios en las propiedades del suelo, debido a la alteración causada por la construcción de los bancales.

La segunda hipótesis señala la factibilidad de incrementar la productividad de los suelos bajos mal drenados, a niveles superiores de los obtenidos por agricultores regionales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las referencias más antiguas que se tienen sobre los campos elevados en el trópico de México, son mencionadas por Palerm y Wolf (1980), quienes indican la existencia de acequias en Tabasco, cuyo objetivo fue el drenaje, las cuales fueron construidas por los mayas, a quienes se les atribuye la generación de sistemas de cultivo en terrenos pantanosos, parecidas a las chinampas del altiplano.

Sin embargo, Lorenzo (1981) menciona que el único lugar en que se conoce con certeza la existencia de camellones prehispánicos, es en la cabecera del río Candelaria en el estado de Campeche; caracteriza a estas estructuras hidroagrícolas con alturas diversas: ancho de 1.5 a 2 m y longitudes rara vez mayores de 20 m.

Romanini (1976) y Olguín y Oyarzabal (1981), refieren que en el lago Dal, localizado en el Valle de Cachemira, India, se cultiva en forma semejante a las chinampas en el Valle de México. Además mencionan que las dimensiones de la chinampa, pueden ser de 5-10 m de ancho y hasta 100 m de largo.

Quien hace un análisis detallado de un sistema de producción en campos elevados, es Wilken (1969) que estudió este sistema en Tlaxcala. Señala que estos campos elevados son de 10 m de ancho por 50 a 100 m de largo, con una pendiente transversal convexa y el centro se encuentra 20 cm más alto que los márgenes. Realiza una observación de importancia en el diseño de estas estructuras, al concluir que en su forma ideal, el manto freático debe estabilizar a un metro debajo de la superficie del terreno, donde las raíces puedan alcanzar la zona de capilaridad, porque si el terreno es demasiado elevado, las plantas necesitan ser regadas en la sequía.

Otros autores mencionan la ventaja del sistema de campo elevados, en términos económicos y sociales, tal como Romanini (1976) define a los monocultivos agrícolas tropicales, como empresas agrícolas liberadoras de mano de obra, teniendo como consecuencias sociales y ambientales, la desocupación, destrucción de los suelos, contaminación y pobreza rural.

Restrepo (1979) al referirse a las chinampas tropicales, las define como un sistema intensivo, que requiere poca tierra y mucha mano de obra, lo cual se prestaría a reforzar las formas tradicionales de intercambio de trabajo y de especialización predominantes en muchas comunidades campesinas de Tabasco, creando una economía diversificada

y menos expuesta a los vaivenes de la política nacional.

Dentro de los problemas técnicos que quedan por resolver señala a las variedades, control de plagas, combinación de cultivos y las técnicas de construcción de infraestructura.

MATERIALES Y METODOS

Se construyeron dos unidades de estudio en los terrenos del Colegio Superior de Agricultura Tropical, localizado entre las coordenadas geográficas de 19° de latitud norte y 93°30' de longitud oeste.

El orden de suelo en el cual se encuentran las unidades es un vertisol perteneciente a la serie Limón.

Las condiciones hidrológicas predominantes en los meses de junio a diciembre, son bastante críticas por existir afloramiento del manto freático, concentración de escurrimientos y un mal drenaje superficial.

El clima es clasificado como Am(f) w¹ (i¹) g, que se interpreta como cálido húmedo con lluvias en verano y una estación seca intraestival. El porcentaje de lluvias invernal con respecto a la anual, es mayor del 10%, con poca oscilación térmica.

La metodología que se siguió para la construcción de los bancales es la siguiente: a) levantamiento altimétrico detallado, b) rastreo profundo, c) estacado del terreno, d) levantamiento del bancal, mediante una motoconformadora y e) levantamiento de las cabeceras; para desviar los escurrimientos superficiales.

Las dimensiones que se dieron a los componentes estructurales, fueron definidas más por la experiencia que se tenía anteriormente en sistemas y sitios semejantes, que por una deducción hidrológica. Estos valores son los siguientes: ancho del canal de 5 m; ancho del bancal de 6 m; la altura total de la obra fue de 0.6 m con talud 1:2.

Dado que se tiene la necesidad de buscar manejos que conlleven a incrementar la retención de humedad en el subsistema terrestre, en la época de relativa sequía, se probaron tres formas de labranza, definidas en los siguientes tratamientos, teniendo como cultivo el maíz:

SL: Rastreo y un surco en cada lado del bancal.

SC: Rastreo y surcado continuo en todo el bancal.

PL: Solo rastreo.

El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones que es el mínimo estadístico. Las variables a medir fueron: humedad del suelo, altura de planta, número de plantas por mata y rendimiento.

La siembra se realizó a espeque, con una separación de 1 m entre hileras y 80 cm entre plantas, colocando tres semillas por golpe.

Se realizaron muestreos del suelo, con objeto de captar las modificaciones en las propiedades químicas, debido a la remoción del terreno. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio del CSAT.

Se establecieron piezómetros para comparar las diferencias en fluctuación del manto freático, con respecto a otros sistemas de drenaje.

Para poder establecer las diferencias en el contenido de humedad del suelo, con otros sistemas de manejo se realizó un muestreo, determinándose la humedad por el método gravimétrico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Una de las hipótesis que se plantearon al iniciar los trabajos, fue la posible modificación de las propiedades del suelo, debido a la remoción del terreno, sin embargo esto no fue totalmente cierto, ya que las propiedades químicas no se ven altamente modificadas (Cuadro 1), debido principalmente al orden del suelo en el que se trabajó, que por tratarse de un vertisol, existe un intercambio estacional del suelo superficial a capas más profundas. Las propiedades físicas del suelo son modificadas, principalmente en la destrucción de los agregados, y su repercusión en el contenido de humedad (Figura 1), ocasionando reducciones de 26.25% y 55% al compararse un bancale construido, uno de dos años y un acahual, respectivamente.

Se encuentra que en el sistema de bancales, las fluctuaciones del manto freático casi no son modificadas cuando se compara con otros sistemas de drenaje (Figura 2), lo que favorece al régimen de humedad del suelo en el subsistema acuático, permitiendo producir en épocas que no es posible, cuando se tiene un sistema de drenaje convencional.

En la época de sequía, cuando la profundidad del manto freático es mayor de 2 m se obtiene una buena correlación entre la humedad superficial del suelo, y la evaporación acumulada en días con lluvias menor de 5 mm. La ecuación empírica, en su forma logarítmica es:

$$Y = 64.56 X^{-0.31}$$
 (Cuadro 2 y Figura 3).

Esto indica, que con una evaporación acumulada de 70 mm, es posible reducir la humedad superficial del suelo, desde el equivalente a capacidad de campo, hasta el punto de marchitez permanente, lo que tiene como consecuencia una deficiencia de humedad en el subsistema terrestre, la cual se puede alcanzar en un lapso de 10-15 días sin precipitación.

Los anteriores resultados, relativos a la baja retención de humedad en el subsistema terrestre, han llevado a

plantear ensayos tendientes al incremento de esta humedad, mediante distintas formas de surcado e incorporación de materia orgánica.

Se realizó un experimento preliminar en maíz, con objeto de evaluar la respuesta del surcado, en la retención de humedad del suelo y desarrollo del cultivo, para la fecha de siembra, denominada localmente como milpa de año, la cual se inicia a principios de junio. Se esperaba una precipitación normal a los años anteriores, de 227 mm en los meses de junio, razón por la cual, la semilla fue sembrada en el lomo del surco, con objeto de proporcionar un margen de seguridad a las condiciones de anegamiento.

Sin embargo, las precipitaciones existentes en el mes de junio, fueron de 126 mm por lo que existieron condiciones extremas de deficiencia hídrica. Bajo estas circunstancias, no existe efecto de los tratamientos en el incremento de la humedad del suelo (Cuadro 3), así como tampoco existen diferencias significativas en la altura de la planta a los 30 días después de la siembra (Cuadro 4).

Si consideramos el número de plantas por mata, como un indicador de la germinación en el campo, se encuentra que existen diferencias significativas al respecto (Cuadro 5) donde el surcado continuo sostiene el menor número de plantas por mata. Esto puede deberse, a una menor humedad en el surcado continuo, al momento de la siembra.

RESPUESTA DE LOS CULTIVOS Y MANEJO DEL SISTEMA

Desde el inicio del proyecto hasta la fecha, se han estudiado 10 especies agrícolas (Cuadro 6) con rendimientos que si bien no son muy elevados al compararlos con los obtenidos en otras regiones, son atractivos para los agricultores ubicados en las tierras bajas. Es importante señalar que el análisis de resultados no sólo se debe considerar en términos de rendimiento, sino también como productividad (Cuadro 7), en la disminución del riesgo al siniestro, en la diversificación de cultivos que el sistema permite y en la tolerancia para programar la siembra en un período más amplio del normal, lo cual permite satisfacer periódicamente el mercado y el agricultor tiene un ingreso continuo a través del año.

A partir del presente año se han obtenido los mayores

Cuadro 1. Modificación en las características químicas del suelo, al construir los bancales. (Valores medios).

Tratamiento	Prof.	pH	M.O. %	N %	Bases Intercambiables m.e./100 g.		
					K	Ca	Mg
BANCAL	0-15	6.5	2.75	0.142	0.45	23.01	12.24
	15-30	6.4	2.63	0.141	0.43	23.19	12.01
CANAL	0-15	6.6	1.37	0.087	0.31	18.45	15.38
	15-30	6.5	1.34	0.065	0.29	18.60	15.25
TEST.	0-15	6.0	2.0	0.144	0.39	19.98	11.92
	15-30	6.1	3.16	0.145	0.43	21.35	12.33

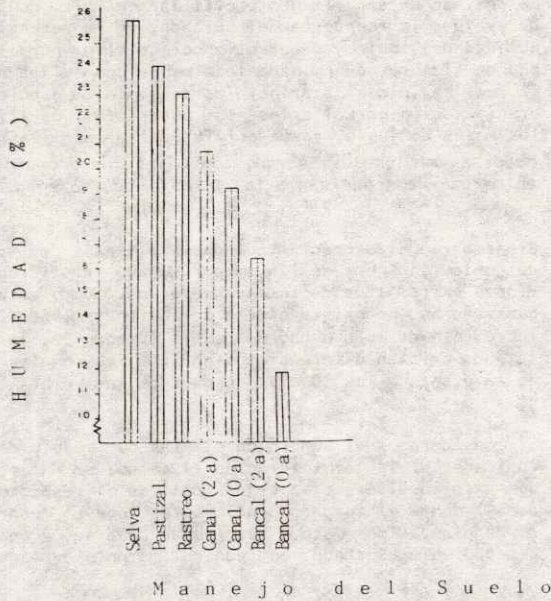


Fig. 1.- Comparación de la Humedad del Suelo bajo Distintos Manejos.

rendimientos, lo cual está muy relacionado con la experiencia adquirida en el manejo del sistema. Para el caso del subsistema acuático, cuyo uso estaba limitado al cultivo de arroz, se ha introducido la maianga (*Xantoxoma vilaceum*) cuyo producto es factible trasformarlo en proteína animal, como dieta de cerdos, además de ser cultivada en intercalación con el arroz.

El subsistema terrestre permite la producción de una diversidad mayor de especies, encontrándose que el cultivo intercalado maíz-frijol-calabaza-quelite, incrementa la productividad y disminuye los costos de producción, en lo referente al control de malezas, plagas y fertilización. En este cultivo, el maíz se siembra en conjunto con el frijol, pudiéndose emplear tres especies, dependiendo de la fecha de siembra: *V. simensis*, *V. unguiculata* y *P. vulgaris*. En las orillas del bancal, se siembra el quelite (*Amaranthus* sp) el cual funciona como atrayente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y do radilla (*Diabrotica balteata*), después de la primera limpia (20 días) se siembra la calabaza (*Cucurbita pepo*) en tre las hileras del maíz-frijol.

El producto, dependiendo de la disponibilidad de mano de obra, se puede cosechar como hortaliza o como grano.

Se ensayó distinto tipo de maquinaria encontrándose los mejores resultados con un tractor construido por la República China, denominado Dong-Feng, el cual tiene la versatilidad necesaria para adaptarse, tanto a las condiciones de anegamiento que prevalecen en el subsistema acuático, como a las del subsistema terrestre. Es posible realizar prácticamente todas las labores culturales, con pequeñas modificaciones en sus implementos, tal como ampliar el ángulo de las cuchillas empleadas en el rotavator y adaptar dos botes-sembradora en una barra porta implementos. Se ha estimado que esta máquina puede cultivar hasta 10 ha en forma intensiva.

Cuadro 2. Determinación de una ecuación logarítmica de humedad del suelo superficial, en función de la evaporación acumulada en días con lluvia menor a 5 mm.

Fecha	Y	X	Log Y	Log X	Parámetros	
9 Febrero	37.00	6.10	1.57	0.78	b	1.81
12 Febrero	29.40	10.70	1.47	1.03	m	-0.31
16 Febrero	29.10	24.70	1.46	1.39	R	-0.91
19 Febrero	24.50	37.75	1.39	1.58	\bar{X}	1.51
3 Marzo	36.10	8.00	1.56	0.90	$S\bar{X}$	0.52
9 Marzo	34.30	9.66	1.54	0.98	\bar{Y}	1.33
15 Marzo	19.70	34.36	1.29	1.54	$S\bar{Y}$	0.18
31 Marzo	15.50	115.84	1.19	2.06		
13 Abril	14.20	177.22	1.15	2.25		
19 Abril	11.50	213.92	1.06	2.33		
26 Abril	28.70	10.41	1.46	1.02		
3 Mayo	15.50	37.02	1.19	1.57		
10 Mayo	11.90	64.92	1.08	1.81		
18 Mayo	18.30	105.07	1.26	2.02		

ECUACION:
 Λ
 Log. $Y = 1.81 - 0.31$
 Log. X
 Λ
 $Y = 64.56 X^{-0.31}$

Y = Humedad del suelo (%)

X = Evaporación acumulada (MM)

Cuadro 3. Análisis de varianza de la humedad del suelo. Sitio I.P. - V/ 1983.

Tratamiento	Repetición			Total	\bar{X}	SX	CV
	I	II	III				
SL	15.90	17.44	20.72	54.06	18.02	2.64	13.66
SC	19.68	20.10	20.36	60.14	20.05	0.34	1.71
PL	21.50	18.64	19.42	59.56	19.85	1.48	7.45
TOTAL	57.08	56.18	60.50	173.76			
\bar{X}	19.03	18.73	20.17		19.31		
SX	2.86	1.33	0.67				
CV	15.01	7.11	3.33				

F.V.	gl	s.c.	C.M.	F. Calc.	F. Tablas	
					0.1	0.5
Total	8	24.23				
Bloques	2	3.46	1.73	0.50	4.32	6.94
Trat.	2	7.50	3.75	1.09		
Error	4	13.27	3.44		NS	NS

TRATAMIENTOS:

SL: Surcado Lateral
 PL: Testigo
 SC: Surcado continuo

* Profundidad del manto freático mayor de 2 m, última precipitación el 27 de junio con 22.6 mm y una evaporación acumulada de 68.15 mm.

Dentro de los cultivos ensayados, se han tenido serios problemas con tomate (Var. Walter) debido a una alta incidencia de hongos; para el cultivo de maíz en el ciclo marceño, sembrado en el subsistema acuático, se gene

ran condiciones de anegamiento, con lluvias de mediana intensidad, debido a los escurrimientos superficiales; el cultivo de arroz, a pesar de tener rendimientos medios favorables, ha tenido pérdidas por acame, debido a dos

Cuadro 4. Análisis de varianza de la altura del maíz a los 30 días después de la siembra sitio I. P-V/1983.

Tratamiento	Repetición			Total	Media (\bar{X})
	I	II	III		
SL	6.51	6.74	5.83	19.08	6.36
PL	5.81	5.07	6.79	17.67	5.89
SC	6.71	5.64	7.61	19.96	6.65
	19.03	17.45	20.23	56.71	
	6.34	5.81	6.74		6.3

F.V.	g.l.	s.c.	C.M.	F. calc.	F. Tablas	
					0.1	0.2
Total	8	4.77				
Bloques	2	1.29	0.65	1.0	4.32	6.94
Tratamiento	2	0.89	0.45	0.69		
Error	4	2.59	0.65		NS	NS

TRATAMIENTOS:

SL: Surcado Lateral
 PL: Testigo
 SC: Surcado continuo

causas: las variedades son susceptibles (Cárdenas A-80, Grijalva) y la orientación de los bancales en uno de los sitios de estudio, se encuentra en dirección norte sur, la cual coincide con la dirección predominante de los vientos durante los meses de septiembre-diciembre. A esta variable, se le dará mayor atención en el diseño futuro del sistema.

Se ha definido un calendario de labores al cultivo, para su manejo en el sistema de bancales (Cuadro 8), sin embargo, en la medida que se incrementa la diversidad de las especies en el sistema, la complejidad del manejo también aumentará.

Cuadro 7. Rendimiento y productividad promedio de los cultivos introducidos en el sistema de bancales^{1/}.

Cultivo	Sist.	Rendimiento (kg/ha)	Productividad (kg/ha/año)
Maíz	2	1,319	2,638
Frijol	2	630	1,260
Arroz	1	3,208	6,416
Pepino	1	6,692	13,384
Tomate	1	2,670	2,670
Calabaza	1	1,076	2,152
Chile	1	5,120	5,120
Malanga	1	3,915	7,830

^{1/} No se incluyen las estimaciones realizadas para el ciclo P-V 1983.

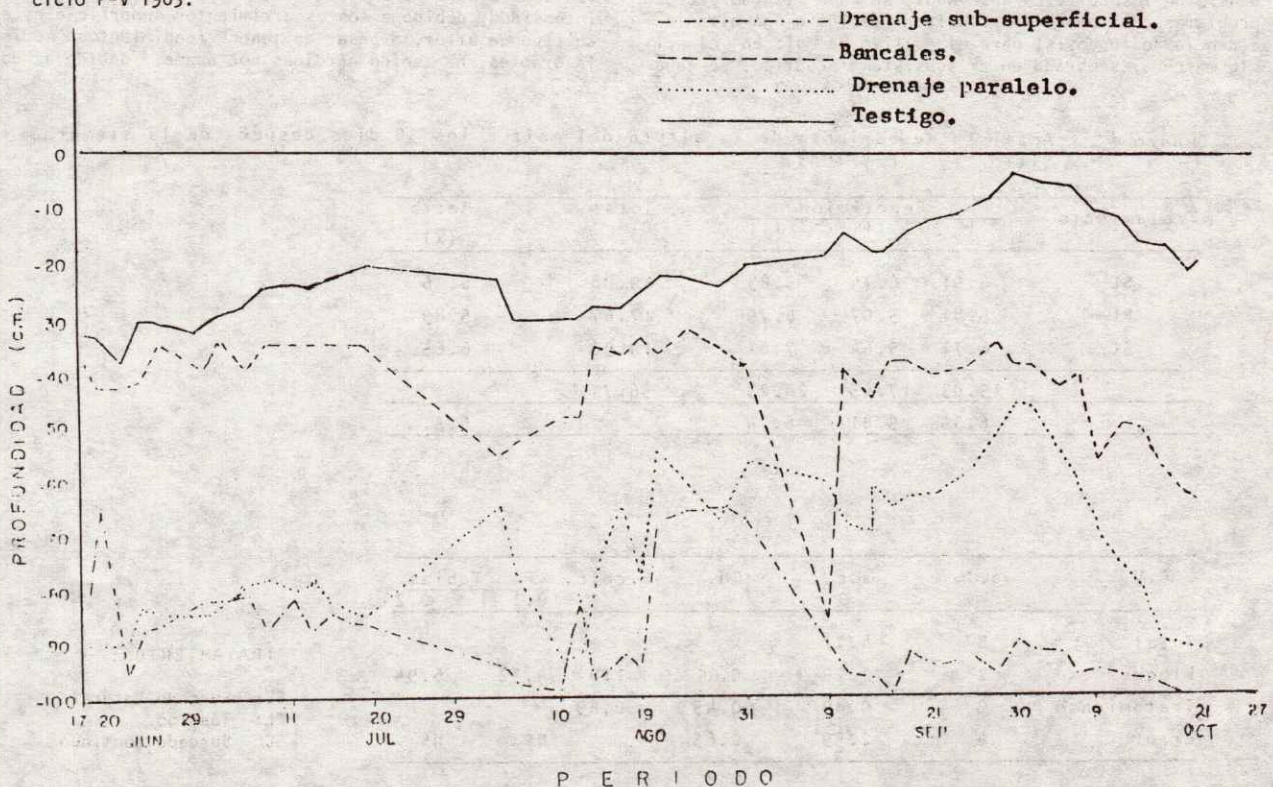


FIGURA 2 - FLUCTUACIONES DEL MANTO FREATICO EN LOS TRES SITIOS CON DIFERENTE TIPO DE DRENAJE. (OSORNO Y PEREZ; 1982).

IMPACTO SOCIO-ECONOMICO DEL PROYECTO

Por los resultados obtenidos en el Proyecto de Bancales, al demostrarse la factibilidad de producción intensiva y diversificada, se establecieron en 1983 tres unidades de producción con los agricultores del Plan Chontalpa, C-15 C-25, C-34, los cuales con coordinados por el personal técnico del CAICHET, y una unidad fuera del Plan Chontalpa, en el Ejido Gutiérrez Gómez, coordinada por los técnicos de PRODERITH.

Los informes que se han tenido sobre el resultado agríco la son bastantes favorables, a excepción del ubicado en el Ejido Gutiérrez Gómez, donde existen limitantes en personal de campo.

Se han recibido visitas de pequeños propietarios, que han manifestado interés en establecer dentro de sus predios, algunas parcelas de producción con infraestructura de bancales; sin embargo, por el desconocimiento que hasta el momento se tiene sobre el funcionamiento del sistema en otras condiciones edáficas e hídricas, se ha limitado la recomendación a parcelas con características semejantes a los sitios de estudio.

CONCLUSIONES

1. Las principales modificaciones en las propiedades de un suelo vertisol, al construir un sistema de bancales, son de carácter físico.
2. Un modelo que defina las dimensiones de los componentes estructurales, debe fundamentarse en variables hidrológicas y edáficas y no en la productividad de biomasa, como el establecido al inicio del proyecto.

Cuadro 5. Análisis de varianza y prueba de ducan para el número de plantas de maíz por mata, en cada tratamiento de surcado. Sitio I. P-V/1983.

Tratamiento	Repetición						Total	\bar{X}
	I	II	III	IV	V	VI		
SL	1.69	1.49	1.36	1.52	1.62	1.47	9.15	1.52
SC	1.73	1.55	1.31	1.39	1.43	1.43	8.84	1.47
PL	1.51	1.68	1.58	1.59	1.74	1.68	9.78	1.63
Total	4.93	4.72	4.25	4.50	4.79	4.58	27.77	
\bar{X}	1.64	1.57	1.42	1.50	1.60	1.53		1.54

TC = 42.84

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.1	0.5
Total	17	0.29				
Bloques	5	0.1	0.02	2	2.52	3.33
Tratamiento	2	0.08	0.04	4	2.29	4.1
Error	10	0.11	0.01			NS

- Prueba de rango múltiple de ducan (5%):

$$DMS\ 0.05 = T\ 1\sqrt{\frac{2S^2}{r}} = 0.129$$

P	2	2
R	1.00	1.05
R (DMS)	0.129	0.130

TRATAMIENTO = SC SL PL
media = 1.47 1.52 1.63

// Diferencia significativa - entre SC y PL.

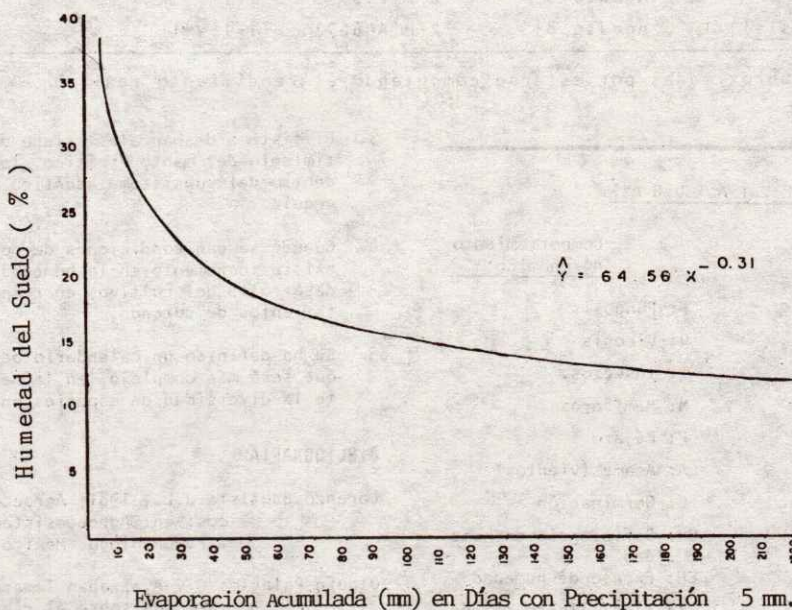


Fig. 3.- Curva Logarítmica que Define el Contenido de Humedad del Suelo en Función de la Evaporación Acumulada de Días con Precipitación Menor de 5 mm.

Cuadro 6. Rendimiento obtenido en los cultivos bajo el sistema de Bancales (1980 - 1983)

Cultivo	Siembra	Sistema	Componente Agronómico	Rendimiento (kg/ha)
Maíz (Mejen)	Junio 80	2-F (V)		1,179
Frijol (V. <i>sinensis</i>)	Julio 80	2-M (M)		409
Pepino (Poinsett)	Febrero 81	1		5,200
Arroz (Dawn)	Junio 80	1		3,400
Arroz (C-80) zoca	Junio 80	1		815
Calabaza (Criolla)	Junio 81	1	F-3	1,416
Maíz (A-691)	Junio 81	1		1,460 (g)
Frijol (Jamapa)	Diciembre 81	1		850 (g)
Arroz (Dawn)	Diciembre 81	1		2,200 (p)
Maíz (A-691)	Mayo 82	1		6,000 (c)
Calabaza (Criolla)	Noviembre 82	1	F-3	817
Tomate (Walter)	Noviembre 82	1	F-3; M-2; V-2	2,670
Pepino (Poisett)	Noviembre 82	1		8,184
Calabaza (Zuchiny)	Noviembre 82	1		996
Malanga	Mayo 82	1		4,640
Malanga	Julio 82	1		3,190
Chile (Serrano)	Noviembre 82	1	Dh-2	5,120
Maíz (Mejen)	Mayo 83	1	Dh-3; M-3	3,200 (g) 1/
Arroz (Cárdenas-80)	Julio 83	1	Dh-2; G-2; A-2	3,000 (p) 1/
Maíz (A-667)	Julio 83	2-F (V.U)	1-1	3,300 (g) 1/
Frijol (V. <i>unguiculata</i>)	Julio 83	2-M (A-667)	1-1; 1-2	800 (g) 1/
Maíz (A-667)	Agosto 83	2-F (V.S)	1-1	3,800 (g) 1/
Frijol (V. <i>sinensis</i>)	Agosto 83	2-M (A-667)	1-1; V-1	700 (g) 1/

1/ Estimaciones aproximadas por estarse computando el rendimiento real.

ABREVIATURAS

Cultivo	Comportamiento Agronómico:
1: Monocultivo	F: Fungosis
2: Asociado	v: Virosis
g: Grano	l: Insectos.
e: Elote	M: Mamíferos
p: Paley	P: Pájaro
f: Frijol	A: Acame (vientos)
(V): <i>Vigna</i>	G: Germinación
(P): <i>Phaseolus</i>	DH: Deficiencia de humedad
M: Maíz	EH: Exceso de humedad
(M): Mejen	1: Nivel ligero de daño (<10%)
	2: Nivel moderado de daño (10-30%)
	3: Nivel fuerte de daño (>30%).

3. El sistema de bancales tiene poco efecto en el abatimiento del manto freático, lo que permite cultivar dentro del subsistema acuático en la temporada de sequía.

4. Cuando se dan condiciones de poca precipitación, no existe incremento en la humedad del suelo, ni en el desarrollo del cultivo, en respuesta a distintos tratamientos de surcado.

5. Se ha definido un calendario de labores al cultivo, que será más complejo, en la medida que se incrementa la diversidad de especies en el sistema.

BIBLIOGRAFIA

- Lorenzo Bautista J.L., 1981; Agroecosistemas prehistóricos; en: Agroecosistemas de México. 1981. C.P. Chapingo. México, 1-20 p.
- Olguín Palacios C. y Ayzaraban Tamargo F., 1981; Consideraciones sobre el riego y drenaje agrícola en la prehistoria de México; en: Agroecosistemas de México. 1981. CP. Chapingo, México. 21-29 pp.
- Palerm A. y Wolf E., 1980; Agricultura y civilización en Mesoamérica; SEP-SETENTAS-DIANA; México.

Cuadro 8. Calendario de labores para su uso en el sistema de bancales.

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Malanga				R	S	F	D	F			C	C
Arroz	D-F	D	C		R	S-F	D-F	D	C		D	SF
Maíz	Do C (8)	C(g)			R	S-F	D-F	D-Do C(e)	C(g)		D-S F	D-F
Frijol (<u>Vigna</u>)						S	F	F		C		
Frijol (<u>Phaseolus</u>)		C(e)	C(g)									S
Calabaza	C	C				S	F	C	C		S	F
Chile	R-T	F-D	D	C	C							A
Tomate	R-T-F	D-E	F-D-C	C								A
Pepino	D	C ₅ R	F-D	C								R-S-F

D = Deshierbe
F = Fertilización
S = Siembra
C = Cosecha
Do = Doble
A = Almacigo

T = Transplante
E = Estacado
R = Rastreo
(e) = Elote o Ejote
(g) = Grano

Restrepo Fernández J., 1979; Prólogo al libro: La chinampa tropical. Una primera evaluación; coordinación: Elizabeth Maier; Centro de Ecodesarrollo., CONACYT, México. p. 2-6.

Romanini C., 1976. Ecotecnia para el trópico húmedo. Centro de Ecodesarrollo. CONACYT, México. 184 pp.

Vandermeer J.H., Gliessman R.S. 1980; Agricultura sobre campos elevados en el trópico: algunas consideraciones elementales de diseño; ABC. CSAT. Cárdenas, Tabasco, México.

Wilken, G.C. 1978., Agricultura de Campos Drenados. Sistema Agrícola Intensivo en Tlaxcala, México, traducido por: Efraim Hernández X., Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 47 pp.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el de señalar las razones por las que el concepto de "validación de tecnología" ha sido desarrollado en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas como un paso previo a la difusión masiva de las recomendaciones técnicas para los productores. Se discute un modelo de flujo de información en el proceso de generación, validación, difusión y utilización de la tecnología agrícola. Se discute también un diseño de las parcelas de validación de tecnología.

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the reasons why the concept of "technology validation" has been applied in the National Institute of Agricultural Research, as a step previous to massive extension of any recommended technology to farmers. A model of the flux of information in the process of generation, validation, extension and utilization of production technology is discussed. The design of plots for technology validation is also discussed.

INTRODUCCION

La investigación agrícola, como fuente de nuevas tecnologías para mejorar los procesos productivos que practican los agricultores, y con ello lograr un incremento significativo de la producción y productividad agrícola, requiere en nuestro país de un enfoque cada vez más integral, que resulte coherente con las necesidades, metas y recursos de los productores.

En México ya hay avances a este respecto. El enfoque ha pasado de los monocultivos a los sistemas de producción, asociaciones y cultivos múltiples e inclusive a sistemas agropecuarios integrados, donde se pone énfasis en el hombre visto en función de los roles que desempeña en su unidad de producción, tales como: administrador, productor, consumidor, innovador, etc.

Se considera que cuando el productor participa en los procesos de generación, validación y difusión de tecnología el tiempo de adopción se acorta, es por ello que el INIA empieza con los trabajos de validación de tecnología a considerar la participación del productor como una condición necesaria para evaluar la respuesta y aplicabilidad de su tecnología en las circunstancias en que éste practica la agricultura, en un determinado contexto agrosocial.

El presente trabajo tiene como propósito señalar las razones que han dado origen a la consideración e impulso de los trabajos de validación de tecnología en INIA, así como su concepción teórica y metodológica de las pruebas de campo, como un paso previo y necesario a la difusión masiva de las recomendaciones técnicas que proporciona a los productores.

SITUACION-PROBLEMA

Como antecedente, se puede decir que la validación de tecnología agrícola dentro del INIA, nace o tiene su origen en una situación-problema que puede resumirse de la siguiente manera:

a) Se reconoce que existe una brecha grande entre el rendimiento medio experimental (R_e) y el rendimiento medio de los productores (R_p), para la mayoría de los cultivos. La brecha es variable y puede ir desde 50 o 100% hasta 200% o más según el cultivo y la región.

b) También existe el consenso dentro del INIA, de que actualmente se dispone de (muchas) tecnología agrícola que representa un gran potencial para incrementar los niveles de producción y de productividad, y que por diferentes factores de orden técnico, económico, político y social no es utilizada por los productores agrícolas. Solo de 1967 a 1982 el INIA generó 168 nuevas variedades de plantas (4).

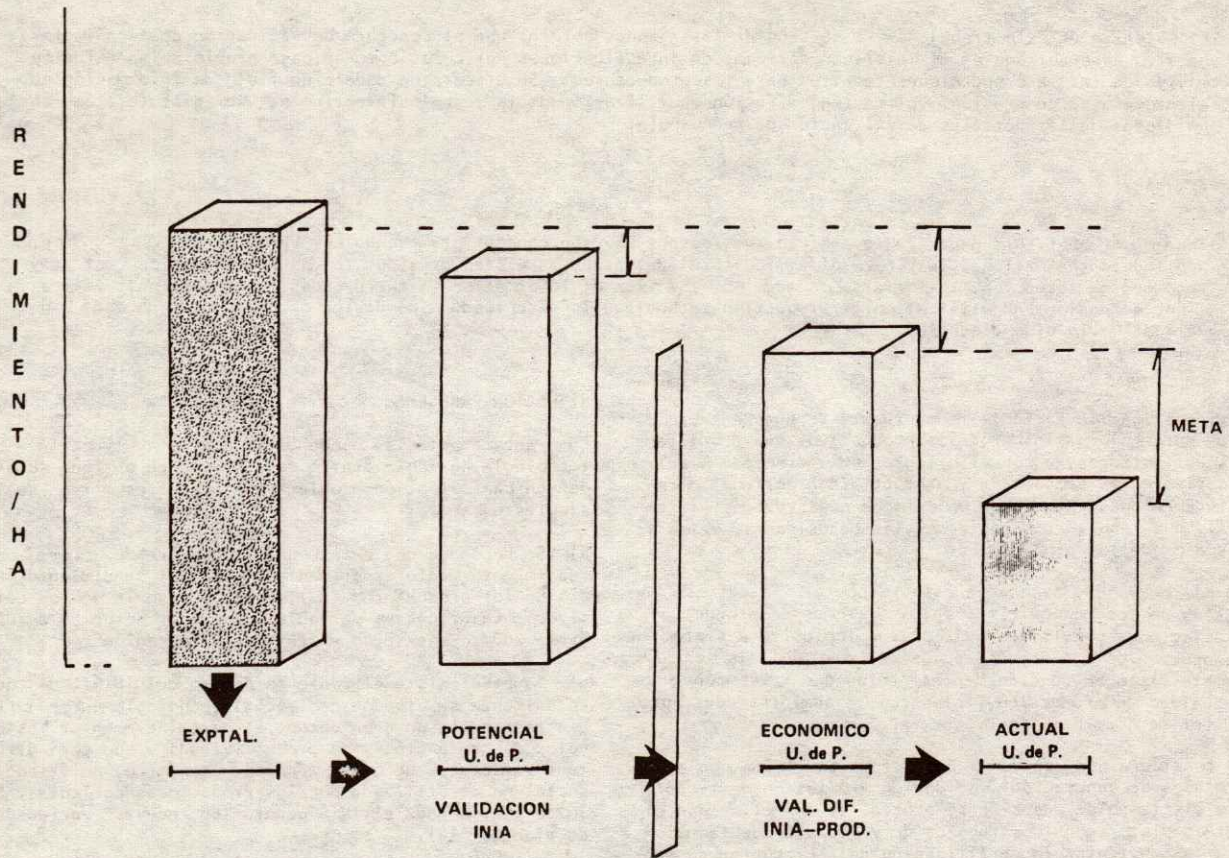
LA VALIDACION COMO ALTERNATIVA DE SOLUCION

Resulta claro pensar que no toda la brecha entre el rendimiento experimental y el rendimiento del productor es susceptible de lograrse técnicamente en condiciones de unidad de producción y con el manejo del productor, y aun cuando esto sucediera es muy probable que resulta ser costoso (y riesgoso) para el productor, por lo que la nueva tecnología requerirá de adecuaciones para ajustarla a las condiciones y circunstancias socioeconómicas de los productores (Fig. 1).

+ Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S. Oaxaca, Oax. 1983

* Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

FIG. 1 . EL POTENCIAL DE LA TECNOLOGIA INIA



En este contexto la validación viene a ser la prueba de campo para confirmar la superioridad agronómica de la nueva tecnología sobre la tecnología que actualmente usa el productor, en condiciones de sitio y de manejo en las que opera este último, con la siguiente restricción de tipo económico: que el incremento en rendimiento causado por el uso de la nueva tecnología cubra los costos producidos en su empleo y proporcione un margen de ganancia o recompensa atractiva para el productor que lo motive a seguirla usando.

Aquí es donde nace la necesidad de que el INIA no debe contar sólo con un paquete tecnológico o con un "remedio que cure todos los males", sino con varias "alternativas tecnológicas" para los diferentes "niveles tecnológicos" y condiciones socioeconómicas de los productores, máxime si se trata de campesinos poco integrados al mercado. Las guías técnicas y los folletos que editan los Campos Agrícolas Experimentales contienen el paquete, pero no las alternativas tecnológicas.

Lo anterior obviamente, nos llevaría a categorizar a los diferentes tipos de clientes de la nueva tecnología, y a delimitar los contextos agrosociales* donde operan, pues el conocimiento meramente climático, edafológico y biótico de las regiones que integran el área de influencia de los campos agrícolas experimentales no es suficiente.

* En la metodología del CIMMYT, se usa el concepto de "Dominio de recomendación" (2).

En el segundo caso, referido a la tecnología almacenada en los campos experimentales, habría que preguntarse ¿en qué consiste esta tecnología? ¿en qué situación se encuentra?, y sobre todo si sirve o funciona. En esta situación concreta las pruebas de validación de tecnología tendrían el propósito de evaluar y depurar la tecnología disponible, además de constituirse en el mejor punto de enlace entre los sistemas de investigación y productivo (Fig. 2).

Finalmente, resulta bastante útil en las condiciones actuales de falta de recursos en INIA, el hecho de que la validación de tecnología se constituya en el medio apropiado para introducir y adaptar tecnología de producción en otras regiones donde no se haya investigado, o de transferir y adaptar tecnología de unos campos experimentales a otros, o de otros países a nuestro país, etc.

LA VALIDACION: ES LABON DE ENLACE ENTRE LA INVESTIGACION Y LA PRODUCCION

En el proceso global de "Generación-Validación- Difusión y Utilización de la Tecnología", llamado por algunos autores como proceso de transferencia de tecnología (7), la validación es el eslabón que vincula a los sistemas de investigación y de producción agrícola, es decir, a la práctica de investigación con la práctica productiva (Fig. 2) (6).

El proceso global nace o tiene su origen en los problemas y necesidades de información técnica de los productores (1), que a través de investigación agrosocioeconómica son captados y registrados en el marco de referencia del campo experimental o del programa de investigación. Una vez analizados y jerarquizados los problemas, se elaboran los proyectos respectivos de investigación (2) y se ejecutan (3). Los resultados obtenidos de los experimentos pueden bien verificarse en ensayos uniformes (4) dentro del campo experimental o bien pasar directamente a pruebas de validación (5) en condiciones de unidad de producción.

Sin duda, la validación es la "prueba de fuego" de la tecnología generada. Se considera la última etapa del proceso de investigación en tanto que busca adaptar o adecuar los resultados experimentales a las condiciones reales de producción, y es a la vez un proceso de producción objetivo en tanto que se desarrolla en las propias parcelas y con el manejo del productor, considerando sus recursos, circunstancias y sobre todo buscando siempre una ganancia económica.

En síntesis, si la tecnología generada una vez validada resulta superior agronómica y económicamente a la tecnología que usa el productor, entonces se fomenta su difusión (6,7), por medios de comunicación objetivos, tales como demostraciones de métodos y de resultados; en caso contrario, se regresa la nueva tecnología al sistema de investigación para su estudio y mejoramiento.

La nueva tecnología ventajosa para el productor, a través de la comunicación puede hacerse llegar intensa y extensivamente a los productores del área de trabajo, para que la conozcan, la prueben y en su caso decidan libremente utilizarla o adoptarla (8), o bien el propio campo

experimental puede proponer la nueva tecnología validada a los foros técnicos de los distritos de riego o temporal, para su inclusión en los programas operativos de las instituciones crediticias, de asistencia técnica, seguro agrícol, etc, y de esta manera la tecnología llegue y sea aplicada por los productores (8).

Finalmente, los nuevos problemas surgidos de la aplicación masiva de la nueva tecnología junto con los problemas agrotécnicos no superados serán objeto de investigación de una segunda instancia y el ciclo volverá a repetirse en una etapa más avanzada.

OBJETIVOS Y PROPOSITOS DE LA VALIDACION

En forma concreta podríamos decir que los trabajos de validación tienen como objetivo conocer la respuesta agronómica de la tecnología que el INIA ha generado (o transferido) sobre un cultivo determinado, así como su redituabilidad económica, en las circunstancias concretas en las que los productores practican la agricultura.

La idea central, cuando nos referimos a la respuesta de la tecnología, es conocer no sólo la acción conjunta del "Paquete Tecnológico" que dispone el INIA sino conocer también la respuesta de niveles intermedios entre la nueva tecnología y la que usa el productor actualmente. Sabemos que las circunstancias económicas, y socioculturales de los productores de los contextos agrosociales campesinos sólo les permiten ir incorporando a través del tiempo aquellos componentes tecnológicos modernos que les aportan una mayor recompensa.

El propósito de estas pruebas es disponer de información agronómica y económica, además del punto de vista del productor, que permita al INIA tomar decisiones concretas y realistas sobre la tecnología de producción y sus alternativas más viables que recomienda a los productores.

Su aprovechamiento como medio de divulgación altamente objetivo, es otro propósito que se busca en las parcelas de validación. Estas serían las válvulas por donde el INIA desfogaría la tecnología almacenada, a través del uso de métodos de comunicación objetivos, como: demostraciones de prácticas y de resultados, recorridos técnicos, visitas de funcionarios del sector agrícola, visitas de intercambio entre los productores, foros de capacitación de agentes de cambio e inclusive para investigadores del propio INIA.

METODOLOGIA ESTADISTICA

Los primeros trabajos de validación de tecnología, en algunos campos agrícolas experimentales del INIA, se planearon y desarrollaron con la idea de que: "Validar era igual a hacer en el campo lo mismo que decía, y tal como lo decía, el librito". Esto pronto se superó cuando se logró incorporar la tecnología que usa el productor y la participación de éste en los trabajos de validación en marcha (1983).

Metodológicamente los tratamientos básicos que deben probarse son: la nueva tecnología, la tecnología del productor y tecnologías intermedias con uno o varios factores de prueba (3, 8).

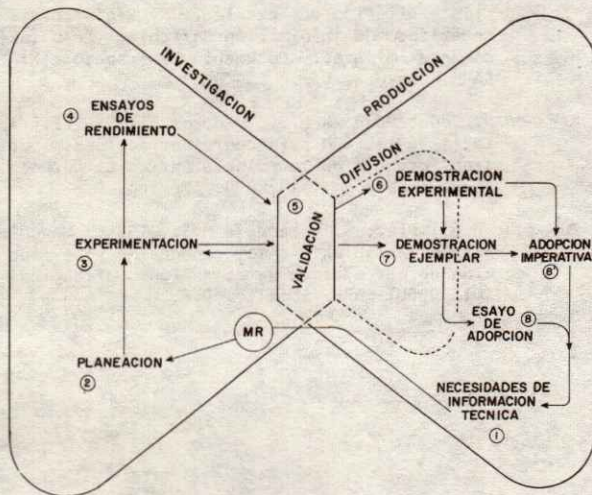


Fig. MODELO DE FLUJO DE INFORMACION EN EL PROCESO DE GENERACION, VALIDACION, DIFUSION Y UTILIZACION DE LA TECNOLOGIA AGRICOLA, EN UN SISTEMA DE INVESTIGACION Y PRODUCCION VINCULADO.

La metodología estadística, al menos para monocultivos anuales, señala que las pruebas de validación pueden plantearse con diseños de tratamientos y experimentales en forma similar a los experimentos tradicionales; sin embargo, hay que considerar los cambios que se producen al tomar en cuenta varios factores con dos niveles o más por factor, en la cantidad y tamaño de las parcelas, la dificultad en el manejo y el incremento de los costos, entre otros.

Son los diseños de tratamientos factoriales los que vienen a resolver en gran parte el problema de la confusión de efectos. Seguramente si son 5 ó 6 los factores de estudio con dos niveles cada uno, los factoriales completos resultarían (con 32 ó 64 tratamientos) poco recomendables, pero tendríamos la alternativa de usar factoriales fraccionarios o bien mini-factoriales, que nos reducen la cantidad de tratamientos a un nivel manejable, aun que costoso; pudiendo establecer las repeticiones en dos o más localidades (3).

Sin duda la metodología estadística y económica, e incluye la agronomía, de las pruebas de validación requieren de una constante revisión y adecuación, y es aquí donde los especialistas en la materia tienen un amplio campo de acción.

ADECUACION DE LA NUEVA TECNOLOGIA

Decíamos líneas antes que el propósito de la validación es, en última instancia, adecuar la nueva tecnología a las circunstancias de los productores, para que éstos la usen y se beneficien de sus potencialidades; sin embargo ¿Cuántos años se necesita validar una tecnología para poder hacer adecuaciones o cambios significativos?

Algunos investigadores consideran que tratar de modificar las recomendaciones, producto de varios años de investigación, con las observaciones o datos de un solo año de validación, aun cuando se tomen en cuenta varios sitios, puede resultar arriesgado debido a la poca información para tomar decisiones correctas; sin embargo, no debemos perder de vista que depende del tipo de cambio propuesto, de su magnitud y naturaleza, y sobre todo de quien resulte afectado.

Al respecto, existen evidencias dentro del INIA que indican que éste ha preferido correr el riesgo antes que los productores, pues para un productor de escasos recursos, o aun con suficientes recursos, una falla de la innovación comprometería su situación económica y reduciría considerablemente su potencial en cuanto a intentar adoptar una innovación posterior. A manera de ejemplo, se puede citar el caso de la variedad de algodón México 910 liberada en 1972 para el Sur de Sonora, y que se acamó en las parcelas de multiplicación de semilla (en Hermosillo,

Son., y Ciudad Constitución, Baja California Sur) para jamás volverse a sembrar; variedades de trigo que salen de la recomendación porque resultaron fuertemente atacadas por chahuixtle en el ciclo anterior, o variedades de arroz susceptibles al ataque de Pyricularia, como sucedió en el Centro de Chiapas en 1982, etc.

Finalmente queremos señalar que a la fecha se cuenta en el INIA con algunos avances operativos y metodológicos de los trabajos de validación, que seguramente vendrán a enriquecerse con las experiencias derivadas de las parcelas de validación en marcha, que para la Zona Sur suman alrededor de 50.

LITERATURA CITADA

1. Caetano de O. Alierso y Mendoza M.S.J. 1983. Validación, Difusión y Transferencia de Tecnología en el INIA; Una Proposición Metodológica. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México, D.F.
2. CIMMYT. 1980. Planeación de Tecnologías Apropriadas para los Agricultores: Conceptos y Procedimientos Programa de Economía-CIMMYT. México, D.F. 71 pág.
3. Gómez, A.A. and Gómez, K.A. 1983. Multiple cropping in the humid tropics of Asia. IDRC. Ottawa, Canada.
4. INIA-SARH. 1982. Memoria de la Investigación Agrícola del INIA de 1977 a 1982; Desarrollo y Evolución. Publicación Especial No. 98. México, D.F. 87 págs.
5. IDIAP. 1983. Desarrollando Tecnología Apropriada para el Agricultor. Informe de Progreso del Programa de Caisán en Panamá. Serie de Estudios Especiales No. 1. Panamá. 119 págs.
6. Mendoza, M.S.J. (Com.). 1983. Curso Sobre Validación y Difusión de Tecnología, y Registro Sistematizado de Información Agrícola: Resultados Preliminares. Documento de Trabajo. INIA SARH. Oaxaca, Oax.
7. Miranda J. Odón, Mendoza M.S., y otros. 1983. Estrategia de la SARH para coordinar acciones de transferencia de tecnología agrícola. Documento de trabajo. INIA-SARH. México, D.F.
8. Zuloaga, A.A., Díaz, S. y Mendoza M.S., 1983. Manual para el establecimiento, conducción y evaluación de parcelas de demostración- validación. INIA-DGDUT-SARH. México. D.F.

ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PRODUCCION MULTIPLE (FRIJOL DE GUIA EN ESPALDERAS, FRIJOL DE MATA Y JITOMATE)
EN LA REGION DE LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA ¹

Vargas Salas, V.M. *
Castañeda Hidalgo, E. **
Castañeda Palomera, A. ***

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Comunidad de La Trinidad Zaachila, localizada al sur de la ciudad de Oaxaca. El sitio donde se estableció el experimento fue en terreno plano color café-claro profundo. El estudio se dividió en dos fases: la primera consistió en la siembra de frijol chivo de guía en espalderas con frijol delgado de mata intercalado en hileras (sencillas); en la segunda etapa, se trasplantó jitomate en el surco donde se encontraba el frijol de guía del cultivo anterior, intercalándose hileras (dobles) de frijol delgado de mata.

Los factores de estudio en la primera etapa fueron: nitrógeno, fósforo y densidad de población. El diseño de los tratamientos fue de acuerdo a la matriz Plan Puebla para tres factores; se empleó el diseño experimental de bloques al azar con 5 repeticiones. En la segunda etapa, la fertilización dependió de lo aplicado en el cultivo anterior.

Los objetivos que se plantearon en el trabajo fueron: a) optimizar los factores: nitrógeno, fósforo y densidad de población, aplicados al frijol de guía en espalderas cuando se le intercala frijol de mata entre las hileras, estudiados en la primera etapa, y b) generar la primera aproximación tecnológica en el sistema de cultivo múltiple.

Los resultados obtenidos fueron: en la primera fase, se encontró significancia a los tres factores N, P, y D, siendo el tratamiento óptimo económico el 100-80-70 (N,P,D, respectivamente), en el análisis global del sistema, se encontró que el tratamiento 110-120-80-70 (N, P, K, D) presenta mayores ingresos con 176,628.00 de beneficio neto.

ABSTRACT

A rainfed field experiment on the multiple crop beans on trellises-bushbeans-tomato, was conducted on a deep, light brown soil at La Trinidad Zaachila, Oaxaca, in 1982. Annual precipitation is 761 mm and mean temperature is 21°C. The experiment covered two seasons, in June. A local variety of dry beans was planted on trellises 1.2 m apart, and interplanted with another local variety of bush beans, tomato was planted in the same trellises, without tillage, in the second season, after the beans had been harvested, bush beans were interplanted again. Experimental factors of the first season were N, P and population density, according to a Plan Puebla I experimental matrix, replicated five times. Fertilizer application in the second season depended on the fertilizer treatment of the first season. The treatment associated with the highest total gross income yielded 2.96 ton of beans on trellises, 0.34 and 0.60 ton of bush beans on two seasons and 17.67 ton of tomatoes per hectare per year.

INTRODUCCION

La agricultura que se practica en la región de los Valles Centrales se caracteriza por realizarse principalmente en pequeñas parcelas (minifundio), lo que causa que los agricultores produzcan apenas lo suficiente para sobrevivir. En estas condiciones los productores tratan de aprovechar al máximo su parcela, practicando sistemas tradicionales de cultivo para dar un uso más intensivo de la tierra mediante cultivos múltiples (asociación, intercalación, etc.) de especies, que por su compatibilidad en su desarrollo fisiológico puedan crecer juntas durante una parte o todo el tiempo hasta su

cosecha, de tal manera que se produzca lo máximo posible en el menor tiempo y espacio.

Aun cuando gran parte de la producción nacional proviene de la práctica de cultivos compuestos o múltiples, a la fecha no se han realizado los suficientes estudios para mejorar estos sistemas tradicionales en cuanto a la aplicación de los insumos agrícolas y otros factores de manejo. Es por eso, que los objetivos que se plantean en el presente trabajo son: 1) optimizar los factores nitrógeno, fósforo y densidad de población aplicados al frijol de guía en espalderas cuando se le intercala frijol de mata entre las hileras (primera etapa) y 2) gene-

+ Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S.
* Investigador Adjunto del CEICADAR, Colegio de Postgraduados.
** Técnico de la DGDUT. SARH.
*** Investigador Docente del CEICADAR. Colegio de Postgraduados.

rar la primera aproximación tecnológica en el sistema de cultivo múltiple (cultivo de frijol de guía en espalderas con frijol de mata intercalado a hileras alternas en sucesión de jitomate alternado con tiras a dos hileras de frijol de mata intercalado).

El estudio pretende ir más lejos de lo que sería únicamente la optimización de los insumos, sin embargo, el análisis integral (sistema) está en proceso de elaboración de tal forma que en esta ocasión únicamente se presentará el trabajo de acuerdo a los objetivos señalados.

REVISION DE LITERATURA

Higueta (1972), menciona que en Colombia el sistema de cultivos múltiples es una práctica muy integral, practicándose en este sistema el principio de labranza mínima que consiste en reducir al máximo las labores agrícolas de modo que sólo los deshierbes sean suficientes para obtener una cosecha. Señala además que las siembras múltiples operan mejor bajo las siguientes condiciones:

- Alta temperatura durante todo el año para lograr un rápido crecimiento de las diferentes especies.
- Abundante y uniforme distribución de lluvias.
- Mano de obra barata y abundante.
- Unidades agrícolas de cuatro hectáreas o menos.

Vargas y Castañeda (1982), al realizar un trabajo de cultivos compuestos en la región de los Valles Centrales en el cual se involucró frijol tipo guía en el sistema de espalderas con maíz y frijol de mata intercalado en hileras alternadas, encontraron que con esta tecnología, a pesar de la inversión, se obtienen buenos beneficios monetarios superando a la tecnología tradicional

Turrent (1979), señala que la productividad de la tierra y los insumos pueden ser potencialmente mayores cuando se manejan las especies en patrones de cultivos intensivos (cultivos compuestos, múltiples, etc), que cuando se manejan las mismas especies en forma de cultivos únicos simples. Una de las razones de esta mayor eficiencia consiste en la mayor superficie efectiva dedicada a cada especie en el cultivo intensivo que en el cultivo único simple.

Márquez (1981), menciona que las siembras bajo multicultivo persiguen uno o más de los siguientes objetivos:

- Estabilidad productiva.
- Estabilidad económica familiar.
- Necesidad técnica.
- Condición social.
- Mayor producción física.

Tobón (1974), citado por Sánchez (1977), menciona que hay compatibilidad entre especies que se encuentran sembradas en asociación cuando: 1) una planta no afecta los rendimientos de los otros y 2) recibe beneficios de la asociación mutua, como: soporte, uso y aporte de nutrientes, aprovechamiento del efecto residual de fertilizantes, uso de agua a diferentes estratos, y menciona que aun cuando existe cierta incompatibilidad fisiológica, la asociación puede ser económicamente beneficiosa.

MATERIALES Y METODOS

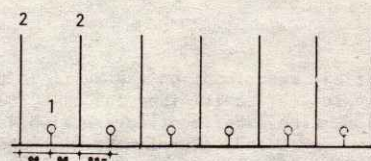
- Ubicación del sitio experimental

Para el cumplimiento de los objetivos, se estableció un experimento de cultivos múltiples el día 4 de junio de 1982 en la Comunidad de la Trinidad Zaachila ubicada en el área de influencia del Plan Valles Centrales, Oax. Dicha comunidad forma parte de la Unidad No. VII Zaachila, del Distrito Agropecuario de Temporal No. 1, Valles Centrales, Oaxaca.

El sitio experimental quedó enmarcado dentro del agrosistema de suelos profundos café-claros y rojizos, en su mayoría de planicie; esta zona tiene una altitud de 1,568 msnm, una precipitación media anual de 760.8 mm y su temperatura media anual es de 21.2°C.

2. Características del sistema de cultivo múltiple

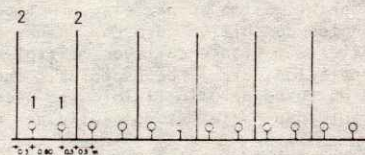
El sistema se dividió en dos etapas. En la primera etapa se sembró frijol de guía en espalderas, con frijol de mata intercalado en hileras (sencillas) alternas. En la Figura 1 se aprecia el corte transversal de un diagrama representativo del cultivo. La preparación del terreno la realizó el agricultor cooperante en forma tradicional, consistiendo en un barbecho con tractor y surcado con yunta (dos rayas). El material genético utilizado fue frijol regional "chivo" de guía y frijol "delgado" de mata.



- Frijol de mata "Delgado".
- Frijol de guía "Chivo de espaldera"

Fig. 1.- Diagrama del sistema utilizado en la primera etapa.

En la segunda etapa, sin realizarse ninguna preparación del suelo, se trasplantó el jitomate sobre el surco donde se encontraba el frijol de guía del cultivo anterior, y se intercalaron hileras (dobles) alternas de frijol de mata, su diagrama se presenta en la Figura 2. Como no hubo preparación del suelo, la siembra se hizo con espeque. Se empleó la variedad de jitomate guajillo "San Marzano" y el frijol criollo de mata "delgado".



- Frijol de mata "Delgado"
- Jitomate

Fig. 2.- Diagrama del sistema utilizado en la segunda etapa.

3. Factores de estudio

En la primera etapa, los factores de estudio fueron: nitrógeno (N), fósforo (P) y densidad de población (D) aplicados al frijol de guía; en el frijol de mata la densidad de población fue constante (20 000 plantas/ha) y no se aplicó fertilizante. Los niveles de los factores fueron: 40-60-80-100 kg/ha de N, 40-60-80-100 kg/ha de P y 50-60-70-80 miles de plantas/ha; para la generación de los tratamientos del experimento, se utilizó la matriz Plan Puebla I para tres factores (Turrent y Laird, 1975).

En la segunda etapa, la fertilización aplicada al jitomate dependió de la fertilización del cultivo anterior, bajo el supuesto de que hay efecto residual de los fertilizantes del ciclo P/V al 0/1. En el Cuadro 1 se presenta la lista de tratamientos de la primera y segunda etapa. Obsérvese que en las mismas parcelas en que se aplicaron los tratamientos 1,2,...16 de la primera etapa, se aplicaron los tratamientos 1,2,...16 de la segunda etapa respectivamente. El frijol de mata tuvo una fertilización constante de 10 y 20 kg/ha de N y P₂O₅, respectivamente aplicada toda en la siembra, y una densidad de población de 80 000 plantas/ha.

Cuadro 1. Lista de tratamientos de la 1a. y 2a. etapa del sistema de cultivo

Trat.	Primera Etapa			-----	Segunda Etapa		
	Frijol "chivo" de guía				Jitomate		
	N	P ₂ O ₅	DP		N	P ₂ O ₅	K
	kg por hectárea		miles pl/ha		kg por hectárea		
1	60	60	60	-----	00	00	80
2	60	60	70	-----	40	40	80
3	60	80	60	-----	00	00	80
4	60	80	70	-----	40	20	80
5	80	60	60	-----	00	00	80
6	80	60	70	-----	20	40	80
7	80	80	60	-----	00	00	80
8	80	80	70	-----	20	20	80
9	40	60	60	-----	60	70	80
10	100	80	70	-----	00	70	80
11	60	40	60	-----	50	80	80
12	80	100	70	-----	50	00	80
13	60	60	50	-----	100	100	80
14	80	80	80	-----	100	100	80
15	00	00	70	-----	100	100	80
16	00	00	70	-----	00	00	80

Además:

Frijol de mata, con cero fertilización y 20 000 plantas/hectárea.

Además:

Frijol de mata a doble hilera con 10 kg/ha de N y 20 kg/ha de P₂O₅ y 80 000 pl/ha.

4. Diseño experimental y tamaño de parcela.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cinco repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de tres surcos de 1.2 m de ancho por 3 m de largo y la parcela útil el surco central. En las Figuras 1 y 2 se observan las distancias a las que se sembraron o trasplantaron los cultivos.

5. Materiales empleados

Las fuentes de fertilización utilizadas fueron: Urea (46% N) para el nitrógeno, superfosfato de calcio triple (46% P₂O₅) para el fósforo, y cloruro de potasio (60% K₂O) para el potasio. La oportunidad de aplicación de los fertilizantes fue igual en las dos etapas: 1/2 de N y to

do el P₂O₅ a la siembra o trasplante, y el resto del N en la primera labor o deshierbe.

Se empleó material genético criollo regional en el frijol y una variedad mejorada en el jitomate, que ya fueron mencionados en las líneas anteriores.

La instalación de las espalderas se inició inmediatamente después de la primera labor y fue de la siguiente manera: se instaló un carrizo cada 1.5 m y dos carrizos juntos al inicio y término de cada repetición sobre el surco de frijol de guía; los carrizos fueron de 3.5 m de alto, enterrándose a una profundidad aproximadamente de 40 cm; el tendido del alambre superior a 2 m, asegurándose con amarres tipo albañil; de igual manera se realizó otro tendido de alambre del No. 22 en la parte inferior aproximadamente a una altura de 30 cm del suelo; se instaló una red en forma de zig-zag de arriba hacia abajo con nylon del No. 60 con el propósito de guiar a la planta de frijol. En la Figura 3 se observa la estructura utilizada en el sistema. Se menciona sistema, porque esta misma espaldera sirvió de soporte al jitomate (cultivo principal de la segunda etapa).

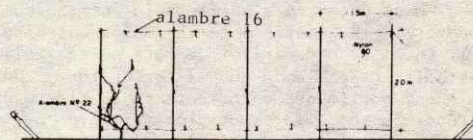


Fig.- 3. Diagrama de la espaldera utilizada.

6. Manejo de los experimentos

El control de plagas y enfermedades se realizó conforme se observaron los ataques.

En el frijol las plagas que más daño causaron fueron: mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), diabrotica (*Diabrotica sp.*), conchuela (*Epilachna varivestis*) y picudo del ejote (*Apion godmani*). Las enfermedades que se presentaron fueron: Chauixtle (*Uromyces phaseolis*).

En el jitomate las plagas que más daño causaron fueron: mosquita blanca, minador de la hoja (*Liriomyza munda*), trips (*Caliothrips phaseoli*), gusano del fruto (*Heliothis sp.*), y nematodos. Las enfermedades que se presentaron fueron: tizón temprano (*Alternaria solani*), tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Antracnosis (*Glomerella cingulata*).

Los riegos que se aplicaron durante el desarrollo de los cultivos del sistema fueron 13: aplicando 4 riegos en la primera y 9 riegos en la segunda etapa.

La cosecha se realizó en forma manual, y en el caso del jitomate se clasificó el fruto por calidad (1a., 2a. y 3a.).

7. Los análisis de los resultados

Los análisis de varianza de la primera etapa se realizaron considerando únicamente el frijol de guía; en la segunda etapa, se analizó el rendimiento de jitomate y el de frijol de mata.

Los análisis económicos efectuados fueron dos. En el primero se analizaron los resultados de la primera etapa y se empleó el método gráfico-estadístico (Turrent, 1978).

En el segundo se analizó todo el sistema de cultivo (primera y segunda etapa) con el método económico de Perrin et al. (1976).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Cosecha de los Experimentos

En la primera etapa el frijol de mata se cosechó a los 97 días y el frijol de guía a los 163 días después de la siembra. En la segunda etapa el frijol se cosechó a los 116 días después de la siembra; los cortes de jitomate se iniciaron a los 108 días después del trasplante, dándole un total de seis cortes, con un intervalo promedio de 7 días cada uno. Los rendimientos de grano de frijol se ajustaron por humedad (12%) y posteriormente se multiplicaron por el factor 0.8, considerado como ajuste por el mejor manejo del cultivo a nivel experimental.

2. Análisis estadístico

Se procedió a realizar el análisis estadístico de cada especie por separado. En el frijol de guía en espalderas se encontró diferencia significativa al 5% entre tratamientos y no se encontró significancia entre repeticiones (Cuadro 2). El coeficiente de variación obtenido fue de 24.7%. En el caso de frijol de mata no se realizó análisis estadístico debido a que el agricultor cosechó 4 repeticiones, por lo que únicamente se consideró una media de rendimiento de la repetición restante cuyo valor es 338 kg/ha. En el caso del jitomate, se realizó un análisis de varianza para el rendimiento atendiendo la calidad del fruto, así como del total de la producción. Se encontró que únicamente hay diferencia significativa entre repeticiones (Cuadro 3). Esto se debe a que el cultivo lo afectaron dos heladas y sufrió ataques de nematodos, es decir, no fue posible que los tratamientos mostraran su potencial.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados del análisis de varianza del rendimiento de frijol intercalado en el jitomate; se observa que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero sí entre repeticiones.

3. Análisis económico.

Los costos utilizados para la realización del análisis económico se muestran en el Cuadro 5.

3.1. Análisis económico de la primera etapa.

En el frijol chivo de guía se examinaron los tratamientos siguiendo el método gráfico-estadístico; al hacer el cálculo de los efectos factoriales medios (E.F.M.) se encontró significancia a la interacción ND y NPD, ya que el E.F.M. fue mayor que el efecto mínimo significativo (E.M.S.) al 10% de probabilidad (Cuadro 6). Al observar que para todos los factores hubo significancia, se procedió a realizar la interpretación gráfica para cada uno de los factores.

Para el factor nitrógeno, se observa en la curva 9/1/5, que al pasar del nivel más bajo 40 kg/ha de N a su segundo 60 kg/ha de N; tratamientos 9/1, hay un fuerte decremento en los rendimientos; pero al pasar a su tercer nivel 80 kg/ha se observa un ligero incremento, tratamientos 1/5; en la curva 4/8/10 se observa un decremento en los rendimientos al pasar de 60 a 80 kg/ha de N, tratamientos 4/8, al pasar a su nivel más alto 100 kg/ha se observa un ligero incremento, tratamientos 8/10.

En el factor fósforo, se observa que al pasar de su nivel más bajo 40 kg/ha a su segundo 60 kg/ha, tratamientos 11/1, se nota un ligero incremento en los rendimientos; y al pasar al tercero de 60 a 80 kg/ha, tratamientos 1/3, se presenta un decremento más notorio en los rendimientos.

Cuadro 2. Análisis de varianza del frijol "chivo" de guía en espalderas. Primera etapa del sistema.

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calc.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	13	12.723	0.978	2.192*	1.95	2.56
Repeticiones	4	0.857	0.214	0.480	2.56	3.72
Error	52	23.207	0.446			
Total	69	36.787				

*Significativo al 5%. CV = 24.7%

Cuadro 3. Valores de F calculada en el análisis de varianza del rendimiento clasificado, de jitomate. Segunda etapa del sistema.

Clasificación	Fuente de variación		Coeficiente de variación
	Repeticiones	Tratamientos	
1a. Calidad	4.173**	1.094NS	56.5%
2a. Calidad	5.929**	1.402NS	57.7%
3a. Calidad	1.525NS	.832NS	73.9%
Total	5.531**	1.205NS	51.4%

**Significativo al 1%. NS = No significativo.

Cuadro 4. Análisis de varianza del frijol delgado de mata. Segunda etapa del sistema.

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	15	.244	.016	.615NS	1.83	2.36
Repeticiones	4	.574	.143	5.500**	2.52	3.65
Error	60	1.588	.026			
Total	79	2.406				

**Significativo al 1%. CV = 27.9%.

En la curva 6/8/12, manteniéndose constante al N (80 kg/ha) y las plantas/ha (70 mil) se observa un incremento en los rendimientos al ir elevando el nivel de fertilización. En la densidad de población se observa que al mantener constante 60 kg/ha de N y 60 kg/ha de P₂O₅, al pasar del nivel más bajo al segundo, tratamientos 13/1, hay un gran incremento en los rendimientos; pero al pasar al tercer nivel, tratamientos 1/2, hay decremento en los rendimientos. Al mantener constante 80 kg/ha de N y 80 kg/ha de P₂O₅, se observa que al pasar del tercer al más alto nivel¹, tratamientos 8/14, se nota un fuerte incremento.

Cuadro 5. Costos utilizados para la realización del análisis económico.

Insumo o producto	Unidad de medida	Costo ó valor en pesos
Nitrógeno	kg	26.22
Fósforo	kg	29.88
Potasio	kg	14.23
Dp Frijol Chivo	mil plantas	18.38
Dp Frijol Delgado	mil plantas	15.69
Semilla Frijol Chivo	kg	40.00
Semilla Frijol Delgado	kg	80.00
Jitomate	libra/ha	2,800.00

Con los tratamientos 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/14 (ya que el tratamiento 13 no compitió con el testigo) se procede a realizar el cálculo de los costos variables y sus ingresos netos, más costos fijos¹. Se observa en el Cuadro 6 que el tratamiento 60-80-70 (N, P y D respectivamente) se asocia con el mayor ingreso neto más costos fijos, por lo que se considera como más cercano al tratamiento óptimo-económico de capital ilimitado (TOECL).

Se procedió a realizar el cálculo del incremento en rendimiento y el incremento de ingreso neto para los tratamientos que fueron seleccionados, observándose que el tratamiento 60-80-70 (N, P y D) es el que presenta la mayor tasa de retorno a capital, por lo que se considera como tratamiento óptimo-económico de capital limitado (TOECL), el cual se asocia con un rendimiento de 3.288 ton/ha (Cuadro 6).

¹/Sin descontarle el costo de la infraestructura y mano de obra utilizada, que se presenta en el Cuadro 7.

3.2. Análisis económico del sistema.

En la realización de este análisis económico del sistema, se utilizó el método propuesto por Perrin *et al* (1976). Se emplearon los beneficios económicos del frijol chivo de guía, frijol delgado de mata y del jitomate, los cuales se obtuvieron de los rendimientos medios, que fueron multiplicados por su precio en el mercado (Cuadro 8).

En la realización del análisis global del sistema, el primer paso fue realizar el cálculo de los beneficios netos por tratamiento (Cuadro 9), observándose que el tratamiento 140-120-80-170 (N, P, K y D) es el que tiene los máximos beneficios netos, siguiéndole el tratamiento 110-120-80-170 (N, P, K y D); el siguiente paso fue someterlos a un análisis de dominancia (Cuadro 10) quedando seleccionados el tratamiento 12, 4, 15, 5 y 16, los cuales se les aplicó el análisis marginal, siendo seleccionado el tratamiento 140-120-80-170 (N, P, K y D) considerándolo como el tratamiento óptimo económico (Cuadro 11).

Este tratamiento está integrado por los siguientes tratamientos aplicados en el sistema:

Etapa	Cultivos de cada subsistema	N P K			Miles pl/ha
		kg/ha			
1a.	Frijol de guía y	80	100	00	70
	Frijol de mata	00	00	00	20
2a.	Jitomate y	50	00	80	16.6 ¹
	Frijol de mata	10	20	00	80
T O T A L		140	120	80	170

¹/Cantidad no considerada en la sumatoria por ser una especie diferente.

Se aprecia que considerando al frijol de guía en espalderas con frijol de mata intercalado fuera del sistema, su recomendación tecnológica es 60-80-70,000 kg/ha de N y P y plantas/ha respectivamente; y ésta es diferente a la recomendación del mismo patrón de cultivo (80-100-70,000 kg/ha de N y P y plantas/ha respectivamente) considerando como parte del sistema.

En el subsistema de jitomate con frijol de mata, se encontró que el mejor tratamiento es el 50-00-80 (kg/ha de N, P y K, respectivamente); sin embargo, este tratamiento no es el mejor por sí mismo, sino que tiene el efecto residual del tratamiento 80-100-70,000 del frijol de guía en espalderas. Por otra parte, la infraestructura de la espaldera del frijol de guía, es aprovechada por el jitomate, y esta espaldera a su vez será aprovechada nuevamente por el frijol de guía en el ciclo P/V 1984-84.

Cuadro 5. Algoritmo del análisis económico del frijol "chivo" en espalderas.

No.	Tratamientos			Nota- ción de Yates	Rend. Totales	Método Automático de Yates			Efecto Factorial Medio ton/ha	Fuentes de Variación	Rend. Promedios ton/ha	Costos Variables CV \$/ha	Ingresos ^{1/} Netos más Costos Fijos \$/ha	Incremento en rendi- mientos Y ton/ha	Incremento Ingreso Neto IN \$/ha	TRCV In/cv
	N	P ₂ O ₅	DP			I	II	III								
	kg/ha	kg/ha	Miles pls/ha													
1	60	60	60	i	12.661	23.103	50.982	105.801	2.645	(M)	2.532	4469.0	123,851.00	0.253	10.120.00	2.264
2	60	60	70	d	10.442	27.879	54.819	3.615	0.180	(D)	2.088	4653.0	107,907.00	---	---	---
3	60	80	60	p	11.439	27.104	2.782	5.387	0.269	(P)	2.287	5067.0	113,453.00	0.008	320.00	0.063
4	60	80	70	dp	16.440	27.715	0.833	7.165	0.358*	(DP)	3.288	5250.0	153,310.00	1.009	40,360.00	7.687
5	80	60	60	n	13.330	2.219	4.776	3.837	0.191	(N)	2.666	4994.0	138,686.00	0.387	15,480.00	3.099
6	80	60	70	nd	13.774	5.001	0.611	1.949	0.097	(ND)	2.754	5177.0	132,023.00	0.475	19,000.00	3.670
7	80	80	60	np	13.663	0.444	7.220	4.165	0.208	(NP)	2.732	5591.0	130,729.00	0.453	18,120.00	3.240
8	80	80	70	npd	14.652	0.389	0.055	7.275	0.363*	(NPD)	2.810	5775.0	133,665.00	0.531	21,240.00	3.677
									0.353	EMS 10%						
					14.775						2.955	3945.0	141,295.00	0.676	27,040.00	6.854
10	100	80	70		16.101						3.221	6299.0	149,581.00	0.942	37,680.00	5.981
11	60	40	60		12.440						2.488	2872.0	122,688.00	0.209	8,360.00	2.159
12	80	100	70		14.828						2.965	6372.0	139,268.00	0.686	27,440.00	4.306
13	60	60	50		8.997						1.799	4285.0	94,715.00	---	---	---
14	80	80	80		16.440						3.288	5959.0	152,601.00	1.009	40,360.00	6.772
15	0	0	60		11.396						2.279					

$$EMS_{10\%} = 1.675 \sqrt{\frac{CME}{2^k - 2_r}} = 1.675 \sqrt{\frac{0.446}{10}} = 0.353$$

^{1/}Incluye los beneficios netos del frijol de guía y del frijol mata sin considerar el costo de la infraestructura que es de \$127,537.00.

Cuadro 7. Costo de pesos de la infraestructura, insumos fijos y mano de obra por hectárea utilizada en el sistema.

Cantidad de Unidades	Materiales y Descripción	Costo Unitario	Costo Total
6,225 pz	Carrizos	\$ 4.00	\$ 24,900.00
120 kg	Alambre No. 16	120.00	14,400.00
60 kg	Alambre No. 22	241.00	14,460.00
35 Ctes.	Nylon No. 60	760.00	26,600.00
5 aplicaciones	Pesticidas	\$ 1,995.40	9,777.00
12 jornales	Puesta de carrizo	300.00	3,600.00
8 jornales	Tendido de alambre	300.00	2,400.00
12 jornales	Tendido de Nylon	300.00	3,600.00
45 jornales	Limpia, fertilización y pesticidas	300.00	13,500.00
25 jornales	Cosecha	300.00	7,500.00
4 riegos	Cuota agua más jornales	1,400.00	5,600.00
	- Costo total del frijol "Chivo" de guía por hectárea.		\$127,537.00
8 jornales	Siembras y cuidados almácigo	300.00	\$ 2,400.00
26 jornales	Transplante y siembra frijol de mata	300.00	7,800.00
45 jornales	Alambrado	300.00	13,500.00
92 jornales	Limpia, fertilización y pesticidas	300.00	27,600.00
6 aplicaciones	Pesticidas	2,306.83	13,841.00
20 jornales	Cosecha y empaque	300.00	36,000.00
9 riegos	Cuota agua más jornales	1,400.00	12,600.00
	- Costo total del jitomate por hectárea.		\$113,741.00
	- Costo total del sistema por hectárea.		\$241,278.00

Cuadro 8. Rendimientos medios de los cultivos involucrados en el sistema.

Trat. No.	Primera Etapa		Segunda Etapa		Total Rend./grano Frijol Delgado ton/ha	Valor de grano Frijol guía \$40.00/kg	Valor de grano Frijol Delgado \$80.00 / kg	Valor de Jitomate \$12.00/kg	Valor Total del sistema
	Frijol guía ton/ha	Frijol mata ton/ha	Frijol mata ton/ha	Jitomate ton/ha					
1	2.532	.338	.511	6.614	.849	101.280.00	67,920.00	79,368.00	248,568.00
2	2.088	.338	.600	8.545	.938	83.520.00	75,040.00	102,540.00	261,100.00
3	2.287	.338	.677	9.301	1.015	91.480.00	81,200.00	110,612.00	283,292.00
4	3.288	.338	.589	11.897	.927	131.520.00	74,160.00	142,764.00	348,444.00
5	2.666	.338	.555	9.412	.893	106,640.00	71,440.00	112,944.00	291,024.00
6	2.754	.338	.477	9.697	.815	110.160.00	65,200.00	116,364.00	291,724.00
7	2.732	.338	.544	7.998	.888	109,280.00	70,560.00	95,976.00	275,816.00
8	2.810	.338	.555	10.926	.893	112,400.00	71,440.00	131,112.00	314,952.00
9	2.955	.338	.566	10.436	.904	118,200.00	72,320.00	125,232.00	315,752.00
10	3.221	.338	.588	9.084	.926	128,840.00	74,080.00	109,008.00	311,928.00
11	2.488	.338	.700	11.038	1.038	99,520.00	83,040.00	138,336.00	320,896.00
12	2.965	.338	.595	17.667	.933	118,600.00	74,640.00	212,004.00	405,244.00
13	1.799	.338	.622	12.744	.960	71,960.00	49,760.00	152,928.00	346,608.00
14	3.288	.338	.533	8.189	.871	131,520.00	69,680.00	98,268.00	299,468.00
15	2.279	.338	.600	11.192	.938	91,160.00	75,040.00	134,304.00	300,504.00
16	2.299	.338	.533	8.062	.871	91,960.00	69,680.00	96,744.00	258,414.00

Nótese la interrelación que se dará entre el subsistema de frijol de guía y el subsistema de jitomate, en aspectos de fertilización y el aprovechamiento de la infraestructura.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Considerando a la primera etapa (frijol de guía en espalderas con frijol de mata intercalado en hileras alternas) independiente de la segunda etapa, el tratamiento óptimo económico es 60-80-70,000 kg/ha de nitrógeno, fósforo y plantas de frijol de guía/ha respectivamente.
2. Considerando a la primera etapa como un subsistema interrelacionado con el subsistema de la segunda etapa, es decir económico es 80-100-70,000 kg/ha de nitrógeno, fósforo y plantas de frijol de guía/ha, respectivamente. El tratamiento óptimo económico de la segunda etapa es 50-00-80 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.
3. En el análisis económico de todo el sistema (suma de los tratamientos de las etapas uno y dos) el tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto (\$149,583.00), fue el 140-120-80-70-100-16.6 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, miles de plantas de frijol de guía, de mata y jitomate, respectivamente.
4. Continuar con esta línea de investigación de cultivos múltiples buscando la forma de reducir los costos para incrementar los beneficios netos.

5. Analizar con profundidad los efectos residuales de los fertilizantes.

6. Definir con más precisión la amortización de la infraestructura de la espaldera.

RECOMENDACIONES TECNOLOGICAS

Etapa	Cultivos de cada subsistema	N	P	K	DP
		kg/ha			miles/ha
1a.	Frijol de guía (chivo) y	80	100	00	.70 ^{1/}
	Frijol de mata (delgado)	00	00	00	20 ^{2/}
2a.	Jitomate (San Marzano) y	50	00	80	16.6 ^{3/}
	Frijol de mata (delgado)	10	20	00	80 ^{4/}

^{1/2} plantas/matero y distancia entre mata = 24 cm.

^{2/1} planta/mata y distancia entre mata = 40 cm (una hilera).

^{3/1} planta/mata y distancia entre mata = 50 cm.

^{4/2} plantas/mata y distancia entre mata = 40 cm (doble hilera).

Las fuentes de fertilización empleadas en ambos subsistemas fueron: urea (46% N), superfosfato de calcio triple (46% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O). La oportunidad de aplicación de los fertilizantes fue igual en los dos subsistemas: 1/2 de N y todo el P₂O₅ en la siembra o trasplante y el resto del N en la primera labor o deshierbe. Al frijol de mata de la segunda etapa se aplicó todo el fertilizante en la siembra.

Cuadro 9. Cálculo de los Beneficios Netos del Sistema.

No.	Tratamientos*				Rendimientos Económicos Bruto (Pesos/ha)	N (26.22)	P ₂ O ₅ (29.88)	K (18.88)	Frijol Gufo DP (18.88)	Frijol** Mata Jitomate (15.69)	Total Costos Variables	Total Costos Fijos	Beneficio Neto
	N	P ₂ O ₅	K	DP									
1	70	80	80	160	248,568.00	1,835.40	2,390.40	1,470.40	1,102.80	4,369.00	11,168.00	241,278.00	3,878.00
2	110	120	80	170	261,100.00	2,884.20	3,585.60	1,470.40	1,286.60	4,369.00	13,595.80	241,278.00	6,226.20
3	70	100	80	160	283,292.00	1,835.40	2,988.00	1,470.40	1,102.80	4,369.00	11,765.60	241,278.00	30,248.00
4	110	120	80	170	348,440.00	2,884.20	3,585.60	1,470.40	1,286.60	4,369.00	13,595.80	241,278.00	93,570.20
5	90	80	80	160	291,024.00	2,359.80	2,390.40	1,470.40	1,102.80	4,369.00	11,692.40	241,278.00	38,053.60
6	110	120	80	170	291,724.00	2,884.20	3,585.60	1,470.40	1,286.60	4,369.00	13,595.80	241,278.00	36,850.20
7	90	100	80	160	275,816.00	2,359.80	2,988.00	1,470.40	1,102.80	4,369.00	12,290.00	241,278.00	22,248.00
8	110	120	80	170	314,952.00	2,884.60	3,595.60	1,470.40	1,286.60	4,369.00	13,595.80	241,278.00	60,078.20
9	110	150	80	160	315,752.00	2,884.20	4,482.00	1,470.40	1,102.80	4,369.00	14,308.40	241,278.00	60,165.60
10	110	170	80	170	311,928.00	2,884.20	5,079.60	1,470.40	1,286.60	4,369.00	15,089.80	241,278.00	55,560.20
11	120	140	80	160	320,896.00	3,146.40	4,183.20	1,470.40	1,102.80	4,369.00	14,271.80	241,278.00	65,346.20
12	140	120	80	170	405,244.00	3,670.80	3,585.60	1,470.40	1,286.60	4,369.00	14,382.40	241,278.00	149,583.60
13	170	180	80	150	346,608.00	4,457.40	5,378.40	1,470.40	919.00	4,369.00	16,594.20	241,278.00	88,735.80
14	190	200	80	180	299,468.00	4,981.80	5,976.00	1,470.40	1,470.40	4,369.00	28,267.20	241,278.00	39,922.80
15	110	120	80	170	300,504.00	2,884.20	3,585.60	1,470.40	1,286.60	4,369.00	12,290.00	241,278.00	46,936.00
16	0	0	80	170	258,414.00	---	---	1,470.40	1,286.60	4,369.00	7,126.00	241,278.00	10,010.00

*Incluye los kilogramos totales de fertilizantes utilizados en todo el sistema.

**Incluye la semilla de jitomate.

Cuadro 10. Análisis de dominancia de los tratamientos del sistema de cultivos múltiples.

Trat. No.	Beneficio neto	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K kg/ha	Miles plantas/ha	Total de Costos
12	\$149,583.60	140	120	80	170	\$255,660.40 *
4	93,570.20	110	120	80	170	254,873.80 *
13	88,735.80	170	180	80	150	257,872.20 -
11	65,346.20	120	140	80	160	255,549.80 -
9	60,165.60	110	150	80	160	255,586.40 -
8	60,078.20	110	120	80	170	254,873.80 -
10	55,560.20	110	170	80	170	256,367.80 -
15	46,936.00	110	120	80	170	253,568.00 *
14	39,922.80	190	200	80	180	259,545.20 -
5	38,053.60	90	80	80	160	252,970.40 *
6	36,850.20	110	120	80	170	254,873.80 -
3	30,248.40	70	100	80	160	253,043.60 -
7	22,248.00	90	100	80	160	253,568.00 -
16	10,010.00	0	0	80	170	248,404.00 *
2	6,226.20	110	120	80	170	254,873.80 -
1	- 3,878.00	70	80	80	160	252,446.00

*Tratamientos seleccionados

-Tratamientos eliminados

Cuadro 11. Análisis marginal del sistema.

Beneficio Neto	Tratamientos				Costos Totales	IMCT	IMBN	TMRC
	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	DP Miles plantas/ha				
149,583.60	140	120	80	170	255,660.40	786.60	56,013.40	71.20*
93,570.20	110	120	80	170	254,873.80	1,305.80	46,634.20	35.71
46,936.00	110	120	80	170	253,568.00	597.60	8,882.40	14.86
38,053.60	90	80	80	160	252,970.40	4,566.40	28,043.60	0.73
10,010.00	0	0	80	170	248,404.00			

IMCT = Incremento Marginal en Costos Totales.

*Tratamiento Optimo Económico.

BIBLIOGRAFIA

- Higueta, M.F. 1972. Siembras múltiples intercaladas. Instituto Colombiano D, ICA. (Tebaitata). Bogotá, D. E. Colombia.
- Márquez, J.F. 1981. Clasificación de los Sistemas de Producción Agrícola (Agrosistemas) según los Ejes, Espacio y Tiempo. Agrosistemas de México. Contribución a la Enseñanza, Investigación y Divulgación Agrícola. Pág. 255-275. Chapingo, Méx.
- Perrin, R.K., D.L. Winkelman, E.R. Moscardi, y J.R. Anderson. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México, D.F.
- Sánchez, D.F. 1977. Estudios de Rentabilidad Económica de la Asociación Maíz-Frijol en la Zona de Influencia de Chapingo. Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo, Méx.
- Turrent, F.A. y Laird, R.J. 1975. La Matriz Experimental Plan Puebla I, Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Turrent, F.A. 1978. El método gráfico estadístico para la interpretación económica con las matrices Plan Puebla. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Turrent, F.A. 1979. El Sistema Agrícola, un marco de referencia necesaria para la planeación de la investigación agrícola de México. Versión preliminar. C.P. Chapingo, México.
- Vargas, S.V.M. y Castañeda, P.A. 1982. Respuesta a la fertilización y densidad de población de frijol de guía en espalderas con maíz y frijol de mata intercalado en hileras alternas en los Valles Centrales, Oaxaca. XV. Congreso de la Ciencia del Suelo. Resúmenes pág. 208. México, D.F.

METODO DE SIEMBRA, LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA FERTILIZACION NITROFOSFORICA PARA EL ALPISTE DE TEMPORAL EN LA MIXTECA OAXAQUEÑA *

Arredondo Velázquez, C. *
Campos de Jesús, S. *
Luévanos Arellano, A. *
Jiménez Victoria, J.L. *

RESUMEN

El alpiste es un cultivo cuyo uso está destinado, casi exclusivamente, a la alimentación de pájaros; no obstante, éste reviste gran importancia por el precio tan alto que alcanza su semilla en el mercado nacional, llegando a cotizar hasta \$ 300.00 por kg en los supermercados. Este alto precio es el principal motivo que hace que el alpiste continúe sembrándose aún en pequeñas áreas, destacándose el Estado de Oaxaca, y primordialmente en la Mixteca, donde se cultiva la mayor superficie.

Con el objeto de encontrar prácticas de cultivo que permitan incrementar los rendimientos de alpiste en la Mixteca Oaxaqueña, durante el período de 1976 a 1981, se estudió la fertilización nitrofosfórica y densidad de siembra, como variables más importantes, también se estudió el método de siembra (surco maicero, voleo y siembra en hileras). Los niveles de fertilización nitrogenada variaron desde 0-120 kg/ha, para fósforo de 0-130 kg/ha, las densidades de 30-70 kg/ha. Se usaron diseños de bloques al azar, los tratamientos de fertilización se arreglaron como un Plan Puebla I, con tratamientos adicionales (testigo) sin fertilizar y otros para los métodos de siembra. La respuesta a la fertilización y a las densidades de siembra se observó en la mayoría de los ensayos. Los niveles óptimos fisiológicos variaron para nitrógeno de 30-90 kg/ha, notándose que los rendimientos y respuesta más alta a este factor ocurrieron, cuando la precipitación fue mayor de 400 mm durante el ciclo de cultivo. Respecto al fósforo, el óptimo fisiológico se mantuvo invariablemente en el nivel de 50 kg/ha mientras los niveles para las densidades variaron de 30-35 kg/ha. En relación a los métodos de siembra empleados, se encontró que la siembra en surcos produjo 5% más de rendimiento que la siembra al voleo y que la aplicación de una escarda contribuyó en un 20% más al rendimiento de siembra en surcos.

ABSTRACT

About 2500 ha of alpiste, *Phalaris canariensis* L. are rainfed grown annually in the Mixteca Alta Oaxaqueña, with yields that vary from 400 to 600 kg/ha. This seed is harvested in a season that does not compete with other areas of the country. Sixteen field experiments were conducted in the area in the period 1976 through 1981 and the results are summarized in this paper. Four factors of production were studied, four nitrogen rates from 0 to 120 kg/ha, four rates of phosphorus fertilizer from 0 through 130 kg of P_2O_5 per ha, four seeding densities 30 through 70 kg per ha and two planting systems, broadcast and row planting. Soils are heavy textured with a pH ranging from 8.0 to 9.0 and organic matter content from 0.40 to 20 percent. No statistically significant response to the planting system was found, and a tendency to a detrimental effect

of the higher seeding densities appeared when rainfall was not a limiting factor to plant growth. Yield response to fertilizer was strongly affected by the amount and distribution of rainfall. For areas with higher rainfall the recommended treatment was 60 kg N, 25 or 50 kg P_2O_5 per ha and 30 or 45 kg seed per ha.

INTRODUCCION

En el estado de Oaxaca el alpiste *Phalaris canariensis* L. se produce exclusivamente en la subregión de la Mixteca Alta, en donde anualmente ocupa una superficie de siembra de alrededor de 2500 hectáreas de temporal. Su rendimiento medio es variable, dependiendo de las condiciones climáticas que prevalecen (lluvia) y el tipo de suelo donde se siembra; sin embargo, se puede hablar de un rendimiento medio de 400 a 600 kg/ha.

No obstante la fluctuación en el precio de la semilla, en esta subregión es el cultivo más remunerativo, ya que la producción de alpiste es obtenida cuando no hay saturación en el mercado nacional, puesto que el resto de al

piste, sembrado en el país, sale al mercado en el mes de mayo.

Dentro de los principales problemas agronómicos del cultivo, se pueden citar en orden de importancia: malas hierbas; época reducida de siembra, debido a la irregularidad del establecimiento de temporal y a la presencia de heladas tempranas y finalmente prácticas culturales deficientes.

El presente trabajo agrupa una serie de experimentos sobre fertilización, densidades de siembra y algunos métodos de siembra, trabajos que fueron realizados por el Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña, buscando

* Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S.

* Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

generar posibles recomendaciones que permitan incrementar la productividad en este cultivo.

REVISIÓN DE LITERATURA

El alpiste tiene el nombre botánico de *Phalaris canariensis* L. precisamente por ser originario de las Islas Canarias¹. Su fruto es una cariopse lanceolado glabro de 5 a 6 mm envuelto por las glumelas; su denominación proviene del griego "phalartos" que significa brillante (espiguillas relucientes o plateadas). El grano descascarado con tiene un promedio en porcentaje total de aminoácidos de 19.2%, existiendo 18 aminoácidos diferentes que incluyen los 8 esenciales para el cuerpo humano⁶.

Los principales países productores de alpiste a nivel mundial son: Argentina, Marruecos, Turquía, España y México³. En los últimos años, Estados Unidos de Norteamérica, de ser importador de este grano, ha llegado a saturar su mercado interno y a ser exportador.

En México los estados productores son en orden de importancia: Oaxaca, Michoacán, Jalisco, Nuevo León, Sinaloa, y Coahuila; son pequeños productores los estados de Guanajuato, Zacatecas, Durango, Sonora, Chihuahua, Aguascalientes y Puebla. A nivel nacional se siembran alrededor de 10 mil hectáreas¹.

En la subregión de la Mixteca Alta de Oaxaca, el área principal productora de alpiste se localiza en los Valles de los Distritos de Nochixtlán y Teposcolula, con alturas sobre el nivel del mar superiores a los 1800 m. En general, dicha área tiene un clima templado subhúmedo C(wo) y C(w₁). Los suelos destinados a este cultivo don de se siembra la mayor parte pertenecen a las unidades de suelo Cambisol eútrico y Feozen cálcico y Fluvisoles⁴.

En forma muy breve se describe el sistema de producción del alpiste en la Mixteca Alta de Oaxaca. Se siembra en el mes de junio una vez que se ha establecido el temporal, las fechas de siembra posteriores corren el riesgo de las heladas tempranas. Se usan aproximadamente 30 kilos de semilla por hectárea y la siembra se hace al voleo; previo a la siembra, se barbecha y rastrea el terreno. Se fertiliza en dosis bajas. Durante su desarrollo se hace control químico de la maleza especialmente la de hoja ancha mediante aplicaciones de 2-4 D. Alcanza su madurez comercial aproximadamente a los 140 días después de sembrado; la cosecha se realiza con máquina segadora-trilladora durante los meses de noviembre y diciembre; una vez trillado el grano, es necesario retrillarlo para eliminar pajas e impurezas; la gran mayoría de la producción de alpiste de la región es vendida en otros estados de la república, en donde se usa para la alimentación de pájaros⁵.

MATERIALES Y METODOS

Localización de los experimentos

Los ensayos se ubicaron en la Mixteca Alta en las localidades de Yucuita y Yanhuitlán dentro del distrito político de Nochixtlán. La primera se ubica a los 17°27' latitud norte y 97°14' longitud oeste; y la segunda localidad a los 17°30' y 97°20'. El tercer sitio experimental se ubicó en la localidad de Tamazulapan del distrito de Teposcolula situado a los 17°42' de latitud norte y a los 97°35' longitud oeste. El último de los sitios experimentales fue Suchixtlahuaca en el distrito de Coixtlahuaca situada a los 17°43' latitud norte y 97°23' longitud oeste.

Clima

En cuanto a clima el primer sitio se ubica dentro del subclima semiárido (BS₁kw¹)(w)(i')g; el segundo en el templado subhúmedo intermedio en cuanto a humedad, C(w₁')(w)big; el tercer sitio se ubica dentro del clima templado subhúmedo siendo el más seco C(wo')(w)b(i'); y el último en el semicálido subhúmedo, el más seco (A)C(wo)w₁(i).

Precipitación

En relación a este factor, la precipitación media anual es como sigue: Yucuita 448 mm; Yanhuitlán 693 mm, Suchixtlahuaca 663 mm y Tamazulapan 714 mm.

Suelos

Los suelos en general para todos los sitios son pobres en nitrógeno, fósforo, ricos en potasio, pobres a mediano contenido de Ca y Mg, sin problemas de sales; su pH es alcalino. Los valores particulares de cada uno de ellos se presentan en el Cuadro 1, donde se aprecian los resultados del análisis de suelos, notándose que el suelo más pobre es el de Suchixtlahuaca y el más alcalino es de Tamazulapan.

Manejo experimental

Diseño: En todos los experimentos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones para cada combinación de tratamientos, salvo en 1977 en que el experimento de métodos de siembra (Ms) y densidades (Ds) en donde cada uno de los tres sitios de ubicación fueron considerados como repeticiones. El arreglo de los tratamientos usados para los diez ensayos de N-P y Ds fue el de Plan Puebla 1 (1977-1981); en 1976 se usó un factorial completo 4x4. En los ensayos para determinar el Ms y Ds fueron factoriales completos, con 3 y/o 4 repeticiones.

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de los sitios experimentales CAEMOAX 1983.

Localidad	pH	Textura	ELEMENTOS MAYORES					CO ₃ % Insolubles	Materia Org. %
			N Total %	Pppm	Kppm	Cappm	Mgppm		
Yucuita	9.0	Arcillosa	0.044	2.0	485	1455	960	24	0.40
Yanhuitlán	8.7	Arcillosa	0.051	4.0	545	100	25	24	1.25
Suchixtlahuaca	8.0	Mig. Arcillosa	0.046	2.5	240	4000	75		1.98
Tamazulapan	8.4	Arcillosa	0.088	15.0	325	5250	117	22	1.18

CUADRO 2. RELACION DE EXPERIMENTOS DE ALPISTE POR LOCALIDAD, TIPO DE EXPERIMENTO, DISEÑO EXPERIMENTAL Y DE TRATAMIENTOS.

AÑO	LOCALIDAD	NUMERO Y TIPO DE EXPERIMENTO	DISEÑO		NIVELES			METODOS DE SIEMBRA
			EXPERIMENTAL	TRATAMIENTOS	N	P	Ds	
1976	YAHUITLAN	2 N-P-Ds	BLOQUES AL AZAR	FACT 4x4	0,40,80 y 120	0,130,60 y 90	30,40,50, 60 y 70	VOLEO
	YUCUITA	2 DENS. Y METODOS DE SIEMBRA	"	FACT 5x4				VOLEO
1977	TAZUCLAPAN	2 N-P-Ds	BLOQUES AL AZAR	PLAN PUEBLA I	0,30,60 y 90	0,25,50 y 75	15,35,45 y 60	SURCADO, III- LERAS Y VOLEO
	YUCUITA	3 METODOS DE SIEMBRA Y Ds		FACT 4x2 MAS 4 TRAT. ADIC.				
1978	SINAXTLA	3 N-P-Ds	BLOQUES AL AZAR	PLAN PUEBLA I	0,30,60 y 90	0,25,50 y 75	15,30,45 y 60	VOLEO Y SURCADO
	TAZUCLAPAN							
1979	YAHUITLAN	2 N-P-Ds	BLOQUES AL AZAR	PLAN PUEBLA I	0,30,60 y 90	0,25,50 y 75	15,30,45 y 60	VOLEO
	YUCUITA							
1981	YAHUITLAN	2 N-P-Ds	BLOQUES AL AZAR	PLAN PUEBLA I	0,30,60 y 90	0,25,50 y 75	15,30,45 y 60	VOLEO
	YUCUITA							

N = NITROGENO

P = FOSFORO

Ds = DENSIDAD DE SIEMBRA

El número de experimentos, diseño y niveles usados se presentan en el Cuadro 2.

Preparación del suelo

En todos los casos la preparación del suelo se hizo mediante un barbecho y rastreo previo a la siembra.

Siembra

El tamaño de parcela varió de 7.2 m² a 216 m². La fecha de siembra varió dentro de años y de localidades y dependió siempre del establecimiento del temporal; invariablemente se sembró en el mes de junio.

Semilla

Se utilizó semilla de la variedad local, de la cual se desconoce su origen y localmente se conoce como criolla. La densidad de siembra fue variable por ser objeto de estudio, salvo en 1976 donde se usaron 40 kg/ha en dos ensayos de N y P.

Fertilización

De 1976 a 1978 se usó como fuentes de fertilización nitrogenada, sulfato de amonio (20% de N); en 1979 y 1981 se usó urea (45% de N). Como fuente de fertilización fosfórica se usó invariablemente superfosfato triple de calcio (46% de P₂O₅).

Cosecha

La fecha de cosecha fue variable entre años y localidades, siendo ésta en los meses de noviembre y diciembre.

El tamaño de parcela útil fue como sigue:

- a) Experimentos de N-P-Ds: 8.00 a 10.2 m².
b) Experimentos de Ms y Ds: 2.4 a 216 m².

Análisis realizado

El rendimiento de grano se analizó estadísticamente al diseño experimental y al arreglo de tratamientos; se realizó también el análisis gráfico y económico de los datos correspondientes, agrupando los rendimientos de los experimentos en forma indiscriminada, de acuerdo al tipo de clima anteriormente señalado, para obtener una recomendación para cada tipo de clima. En el análisis económico se utilizó el concepto de capital ilimitado, considerando que el grano de alpieste tiene un alto precio de venta en el mercado local y nacional y puede retribuir ampliamente la inversión que se realice en el renglón de insumos.

Cuadro 3. Rendimiento de grano debido al método y densidad de siembra. CAEMOAX 1976.

Método de Siembra	YUCUITA					Promedio
	Densidad de siembra kg/ha					
	30	40	50	60	70	
Voleo	1148	1313	1268	1145	1194	1213
Surcos 72 cm	1619	1349	1193	1704	1631	1499*
Promedio	1383	1331	1230	1424	1412	
Método de Siembra	YAHUITLAN					Promedio
	Densidad de siembra kg/ha					
	30	40	50	60	70	
Voleo	1129	1017	905	994	645	938
Surcos 72 cm	1142	1025	970	845	712	939
Promedio	1135*	1021*	938*	678		

* medios significativamente diferentes.

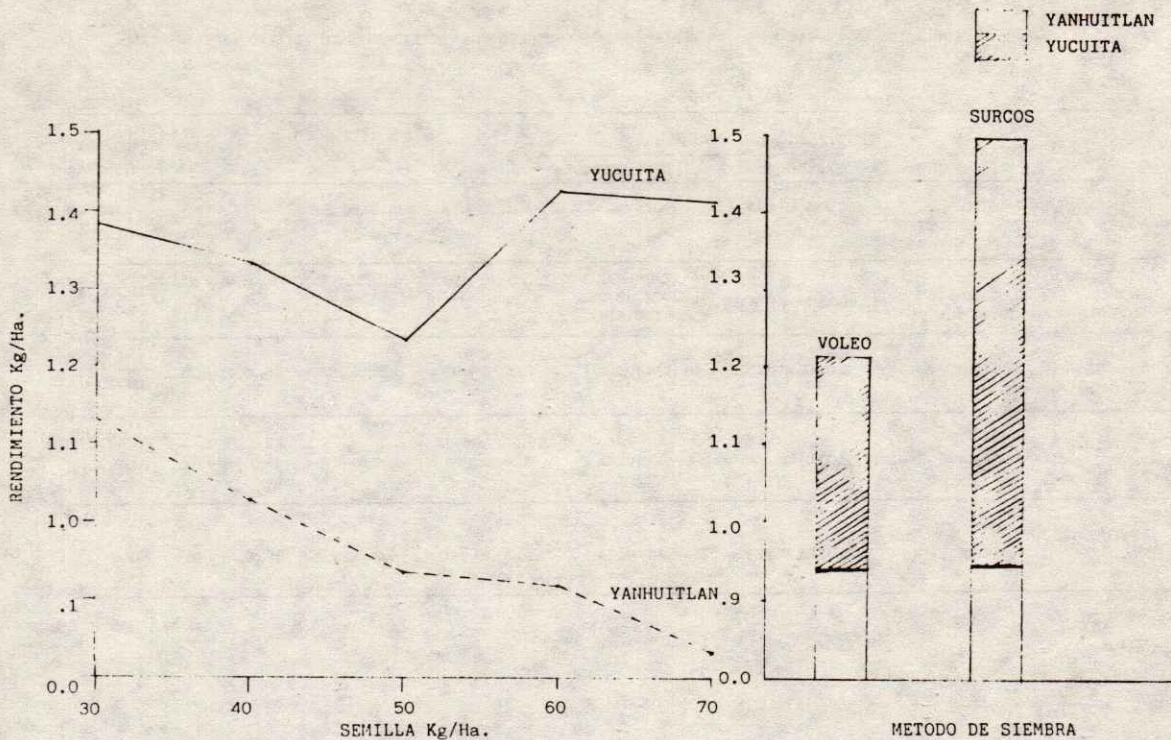


FIG. 1. RESPUESTA DEL ALPISTE A LA DENSIDAD Y METODO DE SIEMBRA EN LAS LOCALIDADES DE YUCUITA Y YANHUITLAN. CAETMOX 1983.

RESULTADOS Y DISCUSION

La discusión de los resultados se hará primero para los ensayos de Ms y Ds y a continuación los resultados de los ensayos de N-P y Ds para los años respectivos de estudio.

Los resultados de los ensayos correspondientes a Ms y Ds (1976-1977), así como algunos tratamientos comparados de Ms (1978) aparecen en los Cuadros 3 y 4.

En el Cuadro 3 se puede apreciar que en la localidad de Yucuita se obtuvieron los mayores rendimientos, notándose también que en esta localidad, el tratamiento de la siembra en surcos produjo los valores más altos, mientras que en Yanhuítlan, los métodos de siembra fueron estadísticamente iguales. En relación a las densidades estudiadas, en el primer sitio se aprecia que el aumento en la densidad mejoró los rendimientos en la mayoría de los casos, aunque no significativamente. Para Yanhuítlan el incremento en la densidad de siembra produjo decrementos en el rendimiento, esto atribuible posiblemente a la influencia de la precipitación sobre el crecimiento del alpiste, ya que en Yucuita hubo 330 mm mientras que en Yanhuítlan hubo 506 mm durante el ciclo del cultivo.

De lo anterior se puede inferir que en la siembra de Yanhuítlan hubo una mayor concentración de agua y que esta mayor disponibilidad produjo un incremento más vigoroso y más amacollamiento, lo que condujo a tener más tallos y por ende mayor competencia entre plantas originando reducciones en el rendimiento. Esto lo confirma el rendimiento obtenido cuando se incrementó la densidad de siem-

bra en Yanhuítlan y el efecto contrario observado en Yucuita (Figura 1). Para 1977, el ANDEVA mostró diferencias significativas para el método de siembra y la interacción método por densidad de siembra; los resultados se muestran en el Cuadro 4.

En el Cuadro 4, se puede apreciar que en forma general la siembra en surcos o líneas, sin importar la distancia, produjo mayor rendimiento que la siembra al voleo; el surcado a 72 cm produjo el rendimiento más alto y corresponde a un 47% más de rendimiento respecto a la siembra al voleo. La densidad de 30 kg/ha produjo mayor rendimiento cuando se combinó con siembras en hileras. Por otro lado, al comparar los rendimientos en cada una de las densidades estudiadas, se nota que el efecto de realizar una escarda incrementó el rendimiento en 17 y 20% para la densidad de 30 y 40 kg/ha respectivamente. Este efecto positivo se le puede atribuir al control de malezas que se logra al realizar la labor de escarda y al incremento de la humedad del suelo al producir mayor infiltración del agua por esta práctica.

Como puede apreciarse y de acuerdo a los resultados, la humedad del suelo tiene una marcada influencia sobre el rendimiento, siendo estos mejores cuando mayor cantidad se presenta. Otro aspecto importante es que las siembras en surcos muestran una mejor respuesta al producir incrementos sustanciales en el rendimiento, ya que el uso de siembras mediante este método permite hacer un control de malezas más práctico y tal vez económico, sobre todo de avena cuyo control es difícil de realizar en este cultivo por la fitotoxicidad que producen los productos al alpiste cuando se trata de controlar la avena.

Cuadro 4. Rendimiento de grano de alpiste debido al método y densidad de siembra. CAEMOAX 1977

Métodos	Densidad de siembra kg/ha				Promedio	A. al Test
	30	40	50	60		
Surcado 72 cm	474	562 <u>1/</u>	560	593 <u>1/</u>	517	47 %
Líneas 72 cm	571	543 <u>1/</u>	458	525 <u>1/</u>	478	36 %
Líneas 36 cm	508		484		496	41 %
Voleo (Test.)	339		366		352	
Promedio	473	552	467	559		
A		17%		20%		

1/ Rendimiento aplicable de una labor de escarda

Ensayos de N-P y Ds.

Análisis estadístico

Para los ensayos donde se probaron niveles de fertilización y densidades de siembra, se realizó un análisis con junto el cual mostró diferencias altamente significativas para los sitios experimentales y los tratamientos estudiados. La respuesta estadística a los factores de estudio se muestran en el Cuadro 5, donde se aprecia que los análisis individuales mostraron, en el 75% de los casos, respuesta a los tratamientos de fertilización y densidad de siembra; sólo en cuatro casos no se encontraron diferencias entre los tratamientos estudiados siendo el nivel más alto de significancia observado el de 13% en 1978 en Yucuita. También se encontró que los coeficientes de variación fluctuaron de 8 a 30%, lo que nos indica que a pesar de tener condiciones sumamente variables, la información obtenida es confiable.

Agrupación sitio-clima

Dado que no se realizó el análisis en forma conjunta de los experimentos respectivos en base al tipo de clima, se agruparon los rendimientos promedios para cada tratamiento (Cuadro 6), donde se aprecia que en Yanhuatlán se obtuvieron los rendimientos más altos y los más bajos en Tamazulapan, en tanto que en los sitios-clima restantes los rendimientos fueron equivalentes. Los rendimientos de Yanhuatlán, que fueron los más altos, se explican dado la cantidad de precipitación y clima favorable para el alpiste, mientras que en Tamazulapan las temperaturas más cálidas imponen ciertas restricciones de horas-frío al alpiste que probablemente afectan su rendimiento aunque la precipitación sea semejante a la de Yanhuatlán.

Para Yucuita con clima semidesértico y con el régimen pluviométrico más bajo, se esperaban que los rendimientos fuesen los bajos, sin embargo aquí la temperatura parece no ser limitante para el cultivo de alpiste; su limitante principal es la humedad, por lo que se espera que la recomendación de fertilización y densidad de siembra sea baja. Esto mismo sucede para Suchixtlahuaca pero aquí el factor suelo resulta ser el principal limitante de los rendimientos, ya que en los análisis de suelos respectivos, es el más pobre de todos los sitios experimentales.

Análisis gráfico

En las Figuras 2, 3, 4 y 5 se muestra la respuesta al N, P y Ds para cada uno de los sitios-clima donde se establecieron los diferentes ensayos.

En la Figura 2 (A, B y C), se aprecia la respuesta del alpiste a la aplicación de N, P y Ds en el sitio 1 (clima semidesértico), observándose en la 1A que el máximo rendimiento se obtuvo con el nivel de 60 kg/ha de N, en combinación con 25 kg/ha de fósforo y 30 kg de senilla; el incremento en los niveles de fósforo y densidad de siembra produjeron reducción en el rendimiento. En la Figura 2B, donde se presenta la respuesta al fósforo, se confirma nuevamente que el aumento en el nivel de fósforo produjo un efecto sobre el rendimiento, siendo en el nivel de 25 kg/ha de P_2O_5 donde se obtuvo el mejor rendimiento.

En la Figura 2C, se muestra la respuesta a las densidades de siembra, notándose que el rendimiento se incrementa del nivel más bajo (15 kg/ha) de 372 kg/ha hasta 503 kg/ha en la densidad de 30 kg/ha y que a partir de este nivel de densidad, los rendimientos de grano decrecen en combinación con niveles intermedios de nitrógeno y de fósforo.

El tratamiento óptimo fisiológico para esta serie de experimentos fue el que combina 60 kg/ha de N, 25 kg/ha de fósforo y 30 kg/ha de semilla de alpiste, con un rendimiento de 503 kg/ha.

Sitio 2, clima templado subhúmedo, intermedio en cuanto a humedad (Yanhuatlán).

La Figura 3 (A, B y C), muestra la respuesta gráfica a la aplicación de N (A), P (B) y Ds (C). En la Figura 3A se puede apreciar que los rendimientos van en aumento hasta el nivel de 60 kg/ha, decreciendo en 85 kg/ha de grano al aumentar la aplicación de N en 30 unidades. El máximo rendimiento se obtuvo con el nivel antes señalado en combinación con 50 kg/ha de P_2O_5 y una densidad de 45 kg/ha. La figura 3B muestra la respuesta del alpiste por la aplicación de fósforo, notándose, al igual que el nitrógeno, incrementos en el rendimiento hasta el nivel de 50 kg/ha de P_2O_5 , decreciendo el mismo con aplicaciones mayores. En la Figura 3C, se aprecia la respuesta a la densidad de siembra y se observa que el aumento en la densidad produjo incrementos hasta el nivel de 45 kg/ha, decreciendo en niveles mayores al antes señalado. El tratamiento óptimo fisiológico para este grupo de experimentos es el que combina los niveles de 60 kg/ha de N, 50 kg/ha de P_2O_5 y una densidad de 45 kg/ha de semilla, con un rendimiento de 785 kg/ha.

Sitio 3, clima templado subhúmedo, el más seco en cuanto a humedad (Suchixtlahuaca).

La Figura 4 (A, B y C) muestra la respuesta gráfica a la

Cuadro 5. Respuesta a los factores de estudio y nivel de significancia

AÑO	No.	Localidad	Respuesta a Factores	Nivel Signific. %	C.V. %
1976	1	Yucuita	N, P y NP	1,5	13
1977	2	Yucuita	P ² y NP	3,6	9
1978	3	Yucuita	NP	13	8
1979	4	Yucuita	NP	8	21
1980	5	Yucuita	Sin efectos	No signific.	22
1976	6	Yanhuitlán	N	1	8
1979	7	Yanhuitlán	Sin efectos	No signific.	30
1980	8	Yanhuitlán	P y PDs	5,6	8
1977	9	Suchixtlahuaca	N, P, N ² , Ds ² y NDs	1,5	8
1978	10	Suchixtlahuaca	NP	6	8
1977	11	Tamazulapan	Sin efectos	No signific.	23

aplicación de N(A), P(B) y Ds(C). En la Figura 4A se puede apreciar el efecto del N sobre la producción de alpiste; en ella se observa que del nivel más bajo de N al de 60 kg/ha, el rendimiento aumentó de 250 a 400 kg/ha en combinación con los niveles bajos de P₂O₅ y Ds, puesto que al aumentar los niveles de P₂O₅ y Ds, disminuyó el rendimiento de 375 a 290 kg/ha, aumentando ligeramente al crecer el nivel de N hasta 90 kg/ha.

La Figura 4B muestra la respuesta por efecto de los niveles de P₂O₅, observándose que el máximo rendimiento se obtuvo con el nivel de 25 kg/ha de P₂O₅. Aunque el aumento en el nivel de N y Ds junto con el de fósforo logran incrementar el rendimiento; éste no logra igualar a aquel que se obtiene con la dosis de 25 kg/ha de P₂O₅ y que fue del orden de 400 kg/ha de alpiste. El óptimo fisiológico para este grupo de experimentos es el que combina

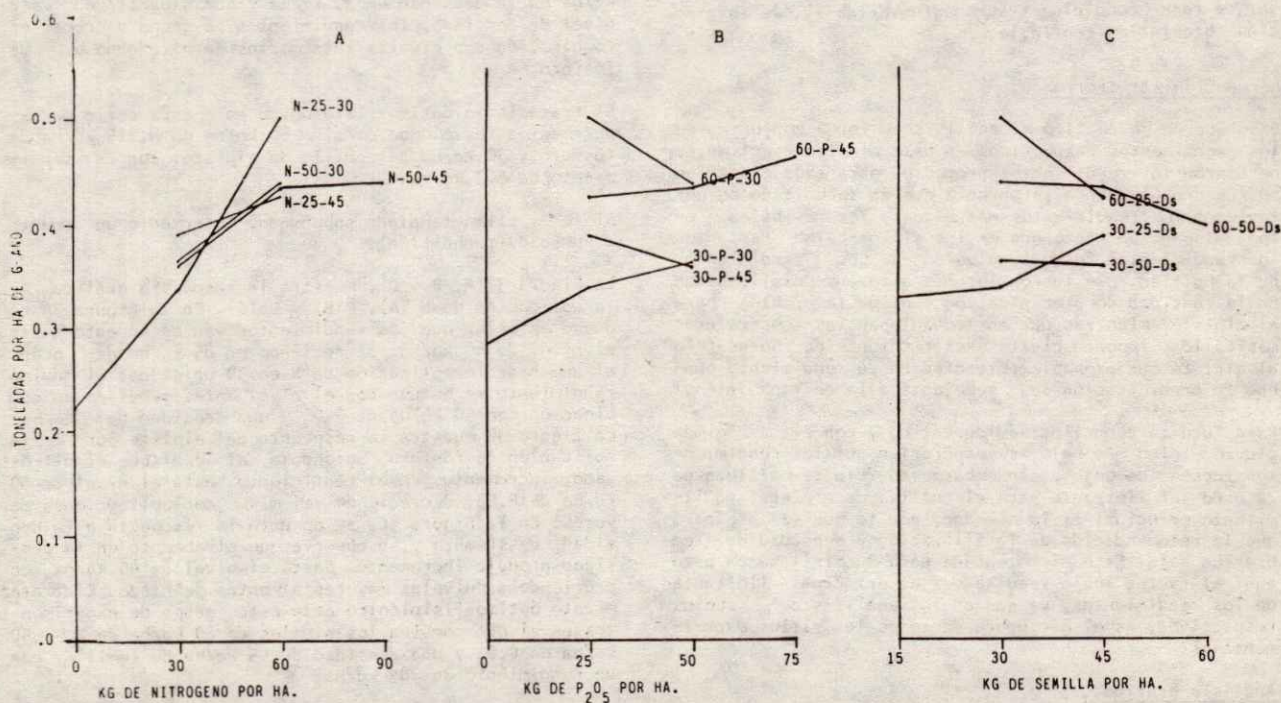


FIGURA 2. RESPUESTA DEL ALPISTE A LA APLICACION DE N, P, Y DS YUCUITA, OAX., CAEMOAX 1983.

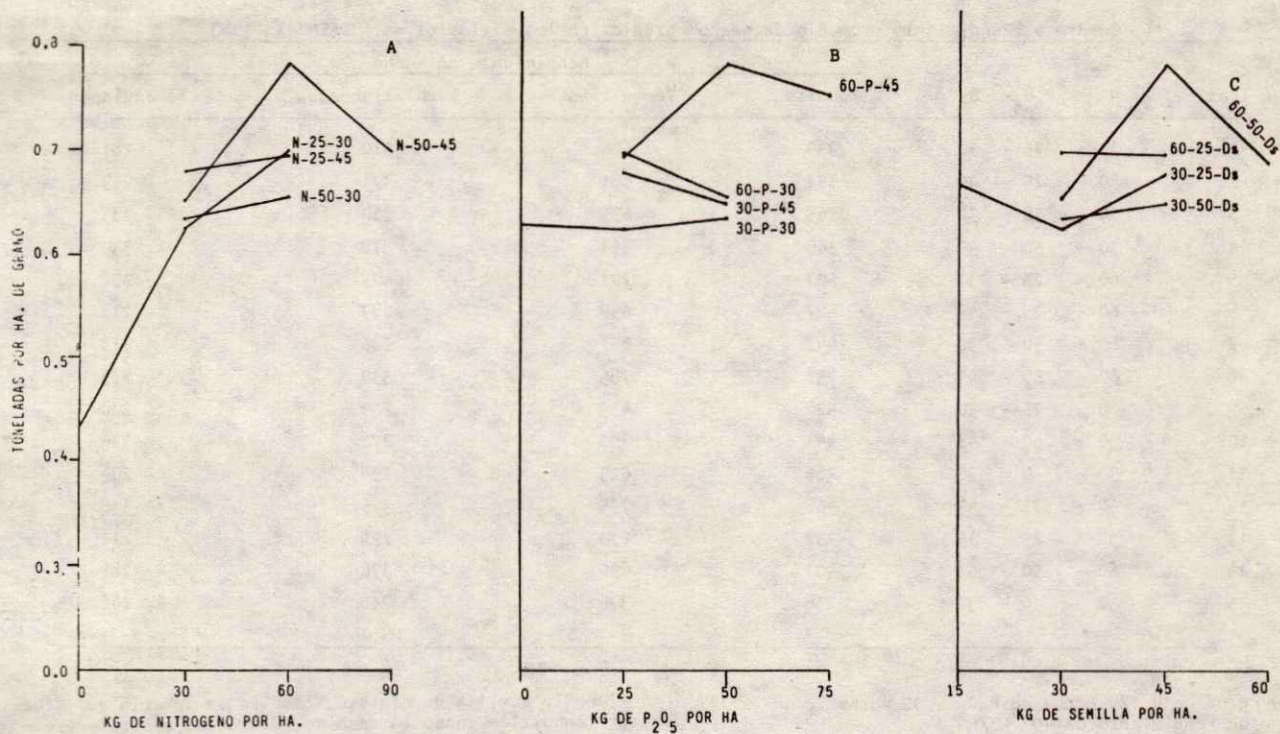


FIGURA 3. RESPUESTA DEL ALPISTE A LA APLICACION DE N, P, y Ds YANHUITLAN, OAX. CAEMOAX 1983.

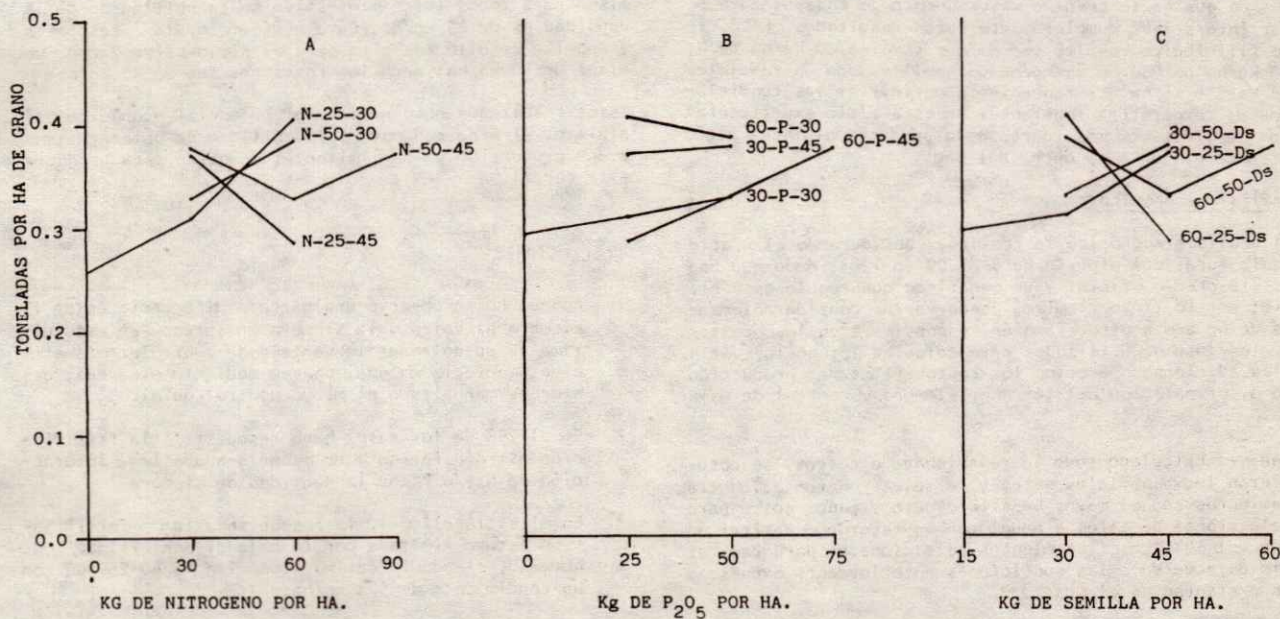


FIGURA 4. RESPUESTA DEL ALPISTE A LA APLICACION DE N, P Y A LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN SUCHIXTLAHUACA, OAX. CAEMOAX 1983.

Cuadro 6. Rendimiento promedio de grano obtenido en los sitios-clima. CAEMOAX 1983.

No. Trat.	N - P ₂ O ₅ - Ds	Rendimiento en kg/ha			
		Yucuita	Yanhuitlán	Suchixtlahuaca	Tamazulapan
1	30 - 25 - 30	339	626	310	281
2	30 - 25 - 45	391	681	371	209
3	30 - 50 - 30	365	635	330	233
4	30 - 50 - 45	360	651	378	330
5	60 - 25 - 30	503	701	407	292
6	60 - 25 - 45	427	698	287	213
7	60 - 50 - 30	442	657	386	318
8	60 - 50 - 45	438	785	330	223
9	0 - 25 - 30	424	439	259	200
10	90 - 50 - 45	441	702	372	310
11	30 - 0 - 30	286	629	294	204
12	60 - 75 - 45	466	756	376	316
13	30 - 25 - 15	332	670	295	211
14	60 - 50 - 60	401	690	376	286
15	0 - 0 - 30	256	376	250	246

60 kg/ha de N, 25 kg/ha de P₂O₅ y 30 kg/ha de semilla, con un rendimiento de 407 kg/ha.

Sitio 4, clima semicálido subhúmedo, el más seco en cuanto a humedad (Tamazulapan).

La Figura 5 (A, B y C), muestra gráficamente la respuesta del alpiste a la aplicación de nutrimentos y densidades estudiadas. Notándose que para cada variable estudiada no se observa una tendencia bien definida de respuesta, además de que no se tuvo un mayor número de ensayos para poder interpretar completamente estos resultados. El óptimo fisiológico resultó ser el que combina 30 kg/ha de N, 50 kg/ha de P₂O₅ y 45 kg/ha de semilla, con un rendimiento de 330 kg/ha. Es conveniente definir si las condiciones de temperatura imperantes en este sitio experimental son la limitante más fuerte para producir alpiste y algún otro cereal en esta época del año.

Análisis económico

El análisis económico se realizó, considerando el precio medio rural del alpiste de \$ 85.00 en 1983; dado que no existe precio oficial y un organismo que regule este precio; por lo tanto el mismo puede variar considerablemente de un año a otro. También se consideraron los costos de los insumos utilizados para calcular los costos variables adicionando a estos los costos fijos de producción como, preparación del terreno, siembra y control de maleza.

Una vez calculado todo lo relacionado a costos, se obtuvieron los beneficios netos y se seleccionaron a los tratamientos con el mayor beneficio neto y menor costo para seleccionar de ellos a aquel con un retorno al capital mayor del 50%. Los tratamientos seleccionados para cada sitio de acuerdo a las condiciones anteriormente expuestas se presentan en el Cuadro 7.

En este cuadro se puede apreciar que en todos los sitios-clima se obtuvo ganancia aun cuando no se fertiliza; esto se explica por el alto precio que en la actualidad

tiene la semilla de alpiste. También se aprecia que fue en Yanhuitlán donde la tasa de retorno al capital resultó la más alta, mientras que en Tamazulapan la fertilización no fue económica, hecho importante que recalca la acción de la temperatura en la producción de alpiste. Por otra parte, la poca investigación realizada en alpiste para este sitio no permite emitir un juicio exacto sobre la respuesta a la fertilización. Respecto a las dosis óptimas económicas determinadas, se observa que respecto al nitrógeno y la densidad de siembra, el nivel es el mismo para todos los sitios salvo en Yanhuitlán donde la densidad es de 45 kg/ha. Para el fósforo la respuesta económica resultó más alta para el sitio-clima 2 con un nivel de 50 kg/ha; para los restantes fue de 25 kg/ha.

Estos resultados nos indican, el potencial económico del alpiste, el área con mayor probabilidad de obtener una buena producción y las limitantes de otras para producir este cereal.

CONCLUSIONES

1. Aunque no se observó una marcada diferencia entre la siembra al voleo y la siembra en surcos, en esta última se puede tener la ventaja de controlar más eficientemente la maleza, ya sea mediante escardas, deshierbes manuales o el mismo control químico.
2. En el 75% de los casos hubo respuesta a la fertilización nitrofosfórica y en menor grado a la interacción de N y/o P con la densidad de siembra.
3. En el sitio-clima 1, la respuesta a la fertilización estuvo limitada por la baja disponibilidad de humedad, siendo la óptima económica la 60-25-30 con un rendimiento de 503 kg/ha.
4. En el sitio-clima 2, la respuesta a la fertilización puede atribuirse a la mayor disponibilidad de humedad y mejor aprovechamiento del fertilizante, ya que

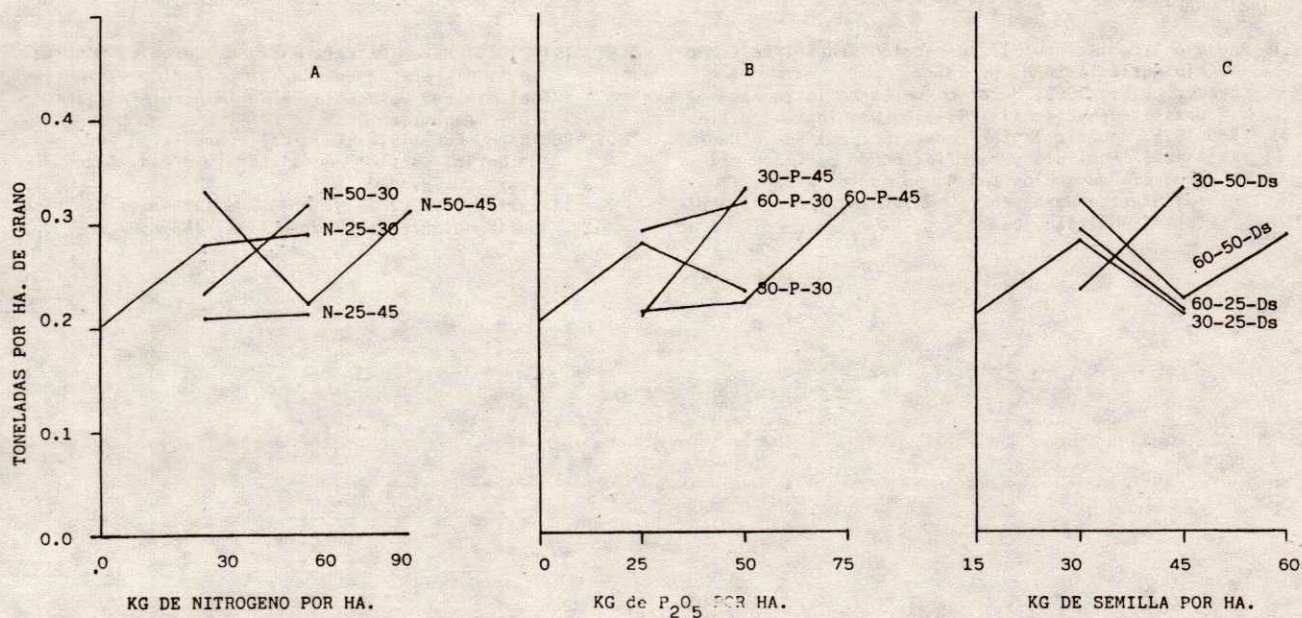


FIGURA 5. RESPUESTA DEL ALPISTE A LA APLICACION DE N, P Y A LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN TAMAZULAPAN, OAX. CAFMOAX 1983.

Cuadro 7. Tratamientos óptimos fisiológicos y económicos por sitio-clima.

Sitio-clima	Óptimo Fisiológico N - P ₂ O ₅ - Ds	Óptimo Económico	Retorno al Cap.	Rend. Ajust. kg/ha
Yucuita	60 - 25 - 30	60 - 25 - 30	1.34	402
Testigo		0 - 0 - 30	.53	204
Yanhuitlán	60 - 50 - 45	60 - 50 - 45	2.12	628
Testigo		0 - 0 - 30	1.26	300
Suchixtlahuaca	60 - 25 - 30	60 - 25 - 30	.89	325
Testigo		0 - 0 - 0	.50	200
Tamazulapan	30 - 50 - 45	0 - 0 - 30	.47	196

en fósforo hubo respuesta hasta el nivel de 50 kg y mayor densidad de siembra. El tratamiento óptimo fue de 60-50-45 con un rendimiento de 785 kg/ha.

5. En el sitio-clima 3 la respuesta a la fertilización estuvo limitada por la baja disponibilidad de humedad, además de la pobreza del suelo. El tratamiento

económico correspondió al fisiológico 60-25-30 con 407 kg/ha.

6. En el sitio-clima 4, no resultó económica la fertilización.

7. Existen áreas con mayor potencial de producción de alpiste siendo éstas las de clima templado subhúmedo y con alto riesgo la del clima semicálido, restricción impuesta más por clima que por lluvia.

BIBLIOGRAFIA

1. Anuario Estadístico 1977. Dirección General de Economía Agrícola-SARH. p. 137
2. Bremer, D.E.; 1962. Mutation research in canary Grass. *Euphytica* 11: 293-310. Washington, U.S.A.
3. FAO 1975. Anuario de la Producción. pp. 59-76. Roma.
4. INIA 1981. Análisis y descripción de perfiles del programa de suelos del Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. SARH, INIA, CIAPAS (inédito), Yanhuítlán, Oax.
5. INIA 1983. Marco de referencia de Cereales Menores en la Mixteca Oaxaqueña. Campo Agrícola Experimental Mixteca Oaxaqueña. SARH-INIA, CIAPAS (inédito), Yanhuítlán, Oax.
6. Robinson, R.G. 1978. Chemical composition and potential uses of annual canary grass. *Agron. Jour.* 70:797-800.
7. Villarias, M.J.L. 1979. Atlas de las malas hierbas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid 1:142-143.

EFFECTO DE SIETE FACTORES DE PRODUCCION EN EL RENDIMIENTO DE GRANO Y FORRAJE (PUNTA) EN EL CULTIVO + DE MAIZ

García Galindo, L. *
Castañeda Palomera, A. **

RESUMEN

Desde el origen del Plan Puebla, el área de investigación agronómica ha acumulado experiencias entre las que se puede citar la relacionada con la precisión de las recomendaciones tecnológicas, basadas en la utilización práctica del concepto de agrosistema. En la región del Plan Puebla (que actualmente abarca el Area del Distrito de Temporal III de Cholula, Puebla), se han definido 16 agrosistemas que cuentan con sus respectivas recomendaciones tecnológicas para el cultivo de maíz. Uno de estos agrosistemas es el denominado "Suelos de La Malinche con siembras antes del 30 de abril" cuya recomendación tecnológica para el maíz es de 100-0-50,000 (kg N/ha, kg P₂O₅/ha y pl/ha, respectivamente).

Un aspecto del enfoque metodológico de agrosistemas que se debe tener presente es el de probar la vigencia de las recomendaciones generadas. En el caso concreto de este agrosistema, nótese que no se recomiendan aplicaciones de fertilizante fosfórico, por no haber respuesta; sin embargo, esta situación probablemente no se manifestó por mucho tiempo, pero aunada a lo anterior, la inquietud de los divulgadores por no recomendar fósforo durante muchos años, surgió la necesidad de establecer dos ensayos experimentales que contemplaran al fósforo como factor de estudio para cerciorarse de que aún no hay respuesta a este nutriente. Además, se esperaba en el caso de que hubiera respuesta al fósforo, el nitrógeno y la densidad qué plantas iban a modificarse.

El objetivo de este trabajo realizado en 1980 fue el de conocer el efecto que sobre el rendimiento de grano y forraje (punta) del cultivo de maíz, tienen los factores: nitrógeno, fósforo, arreglo topológico, oportunidad de aplicación de fertilizantes y despunte.

Los factores anteriores fueron estudiados y analizados mediante una matriz mixta con dos repeticiones. Una vez analizados los resultados obtenidos, se concluye para las condiciones de ese año que: existe respuesta a los factores nitrógeno, fósforo, densidad de población y fuente de fertilización. En cuanto al arreglo topológico, oportunidad de fertilización y despunte, no se encontraron diferencias estadísticas en el rendimiento. Las recomendaciones obtenidas en este trabajo son:

1. Capital ilimitado: 125-30-60,000 (kg de N, kg de P₂O₅ y densidad de población, respectivamente) utilizando 3 plantas/mata, urea y superfosfato de calcio triple.
2. Capital limitado: 85-20-45,000 (kg de N, kg de P₂O₅ y densidad de población, respectivamente), con los demás factores en igual forma que la anterior recomendación.

ABSTRACT

Sixteen agrosystems of maize have been defined in the Puebla Project area, one of them being: "Soils associated to La Malinche volcano, planted to corn before April 30". The recommended treatment for maize is 100 - 0 - 50 thousand (N-P₂O₅-population density) in this agrosystem. Two field experiments were conducted on these soils in order to test the "no response to P" found in previous work, as well to measure the response to N fertilizer, population density, spatial array of plants and timing of fertilizer application. The soils of the two selected sites showed acid pH, less than 0.5 percent organic matter and less than 10 ppm of P (Bray P1) in one of the two sites and 24 ppm of P in the second site. Grain yields varied from 2.45 ton per ha to 6.05 ton per ha in one site and from 1.29 ton per ha to 4.68 ton per ha in the second site. A significant response to P fertilizer up to 60 kg of P₂O₅ per ha, was found in one of the two sites. N fertilizer requirement was similar in both locations and was 30 kg higher than the recommended rate. Significant response to population density up to the maximum rate explored (60,000 plants per ha) was found. There was no response to remaining experimental factors.

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

* Investigador Adjunto del CEICADAR. Colegio de Postgraduados.

** Investigador Docente del CEICADAR. Colegio de Postgraduados.

INTRODUCCION

Dentro de la estrategia empleada por el Plan Puebla para aumentar con rapidez los rendimientos del cultivo del maíz se encuentra la generación de información sobre prácticas óptimas de producción (investigación agronómica).

Desde el inicio del Plan Puebla, en 1967, el programa de investigación agronómica ha utilizado el enfoque de agro sistemas para generar tecnología. A partir de ese año, se acumuló información sobre las influencias de los factores del suelo, clima y manejo, sobre la respuesta de los cultivos a los tratamientos, y como producto de esta información para 1972 se tenían identificados 16 agrosistemas. Uno de los 16 agrosistemas es el denominado "Suelos de La Malinche con siembras antes del 30 de abril" cuya recomendación tecnológica para el maíz es de 120-00-50,000 (kg/ha de N kg/ha P y Pl/ha, respectivamente). Con la finalidad de precisar dicha recomendación el programa de investigación tuvo la inquietud de probar otro año la vigencia de la respuesta de los factores de la producción que intervienen en la recomendación para este agrosistema.

Con esta idea se diseñaron dos experimentos en el año de 1981, con los siguientes objetivos:

- 1) Determinar el efecto que sobre el rendimiento de grano y forraje del cultivo de maíz tienen los factores: nitrógeno, fósforo, densidad de población, fuente de fertilización, arreglo topológico, oportunidad de aplicación del fertilizante y despunte.
- 2) Aumentar la precisión de la recomendación para el agrosistema "Suelos de La Malinche con siembras antes del 30 de abril".

REVISION BIBLIOGRAFICA

Definición del agrosistema de suelos de La Malinche con siembras antes del 30 de abril.

Los estudios sobre morfología de los suelos realizados en 1969 revelaron que los suelos de la zona V del Plan Puebla se habían desarrollado sobre cenizas volcánicas afectadas por el volcán La Malinche. El estudio de la respuesta a los fertilizantes en estos suelos mostró que su nivel nativo de fósforo era alto. De esta manera se reconocieron cuatro agrosistemas al interpretar los resultados de 1969, entre estos agrosistemas se encuentra el de: Suelos de La Malinche (CIMMYT, 1974).

El rasgo común de la morfología de estos suelos, que varía según la posición fisiográfica, lo constituye la primera capa, que es producto de la actividad del abanico aluvial; esta capa tiene un espesor aproximado de 30 cm, y textura arenosa, existiendo la posibilidad de conservar la humedad del perfil del suelo en el invierno si se efectúan las prácticas tradicionales de labranza. Esta capa superficial tiene un contenido de humedad aprovechable de 7% aproximadamente (Allen, citado por Andrade, 1976).

Conjugando la morfología del suelo y el manejo de las prácticas de labranza (conservación de humedad del suelo), surge el nombre del agrosistema: Suelos de La Malinche con siembras antes del 30 de abril".

Trabajos realizados en el agrosistema Suelos de La Malinche con siembras antes del 30 de abril.

Con los ensayos experimentales realizados en 1969 se generó la primera recomendación tecnológica para este agro

sistema que a continuación se menciona: 80-00-40,000 (kg de N, kg de P₂O₅ y densidad de población) para el cultivo del maíz, aplicando todo el nitrógeno en la primera labor (CIMMYT, 1974).

Ruiz (1970), en tres experimentos establecidos en el agro sistema en estudio, probó la respuesta del maíz a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo, densidad de población y fechas de siembra; encontrando que en el sitio de Tepatlaxco no se produjo respuesta al fósforo, en el de Sta. Ma. Nenetzintla se apreció una pequeña respuesta pero no significativa y en Buena Vista sí respondió el cultivo a las aplicaciones del fertilizante fosfórico.

En la localidad de San Miguel Canoa en 1973 se establecieron dos experimentos para optimizar la fertilización nitrogenada fosfórica y densidad de población de maíz; se encontró que con la fórmula 120-40-50,000 (kg de N, P₂O₅ y pl/ha, respectivamente) se obtuvieron 4,971 kg de maíz/ha; y con la fórmula 120-00-50,000 obtuvieron 3,731 kg/ha de maíz (Plan Puebla, 1974).

Andrade (1976) realizó un experimento de fertilización en la zona V del Plan Puebla para definir una fórmula de fertilización nitrogenada y fosfórica, y la mejor época de fertilizar, entre otros factores. Encontró que no hubo respuesta significativa del rendimiento de grano a las dosis de nitrógeno, en ambos sitios establecidos; en fósforo únicamente hubo respuesta en un sitio experimental y en cuanto a la época de aplicación de fertilizantes, no hubo diferencia significativa.

Caballero, et al (1978) establecieron experimentos en 5 localidades del agrosistema 3 (Suelos de La Malinche). En estos trabajos se involucró a los factores nitrógeno, fósforo y densidad de población.

Promediando los resultados de las 5 localidades, se obtuvieron los tratamientos en donde se involucra la necesidad de añadir fertilizante fosfórico:

Capital Ilimitado = 100-40-50,000 (N-P₂O₅-DP)
Capital Limitado = 80-20-40,000 (N-P₂O₅-DP)

MATERIALES Y METODOS

Con la finalidad de lograr los objetivos planteados, se realizaron dos experimentos de campo en la parte baja de los suelos de La Malinche con una altitud de 2,300 msnm. El primer sitio se localizó en San Agustín Tlaxco, Mpio. de Amozac de Mota, Pue., y el segundo en San Sebastián Tepatlaxco del mismo municipio. El diseño de tratamientos utilizado para ambos sitios fue una matriz mixta en parcelas divididas (Turrent, 1979). Los factores estudiados fueron siete, a continuación se mencionan estos factores y sus niveles.

Factores de Estudio	Niveles
1. Dosis de nitrógeno en kg/ha	70-100-130-160
2. Dosis de fósforo en kg/ha	00- 20- 40- 60
3. Densidad de población en miles de pl/ha	30- 40- 50- 60
4. Oportunidad de aplicación de fertilizantes	(S)=1/3 de N y todo el P ₂ O ₅ en la 1a. labor y 2/3 de N en 2a. labor
5. Despunte	Con y sin
6. Fuente de fertilización	(Urea y superfosfato triple) y (sulfato de amonio y super simple)
7. Arreglo topológico en número de plantas/mata	3/1 y 2/1

En el factorial 2² fueron asignados los factores de punto y oportunidad de aplicación de fertilizantes; en la Matriz Plan Puebla I fueron asignados los factores dosis de nitrógeno, dosis de fósforo y densidad de población; en la Matriz Baconiana fueron asignados los factores fuente de fertilización y arreglo topológico. Los cuatro tratamientos restantes ocuparon las parcelas grandes y los tratamientos restantes ocuparon las parcelas chicas dentro del arreglo de parcelas divididas. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con dos repeticiones.

Con la finalidad de determinar algunas características físico-químicas de los sitios experimentales, se tomaron muestras compuestas (20 puntos del área) de suelo con las siguientes profundidades 0-15, 15-30, 30-45 cm para cada uno de los dos sitios. La siembra se realizó el 28 y 29 de marzo en las localidades de San Agustín Tlaxco y San Sebastián Tepatlaxco, respectivamente.

El método de siembra utilizado fue el de la "busca jugo". La semilla utilizada fue la criolla de los agricultores que tiene las siguientes características: blanca, de porte alto (3 m) y de ciclo largo (180 días).

Como fuente de nitrógeno y de fósforo se utilizaron la urea y superfosfato de calcio triple, respectivamente, excepto en el tratamiento No. 16 en el cual se utilizó como fuente de fertilización para nitrógeno el sulfato de amonio y para fósforo se utilizó el superfosfato de calcio simple. El método de aplicación fue en banda cuando se aplicó en siembra y mateado cuando se aplicó en primera y segunda labor.

Las labores que se hicieron a las siembras experimentales fueron las mismas que hacen los agricultores de la región en estudio. El despunte se realizó cuando el maíz se encontraba en estado de madurez masosa. Se despuntó siguiendo la práctica o método convencional de los agricultores que consiste en doblar y cortar con la mano el entrenudo de la caña de maíz, inmediatamente arriba de la inserción de la mazorca superior.

A partir de la siembra y durante todo el desarrollo del cultivo se realizaron visitas periódicas a los sitios experimentales, con el fin de realizar las labores del cultivo y tomar observaciones cualitativas y cuantitativas.

Una vez obtenidos los datos en la cosecha, se procedió a hacer las transformaciones para tener el rendimiento de grano al 14% de humedad y en kg/ha.

Una vez hechas las transformaciones se procedió a hacer el análisis de varianza correspondiente para determinar la significancia de los factores en estudio, siguiendo la metodología propuesta por Turrent (1979).

El análisis económico se realizó en base a los lineamientos metodológicos de Turrent (1978) en su Método Gráfico Estadístico y Turrent (1979) en su "Uso de la Matriz Mixta para Optimización." Se emplearon dos criterios económicos para obtener las recomendaciones: 1) capital limitado y 2) capital ilimitado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de suelos

Según los resultados de laboratorio ambos sitios presentan pH ácido % de materia orgánica entre 0.27 y 0.54 para el sitio de San Agustín Tlaxco, y de 0.40 a 0.74 para

el de San Sebastián Tepatlaxco; respecto al fósforo aprovechable, se tiene que fluctúa entre 4.2 y 10.0 ppm para el sitio de Tlaxco (clasificado como extremadamente bajo a muy bajo); el sitio de Tepatlaxco presenta cantidades que fluctúan entre 21.0 y 28.35 ppm de fósforo aprovechable (bajo).

Análisis de varianza del rendimiento de grano

Sitio de San Agustín Tlaxco.

En el cuadro 1 se observa que no hay diferencia entre tratamientos de parcela grande.

En cuanto al tratamiento de parcelas chicas, se puede ver que es altamente significativo a ambos niveles de significancia 1 y 5%.

Por lo que se refiere a la interacción de parcelas grandes por parcelas chicas, no hay significancia a ambos niveles, esto significa que las diferentes parcelas grandes en estudio, se comportan de la misma manera con los diferentes tratamientos de parcela chica.

Por último, ninguno de los 3 componentes ortogonales de la interacción parcela grande por parcela chica resultaron significativos a ningún nivel, indicándonos que ninguno de los 3 componentes ortogonales causan independientemente la interacción.

Sitio de San Sebastián Tepatlaxco

Respecto al análisis de varianza del experimento de San Sebastián Tepatlaxco, se encontró que sólo hay significancia al tratamiento de parcela chica a ambos niveles de significancia, por lo tanto se concluye que es exactamente igual al sitio de San Agustín Tlaxco (Cuadro 2).

Análisis de varianza del rendimiento de rastrojo.

Se hizo el análisis de varianza para rendimiento de rastrojo (materia seca) sumándose lo de la punta al del resto de la planta, no obteniendo respuesta significativa a ninguno de los factores.

Lo que se puede observar es una tendencia a incrementarse el rendimiento de rastrojo con la alta fertilización y densidad de población.

A continuación se presentan los rendimientos de rastrojo de cuatro tratamientos de los dos experimentos.

N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	DP miles pl/ha	Rend. rastrojo
130	60	50	8,222 ton/ha
160	40	50	6,396 ton/ha
70	20	40	5,928 ton/ha
100	00	40	5,465 ton/ha

Análisis económico

Sitio de San Agustín Tlaxco.

De acuerdo al análisis de varianza, en el cual no se encontró significancia al tratamiento de parcelas grandes, ni a la interacción tratamiento de parcelas grandes por tratamiento de parcelas chicas, las 8 parcelas grandes funcionaron como 8 repeticiones del tratamiento de parcelas chicas; esto se hace porque la ausencia de una interacción entre los dos grupos de tratamiento significa que hay paralelismo entre las funciones de respuesta a ambos grupos de factores y se aprovecha esto, para lograr una mayor precisión en la estimación de ambas funciones.

Cuadro 1. Análisis de varianza del rendimiento de grano de maíz, del sitio experimental de San Agustín Tlaxco

FACTO R	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F T a b l a s	
					5%	1%
Tratamiento parcelas grandes TPG	3	16.504213	5.5014043	1.0850513	9.28	29.46
Repeticiones	1	17.250463	17.250463	3'4023381	10.13	34.12
Error a.	3	15.210537	5.070179			
Tratamiento parcelas chicas TPCH	15	46.447	3.0964667	4.9529536**	1.83	2.36
Interacción (TPG X TPCH)	45	28.264637	0.628103	1.0046822	1.57	1.90
Interacción (OP. X TPCH)	15	8.8436438	0.5895763	0.9430568	1.83	2.36
Interacción (Desp. X TPCH)	15	4.723125	0.314875	0.5036583	1.83	2.36
Interacción (OP. Desp. X TPCH)	15	14.697868	0.9798579	1.5673318	1.83	2.36
Error b.	60	37.51055	0.6251758			

C.V. = 15%

** Altamente significativo.

Los cuatro tratamientos involucrados dentro de las parcelas grandes son:

- Oportunidad de fertilización S sin despunte.
- Oportunidad de fertilización S con despunte.
- Oportunidad de fertilización S₁ sin despunte.
- Oportunidad de fertilización S₁ con despunte.

En cuanto a los rendimientos de grano, no se encontraron diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos; sin embargo, se encontraron algunas diferencias de otro tipo tales como: En las parcelas que se despuntaron se secó más rápido el grano, en relación con las que no se despuntaron.

Este secado más rápido implica poder cosechar más temprano y evitar posibles daños por heladas tempranas; además las parcelas que no se despuntaron sufrieron daño por acame, debido a los vientos presentados en el mes de octubre.

En cuanto a la oportunidad de aplicación se aprecian más ventajas al aplicarse el fertilizante en la siembra y 2a labor.

Por lo que respecta a los primeros tratamientos correspondientes al factorial 2³, analizaremos sus efectos factoriales a nivel de media que se encuentra en la columna 11 del cuadro 3.

El valor de 5.266 ton/ha representa la media de los rendimientos mencionados; el valor +0.592 ton/ha es el efecto principal de la densidad de población que fue significativa en promedio el rendimiento aumentó en esta cantidad al pasar 40,000 a 50,000 pl/ha.

El valor de +0.306 ton/ha indica el cambio promedio en el rendimiento al pasar de 20 a 40 kg de P/ha; el valor de -0.216 ton/ha es la magnitud de la interacción (PD), lo cual significa que la interacción es negativa; y así

sucesivamente con el resto de factores se aprecia en esta columna 11 del Cuadro 3, que únicamente la densidad de población presenta un efecto factorial significativo al 10%.

El efecto principal de fósforo, +0.306 ton/ha, se acerca al valor del efecto mínimo significativo por lo que se compara con sus niveles bajo y alto fuera del cubo, pero la comparación se hace con la diferencia mínima significativa correspondiente. Lo anterior se observa en el mismo Cuadro 3 al comparar la media de los tratamientos 1, 3, 5, 7, (4.97 ton/ha), por lo tanto el efecto (fósforo) es significativo en el rendimiento.

En cuanto al nitrógeno, no se observó significancia ni dentro ni fuera del cubo, por lo tanto, el mejor tratamiento fue el de menor dosis probada.

En base a las comparaciones hechas, dentro y fuera del cubo de la Matriz Plan Puebla 1, en las cuales se encontró que sólo son significativos el fósforo y la densidad de población, no así el nitrógeno y para mejorar la precisión de los factores significativos se promediara sobre este factor (N), esto en la columna 14 del Cuadro 3.

Por lo que respecta a los tratamientos 15 y 16, los cuales están generados a partir de la Matriz Baconiana, se observa lo siguiente: El tratamiento 15 contiene los mismos niveles que el tratamiento 8, solo que en el primero el arreglo topológico es de 2 plantas/mata y en el segundo es de 3 plantas/mata, por lo tanto al comparar ambos tratamientos no es significativa en relación a la DMS.

El efecto de la fuente de fertilización, se conoce al comparar los tratamientos 8 y 16. La media del tratamiento 8 es de 5.60 ton/ha, mientras que la media del tratamiento 16 es de 4.44 ton/ha; la diferencia entre ambos tratamientos supera ampliamente el valor de la diferencia mínima significativa, lo cual indica que el efecto

Cuadro 2. Análisis de varianza del rendimiento de grano de maíz, del sitio experimental de San Sebastián Tepatlaxco.

FACTOR	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	F Tablas	
					5%	1%
Tratamientos parcelas grandes TPG	3	5.14725	1.7155	0.1885492	9.28	29.46
Repeticiones	1	32.210313	32.210313	3.5396938	10.13	34.12
Error a.	3	27.299237	9.0997457			
Tratamiento parcelas chicas TPCH	15	37.03975	2.4693167	2.5040903**	1.83	2.36
Interacción (TPG X TPCH)	45	29.34605	0.6521344	0.6613179	1.57	1.90
Interacción (OP X TPCH)	15	6.0679938	0.404445329	0.4102296	1.83	2.36
Interacción (Desp X TPCH)	15	12.955081	0.8636721	0.8758346		
Error b.	60	59.1668	0.98661133			

CV. = 25%

** Altamente significativo.

to de las fuentes es significativa en el rendimiento. Después de lo anterior pasaremos ahora al análisis económico. En la columna 15 se presentan los costos variables de cada tratamiento, (ver Cuadro 3).

El ingreso neto más costos fijos de cada tratamiento aparece en la columna 16, el mayor valor corresponde al tratamiento 4 con 100-40-50,000 (kg de N/ha kg de P₂O₅ / ha

respectivamente) por lo tanto es el más cercano al tratamiento óptimo económico para capital ilimitado.

Al restar los rendimientos medios del tratamiento testigo a cada uno de los rendimientos de la columna 14, obtendremos la columna 17. La columna 18 se obtiene al restar el ingreso neto más costos fijos del tratamiento

Cuadro 3. Análisis económico por el método gráfico estadístico del sitio experimental de San Agustín Tlaxco

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
N	P ₂ O ₅	DP	Arreglo	Fuente	Rend-	COLUMNAS DE YATES			Divi-	EFFECTOS FACTORIA	Nivel de Media	Rend. \bar{X}	Rend. \bar{X}	Costos	Ingreso	Incremento	Incremento	TRCV	
kg/ha	kg/ha	pl/ha	gico	tiliza	total	1	2	3	sor	LES A	ton/ha	ton/ha	ton/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	IN/ha	
				ción	ción					Identifi	ca	(1)	(2)	Variables	Neto	Ren-	Ingre-	IN/ha	
										cación				más cos	tos	dimiento	so	CV	
														tos	IN+CF	IN	Neto		
														\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha		
1	100	20	40	3	1	38.96	+85.18	+171.24	+337.02	64	5.266	M	4.97	4.71	1.531.3	16.659	2.26	7.692	5.02
2	100	20	50	3	1	36.22	+96.06	+165.78	+18.62	32	+0.582	D	5.57	5.51	1.677.7	18.489	3.06	9.522	5.67
3	100	40	40	3	1	42.02	+78.43	+9.28	+9.80	32	+0.306	P		5.24	1.755.3	17.423	2.79	8.456	4.82
4	100	40	50	3	1	44.04	+87.35	+9.34	-6.92	32	-0.216	PD		5.68	1.901.7	20.496	3.15	11.529	6.06
5	130	20	40	3	1	36.46	+7.26	+0.88	-5.46	32	-0.170	N							
6	130	20	50	3	1	41.97	+2.02	+8.92	+0.06	32	+0.002	ND							
7	130	40	40	3	1	41.76	+5.51	-5.24	+8.04	32	+0.251	NP							
8	130	40	50	3	1	45.59	+3.83	-1.68	+3.56	32	+0.111	NPD							
9	70	20	40	3	1	36.92							4.61						
10	160	40	50	3	1	42.66							5.33						
11	100	0	40	3	1	34.55							4.32	4.32	1.307.3	14.504	1.87	5.537	4.23
12	130	60	50	3	1	48.38							6.05	6.05	2.125.7	20.017	3.60	11.050	5.20
13	100	20	30	3	1	32.45							4.06	4.06	1.384.9	13.475	1.61	4.508	3.23
14	130	40	60	3	1	47.00							5.87	5.87	2.048.1	19.436	3.42	10.469	5.11
15	130	40	50	2	1	46.81							5.85	5.85	1.901.7	19.509	3.40	10.542	5.54
16	130	40	50	3	2	35.51							4.44	4.44	2.067.6	14.183	1.99	5.216	2.52
17	0	0	30	3		19.60													
														2.45		8.967			

EMS 10% = 0.330 DMS (10%) = 0.522

Cuadro 4. Análisis económico por el método gráfico estadístico del sitio experimental San Sebastián Tepatlaxco

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
N	P ₂ O ₅	DP	Arreglo	Fuente	Rend.	COLUMNAS DE YATES			Divi-	EFFECTOS	FACTORIA-	Rend.	Rend.	Costos	Ingreso	Incremento	Incremento	TR CV	
kg/ha	kg/ha	pl/ha	topológico	de fertilización	m ² /ha	1	2	3	sor	Nivel de Media	LES A	X	X	Varia-	Neto más	to y ton/	Ingreso	IN/CV	
					total					ton/ha	Identifi-	ton/ha	ton/ha	bles	Costos	ha	LI		
											cación	(1)	(2)	C.V.	Fijos		\$/ha		
														\$/ha	IN+CF		\$/ha		
															\$/ha				
1	100	20	40	3	1	26.82	+55.25	+114.79	+247.65	64	3.870	M	3.59	3.63	1.617	11.669	2.34	6.948	4.30
2	100	20	50	3	1	28.43	+59.54	+132.86	+ 9.57	32	0.299	D		3.55	1.763	11.230	2.26	6.509	3.69
3	100	40	40	3	1	31.22	+65.27	- 1.29	+ 6.61	32	0.206	P							
4	100	40	50	3	1	28.32	+57.59	+ 10.86	- 5.39	32	0.168	PD							
5	130	30	40	3	1	29.70	+ 1.61	+ 4.29	+ 18.07	32	0.565	N	4.15	3.81	1.926	12.019	2.52	7.298	3.69
6	130	20	50	3	1	35.57	- 2.9	+ 2.32	+ 12.15	32	0.380	ND		4.49	2.072	14.361	3.20	9.640	4.65
7	130	40	40	3	1	31.30	+ 5.87	- 4.51	- 1.97	32	0.061	NP							
8	130	40	50	3	1	36.29	+ 4.99	- 0.88	+ 3.63	32	0.113	NPD							
9	70	20	40	3	1	28.45							3.56	3.56	1.300	11.722	2.27	7.001	5.35
10	160	40	50	3	1	36.15							4.52	4.52	2.382	14.161	3.23	9.440	3.96
11	100	00	40	3	1	25.93							3.24						
12	130	60	50	3	1	37.73							4.72						
13	100	20	30	3	1	22.88							2.86	2.86	1.470	8.988	1.57	4.267	2.90
14	130	40	60	3	1	37.48							4.68	4.68	2.218	14.911	3.39	10.190	4.59
15	130	40	50	2	1	31.39							3.92	3.92	2.072	12.275	2.63	7.554	3.64
16	130	40	50	3	2	29.47							3.68	3.68	2.276	11.193	2.39	6.472	2.84
17	0	0	30	3		10.32										1.29			

EMS 10% = 0.414 DMS (10% = 0.655

testigo a cada uno de los valores de la columna 16. La columna 19 se obtiene al dividir el incremento en el ingreso neto entre los costos variables de cada tratamiento.

Los valores obtenidos significan el retorno al capital por cada peso invertido. El mayor valor de dicha columna será el escogido como el tratamiento óptimo económico para capital limitado. El tratamiento que resulta es el No. 4 con 100-40-50,000 con una tasa de retorno al capital de 6.06.

Sitio de San Sebastián Tepatlaxco

Los resultados del análisis de varianza son similares a los de San Agustín Tlaxco, por lo tanto la interpretación sobre los tratamientos de parcela grande hecha a este sitio es válida para ambos. Al igual las observaciones sobre despunte y oportunidad de fertilización son válidas para ambos sitios.

Al observar los valores de la columna 11 del Cuadro 4 en la que se encuentran los efectos factoriales, sólo el efecto principal de nitrógeno (0.565 ton/ha), supera al EMS (0.414 ton/ha); sin embargo, se observa que los valores del efecto principal de densidad de población (0.299 ton/ha), y de la interacción ND (0.380 ton/ha), no distan mucho del valor del EMS (0.414 ton/ha) por lo tanto se procederá a observar el comportamiento del efecto de la densidad de población fuera del cubo de la Matriz Plan Puebla 1.

Se encontró que al comparar la media de los tratamientos 1, 2, 3, 4 (3.59 ton/ha) contra los tratamientos 13 (2.86 ton/ha) su diferencia (0.73 ton/ha) supera al valor de DMS (0.655 ton/ha) por lo tanto su efecto se considera significativo en el rendimiento. En cuanto al fósforo, no se encontró significancia, ni dentro ni fuera del cubo de la Matriz Plan Puebla 1, por lo tanto en su recomendación final no será incluido.

Después de haber analizado los primeros 14 tratamientos y encontrado solo significancia a los factores N y D, no así el fósforo, se promediarán los rendimientos sobre éste para aumentar la precisión con que se estiman las medias, esto lo encontramos en la columna 14 del Cuadro 4.

Pasaremos ahora a la discusión sobre los tratamientos 15 y 16, correspondientes a la Matriz Baconiana. Como se dijo anteriormente, el tratamiento 15 se refiere al arreglo topológico y el tratamiento 16 a la fuente de fertilización. La media del tratamiento 15 es de (3.92 ton/ha), y la media del tratamiento 8 es de (4.49 ton/ha), su diferencia (0.57 ton/ha) no supera la DMS (0.655 ton/ha), por lo tanto no se consideran diferencias significativas entre los 2 diferentes arreglos topológicos utilizados. Sin embargo parece ser más adoptable por los agricultores, el arreglo de 3 pl/mata ya que mediante éste, la siembra se realiza más rápido o bien hay un ahorro en la utilización de la mano de obra en la siembra.

Respecto a la fuente de fertilización observamos que la media del tratamiento 16 es de 3.68 ton/ha, y la media del tratamiento 8 es de 4.49 ton/ha, su diferencia es de 0.81 ton/ha, la cual es superior a la DMS (0.65 ton/ha). Esto implica que las fuentes de fertilización utilizadas en el estudio tienen diferente efecto en el rendimiento, por lo tanto la fuente de fertilización recomendada será la compuesta por urea y superfosfato triple para ambos sitios. El hecho de que en ambos sitios resultó mejor la urea, se debe posiblemente a que la acidez del suelo se incrementaba con la acidez del sulfato de amonio. Ahora se procederá a seleccionar los tratamientos óptimos económicos para capital ilimitado y limitado, mediante el análisis económico.

Los significados y formas de obtención de las columnas 15 y 19 ya fueron dadas anteriormente. Por esto sólo

procederemos a seleccionar el tratamiento más cercano al óptimo económico de capital ilimitado, el cual se encuentra en la columna 16 y debe ser el de mayor valor.

El mayor valor corresponde al tratamiento 14 con 130-40-60,000 (N-P₂O₅-DP) pero debido a que no encontró significancia al factor fósforo el tratamiento quedará como 130-00-60,000 (N-P₂O₅). El tratamiento óptimo económico para capital limitado se encuentra en la columna 19 en su mayor valor y es el tratamiento 9, con 70-00-40,000 (N-P₂O₅) con una tasa de retorno al capital variable de 5.35.

Se observa que los tratamientos seleccionados en ambos sitios son diferentes pero la diferencia es poca en nitrógeno y en densidad de población.

Como los dos sitios pertenecen al mismo agrosistema, se promediarán los niveles óptimos de cada uno de los factores que se optimizaron para ambos tipos de capital.

Optimización de los factores nitrógeno, fósforo y densidad de población.

Siguiendo el método gráfico estadístico se procedió a obtener los óptimos económicos mediante gráficas para cada uno de los sitios resultando para San Agustín Tlaxco el tratamiento de capital ilimitado fue el 118-60-60,000 (N-P₂O₅-DP) y para capital limitado el 100-40-50,000 (Figuras 1 y 2).

Para el experimento de San Sebastián Tepatlaxco al usar las gráficas resultó para capital ilimitado el tratamiento 130-00-60,000 (N-P₂O₅-DP) y para capital limitado el tratamiento 70-00-40,000 (Figura 3).

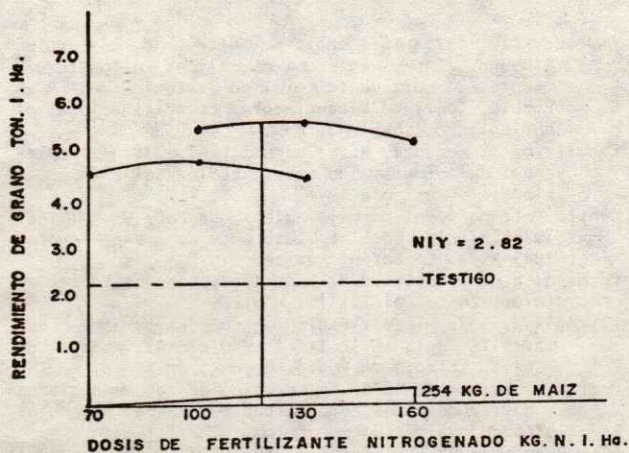


FIG. 1. RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO. SN. AGUSTIN TLAXCO.

Por lo tanto al promediar estos resultados obtenemos la recomendación final que es la siguiente;
Capital ilimitado = 125-30-60,000 (N-P₂O₅-DP)
Capital limitado = 85-20-45,000 (N-P₂O₅-DP)

CONCLUSIONES

Hay respuesta a la aplicación de nitrógeno en el rendimiento de grano y forraje (punta). Su nivel óptimo económico es de 125 kg/ha.

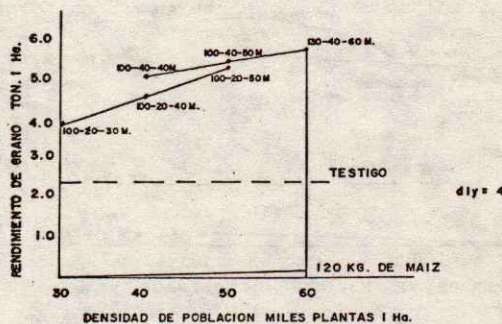
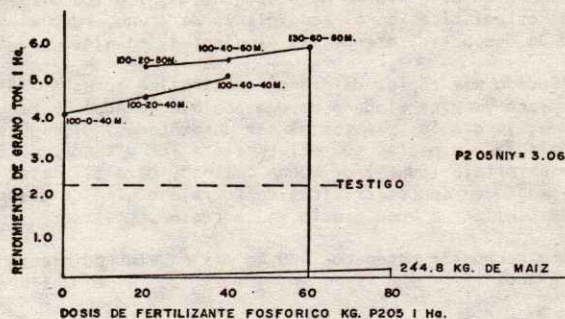


FIG. 2 RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE FOSFORICO Y DENSIDAD DE POBLACION. SAN. AGUSTIN TLAXCO.

Existe respuesta a la aplicación de fósforo, ya sea en la siembra o en la primera labor. Su nivel óptimo económico es de 30 kg/ha.

Existe una gran respuesta a la densidad de población y se recomienda aumentar sus niveles de estudio, con aumento también en los niveles de nitrógeno y fósforo. Su nivel óptimo económico es de 60,000 plantas/ha.

El arreglo topológico puede ser de 2 o 3 plantas/mata, ya que no encontraron diferencias entre ambos en el rendimiento; sin embargo, utilizando el arreglo de 3 plantas/mata, se sembraría más rápido una hectárea, y se utilizarían menos jornales.

Es mejor utilizar como fuentes de fertilización, la urea y el superfosfato triple, que el sulfato de amonio y el superfosfato simple. Esto en función de las diferencias significativas entre rendimientos, causadas por ambas fuentes.

Además, la urea y el superfosfato triple tienen menos problemas de manejo y transporte, almacenamiento, etc., esto por su mayor concentración.

Las diferentes oportunidades de fertilización utilizadas se comportan de la misma manera. Esto significa que no existen diferencias estadísticas en función de ambas oportunidades de fertilización; sin embargo, pensamos que la fertilización en la siembra y segunda labor, es mejor en cuanto a rendimiento que en primera y segunda labor.

El hecho de despuntar o no despuntar, no implica diferencias estadísticas en el rendimiento de grano, pero el hecho de despuntar, ofrece las siguientes ventajas:

a) Secado más rápido de grano, que implica cosechar más temprano y evita el daño de una posible helada. b) Menor acame, ya que las plantas al ser despuntadas, disminuyen su altura y aumentan su resistencia a los vientos. c) Se tiene forraje (punta) de buena calidad, para alimentar el ganado en épocas críticas de forraje o bien se puede comercializar a buen precio en la región.

Al no despuntar obtenemos 400 kg más en el rendimiento de grano.

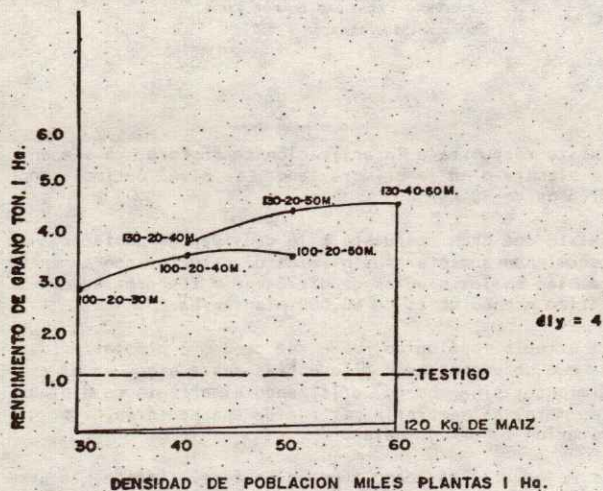
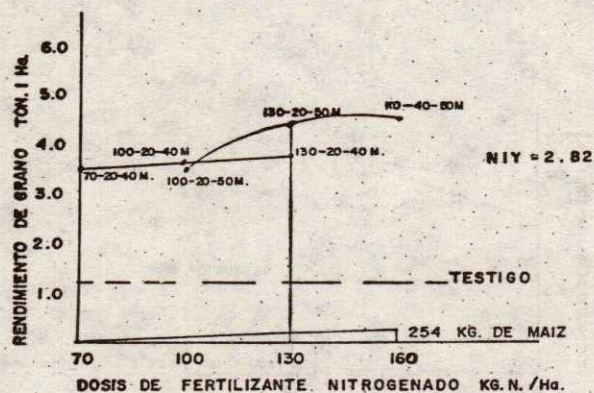


FIG. 3. RESPUESTA DE LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO Y DENSIDAD DE POBLACION. SN. SEBASTIAN TEPATLAXCO

RECOMENDACIONES

a) Tratamiento óptimo económico de capital ilimitado: 125-30-60M (N,P₂O₅, DP), con un rendimiento de 5.14 ton/ha utilizando como arreglo topológico 3 plantas/mata, urea y superfosfato triple como fuentes de fertilización

aplicando 1/3 del nitrógeno total más todo el fósforo en la siembra y los 2/3 del nitrógeno restante en la segunda labor. Despuntar cuando el grano se encuentre en estado de madurez masosa, de lo contrario si se despunta antes, se disminuye el rendimiento de grano.

b) El tratamiento óptimo económico de capital limitado es 85-20-45M (N,P₂O₅, DP), con un rendimiento de 4.58 ton/ha con los demás factores en igual forma que el tratamiento de capital ilimitado.

Finalmente se recomienda que en las próximas investigaciones se considere la reacción ácida de estos suelos, y se tomen las medidas pertinentes al respecto.

BIBLIOGRAFIA.

- Andrade, C.M. 1976. Influencia del nitrógeno, fósforo, molibdeno, zinc y estiércol de gallina en los rendimientos de maíz de temporal de la Zona V del Plan Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx.
- Caballero, R. Mendoza, R. y Turrent, F.A. 1978. Informe anual del programa de investigación del Plan Puebla ciclo agrícola 1976.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1974. El Plan Puebla: Siete años de experiencia: 1967-1973. El Batán, México.
- Cochran, W.G. y Gertrude M. Cox. 1980. Diseños Experimentales. Editorial Trillas, México.
- Laird, R.J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Perrin, R.K. et al. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica, CIMMYT.
- Plan Puebla. 1974. VII Informe anual 1973-1974 Plan Puebla. CEICADAR, Puebla, Pue.
- Reyes, C.P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Editorial Trillas, México.
- Ruiz, B.A. 1970. Avances y resultados de la investigación.
- Turrent, F.A. 1978. El método gráfico estadístico para la interpretación de experimentos conducidos con la Matriz Plan Puebla 1, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex.
- Turrent, F.A. 1979. Uso de una matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Winkelmann D. 1976. La adopción de la nueva tecnología de maíz en el Plan Puebla. México. CIMMYT.

MÉTODOS DE LABRANZA EN EL RENDIMIENTO DE SORGO EN NAYARIT ⁺

Trejo Sánchez, M. *

RESUMEN

Durante el año de 1982-83, en el ciclo agrícola de otoño invierno, se realizó en el Campo Agrícola Experimental "Santiago Ixcuintla", un trabajo de investigación con la finalidad de conocer si la producción del sorgo variaba al modificar el método de labranza. Se estudiaron 12 tratamientos con cuatro repeticiones en un diseño experimental en "bloques al azar" y con un arreglo en parcelas divididas. Los tratamientos incluyeron desde labranza cero hasta labranza convencional.

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico se registró que hay diferencia significativa al 1% para los métodos de labranza. Esto permite asentar que las labores de preparación del suelo y aporques, incrementan el rendimiento del sorgo en Nayarit, de acuerdo a los resultados del primer año de investigación de este factor en este cultivo; sin embargo, no se ha tomado en cuenta el riesgo económico de la inversión que afecta en forma directa al productor agrícola.

ABSTRACT

A study on tillage methods for sorghum was carried out on the research farm Santiago Ixcuintla, Nayarit in 1982-83. Twelve treatments, from zero to traditional tillage methods, were compared.

The statistical analysis showed a significant difference at 1% for tillage methods. The best method was the traditional tillage. This information has to be reanalyzed considering the financial risk of the additional investment.

INTRODUCCION

Labrar el suelo, es una práctica cuyo origen se pierde en la cultura. Sin embargo, es posible que el hombre haya observado que al remover el suelo para eliminar las malezas, las plantas se desarrollaban mejor, de ahí pudo concluir la necesidad de la labranza. Esta práctica al parecer fue desarrollada por los Egipcios y difundida por los Romanos, pero fue en Inglaterra durante el Siglo XVI, cuando se inició el estudio de este factor de la producción, que concluyó en el diseño de nuevas herramientas de labranza.

El tiempo que se requiere para preparar el suelo en forma convencional es más o menos de 25 días, cuando el agricultor posee maquinaria propia, y de no ser así el número de días se incrementa. Además con la disponibilidad de pesados arados, rastras y cultivadoras, la situación ha llegado a casos extremos donde se considera que la destrucción de la estructura del suelo, y la aceleración en la velocidad de descomposición de la materia orgánica, son tan buenas prácticas, que hasta se recomiendan en forma general desde el punto de vista agronómico. Sin embargo, esto no siempre se ha probado mediante la metodología científica.

Lo anterior se traduce en un verdadero abuso de la labranza, la cual tiene efectos biológicos y económicos, al elevar en gran medida los costos fijos de producción,

hasta niveles que hacen o tienden a hacer antieconómica la producción de algunos cultivos, entre los que se encuentran los considerados básicos para nuestro país.

De acuerdo a la problemática anterior, el objetivo del presente trabajo es, cuantificar el efecto de diferentes métodos de labranza en la producción de sorgo en Nayarit.

REVISIÓN DE LITERATURA

Pereira (en 1975) menciona que Virgilio al describir la tecnología de producción agrícola empleada, se refiere a arados burdos y rastras pesadas, seguidos por individuos rompiendo los terrones mediante mazos.

Jethro Tull (en 1731) fabricó la primera sembradora y cultivadora, y menciona la necesidad y la forma de controlar las malezas; también indicó que el acceso de los nutrimentos a la planta, era a través de las bocas lactantes de las raíces, lo que conducía a la necesidad de pulverizar el suelo. Esta idea fue posteriormente desechada; sin embargo, la práctica de pulverizar la tierra quedó fuertemente arraigada en la mentalidad del campesino.

Unger y McCalla (en 1981) definieron los sistemas de labranza de conservación, en los que el fundamento principal es el manejo de los residuos de la cosecha en la su-

+ Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S. Oaxaca, Oax. 1983

* Investigador del INIA.

perficie del suelo; todo esto con la finalidad de reducir la erosión, evaporación y gasto de agua principalmente.

días y registró diferencias significativas al cambiar el espesor de la cubierta de residuos.

Miller y Shrader (en 1976) asentaron que la práctica de la labranza del suelo tiene poco efecto cuando los regímenes de humedad a que se manejan los cultivos son óptimos. Sin embargo, cuando el manejo se mantiene en condiciones limitativas, la labranza de conservación aumenta considerablemente la producción de los cultivos.

Amemiya (en 1977) asentó que la producción de cosechas en labranza de conservación, en comparación con labranza convencional es muy pequeña o casi nula, cuando se presentan ciclos agrícolas con precipitaciones suficientes.

Keen y Russell (en 1937) asentaron que una reunión de la Royal Society of Agronomy fracasó al no encontrar justificación para las operaciones de labranza, debido a que los conceptos tradicionalmente aceptados no se mantienen, puesto que las semillas emergen en forma natural.

Phillips (en 1976) registró que la cantidad de agua perdida por la evaporación en un suelo cubierto y no removido, se reduce debido a que la capa de residuos disminuye la cantidad de radiación solar, por lo que el agua que se evapora es menor.

MATERIALES Y METODOS

1. Factores y niveles en estudio

De acuerdo a los factores que se incluyen en el presente tema, se consideró necesario estudiar lo siguiente:

Factores	Niveles
Subsoleo	Sin - Con
C.M y-Prep. del S.	1-2-3-4-5-6

En donde la aplicación del subsoleo fue de 60 cm de profundidad, asimismo, C.M. y Prep. del S. significa combate de malezas y preparación del suelo, utilizando seis niveles que se describen a continuación.

No. de nivel	C.M. Barbecho Rastra
1	M - 0 - 0
2	M - 0 - 1 G
3	M - 0 - 2 G
4	M - B - 2 C
5	R - B - 2 C
6	H - 0 - 0

En donde C.M. significa combate de malezas, M con machete, R con rastra y H con herbicida; B significa barbecho, G significa rastra grande y C rastra chica.

Se utilizaron dos tipos de simbología: 1) Asignado a

los niveles bajos de cada factor con las letras a y b, respectivamente, y con a2 y b2 a los niveles altos de cada factor respectivamente; 2) Asignándoles al subsoleo la abreviación SU y a labranza L.

2. Diseño de tratamientos

Se utilizó un arreglo de tratamientos en parcelas divididas, tomando como parcela grande al subsoleo y como parcela chica a los tratamientos de labranza

3. Relación de tratamientos.

En el Cuadro 1 se presenta la relación generada de tratamientos.

Cuadro 1. Relación de tratamientos en el experimento de labranza en sorgo, durante el ciclo 1982/1983.

No. de Trat.	Subsoleo	Labranza
1	0	1
2	0	2
3	0	3
4	0	4
5	0	5
6	0	6
7	S	1
8	S	2
9	S	3
10	S	4
11	S	5
12	S	6

4. Diseño experimental

Se consideró conveniente utilizar el diseño experimental "bloques al azar" con cuatro repeticiones; tomando como parcela experimental una extensión de 11 m de ancho por 24 m de largo, y considerando como parcela útil a cuatro surcos de seis metros de largo.

5. Variables cuantificadas

Se cuantificaron las siguientes variables:

a) de suelo:

- 1) Nitrógeno
- 2) Fósforo
- 3) Potasio
- 4) Densidad aparente
- 5) Arena (%)
- 6) Limo (%)
- 7) Arcilla (%)
- 8) Conductividad eléctrica
- 9) pH
- 10) Materia Orgánica.

Estas variables se cuantificaron por tratamiento de parcela chica al inicio y al final del ciclo agrícola.

b) de planta:

- 1) Días a floración
- 2) Días a estado lechoso
- 3) Días a madurez fisiológica

- 4) Número de hojas
- 5) Altura de planta
- 6) Longitud de la raíz
- 7) Profundidad de la raíz
- 8) Profundidad del mayor volumen de raíces
- 9) Rendimiento.

Estas variables fueron cuantificadas por tratamiento de parcela chica.

c) de clima:

- 1) Precipitación
- 2) Temperatura (mínima, media y máxima)
- 3) Humedad relativa
- 4) Evaporación.

Estas variables fueron cuantificadas diariamente durante todo el ciclo agrícola.

6. Manejo experimental

Antes de la siembra se aplicaron los tratamientos de subsoleo, combate de malezas y preparación del suelo. Después de la siembra, el control de malezas se efectuó con herbicida en los tratamientos 1, 6, 7 y 12 que son labranza mínima, y en el resto se dieron dos labores de cultivo.

7. Análisis estadístico

Se efectuaron dos tipos de análisis de varianza, uno al final de cada ciclo agrícola, para la variable rendimiento, y otro al final de los 5 años, tomando a años como fuente de variación en un análisis combinado. También se realizará un análisis de regresión al término de los 5 años con el resto de variables cuantificadas, en el que el rendimiento será la variable dependiente, y el resto las variables independientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Rendimientos obtenidos

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos y en las repeticiones. Observándose que los rendimientos presentan gran variación, la cual va de 1.6 ton/ha hasta 7.2 ton/ha, por lo que se puede afirmar que sí hubo efecto de los tratamientos en el cultivo de sorgo.

Cuadro 2. Relación de rendimientos obtenidos en el experimento de labranza en sorgo, durante el ciclo 1982-1983.

No. de Tratamientos	Rendimientos en ton/ha y por repetición				
	I	II	III	IV	media
1	1.9	1.8	3.1	2.3	2.3
2	3.4	3.4	3.5	3.3	3.4
3	4.0	4.0	3.3	3.1	3.6
4	3.1	3.7	2.9	4.1	2.5
5	3.5	4.4	3.7	4.6	4.1
6	2.3	3.1	3.0	2.8	2.8
7	2.7	4.4	3.0	3.4	3.4
8	3.2	3.5	4.5	5.6	4.2
9	3.9	4.0	4.0	7.2	4.8
10	2.6	5.0	6.0	4.1	4.4
11	3.9	5.0	2.8	7.1	4.7
12	1.6	1.6	4.0	2.4	2.4

2. Análisis de varianza

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de varianza, efectuado a los rendimientos obtenidos, observándose que los tratamientos de labranza son diferentes estadísticamente al 1%, pero la interacción subsoleo por labranza (SU x L) no es significativa ni al 5%.

Debido a lo anterior, se procedió a efectuar la prueba de Tukey para los tratamientos de labranza, la cual se observa en el Cuadro 4.

Observándose que los tratamientos 5, 3, 4 y 2 son estadísticamente iguales, pero el que tiene menos número de labores de preparación del suelo es el tratamiento dos; por lo tanto, este tratamiento es el recomendable.

3. Variables cuantificadas

Entre las variables cuantificadas tenemos a las de suelo. En el Cuadro 5 se presentan los valores obtenidos en cada una de estas variables. Observándose que todas las variables presentan variación, excepto conductividad eléctrica; asimismo, las variables que presentan menor variación son el pH y la materia orgánica. En función de esto se espera que al cuantificar en los próximos ciclos agrícolas las mismas variables, se permita apreciar los cambios en el perfil del suelo, de acuerdo a los métodos de labranza aplicados.

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza del experimento de labranza en sorgo, durante el ciclo 1982/1983.

F.V.	G L	Se	eM	Fe	5%	Fc	1%
Bloques	3	7.99	2.66	1.90	9.28		29.46
SU	1	6.11	6.11	4.36	10.13		34.12
Error (a)	3	4.20	1.40				
L	5	21.53	4.30	5.27**	2.53		3.70
SU x L	5	3.45	0.69	0.84	2.53		3.70
Error (b)	30	24.48	0.81				
Total	47	67.79					

En el Cuadro 6 se presentan los valores de las variables de planta cuantificadas. Observándose que todas las variables presentan variación, siendo ésta mayor en altura de planta y longitud de raíz, y menor en las variables, número de hojas y días a madurez fisiológica. De igual manera que en las variables de suelo, se espera que con los datos de los siguientes ciclos se aprecien los cambios de adaptabilidad del sorgo, en función de los métodos de labranza aplicados.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para los tratamientos de labranza del experimento de sorgo, durante el ciclo 1982/1983.

No. de Tratamiento	Rend. de \bar{x} ton/ha	No. de Trat.	Rend. \bar{x} ton/ha	Trat. Est iguales
1	2.8	5	4.4	a
2	3.8	3	4.2	a b
3	4.2	4	3.9	a b c
4	3.9	2	3.8	a b c
5	4.4	1	2.8	b c
6	2.6	6	2.6	c

CONCLUSIONES

1. No es necesario aplicar un subseleo en los terrenos de la costa de Nayarit, debido a que estadísticamente no hay diferencias significativas en la producción del sorgo.
2. Con fines exclusivos de producción máxima es conve-

niente utilizar una labranza reducida, que incluye la eliminación mecánica de malezas y la aplicación de un rastreo.

3. Las recomendaciones generadas en cualquier centro de investigación científica, deben considerar tres aspectos fundamentales, que son: a) diferencias estadísticas, b) diferencias económicas y c) diferencias biológicas.

Cuadro 5. Relación de valores obtenidos en cada una de las variables cuantificadas en el experimento de labranza en sorgo, durante el ciclo 1982/1983.

No. de Tratamiento	V a r i a b l e									
	M O	N - A P K kg/ha			CE 1:5	pH 1:2	AR	LI %	ARC	DA 2/cm.
1	0.4	17	86	600	0.1	7.0	30	47	22	1.38
2	0.4	19	163	324	0.1	7.0	29	44	26	1.56
3	0.5	23	142	204	0.1	7.2	22	54	26	1.36
4	0.4	609	86	426	0.1	7.1	26	52	22	1.38
5	0.3	532	94	264	0.1	7.2	28	50	22	1.56
6	0.3	417	120	180	0.1	7.1	32	46	22	1.36
7	0.5	725	134	228	0.1	7.3	36	44	20	1.48
8	0.3	514	79	120	0.1	7.2	30	48	22	1.47
9	0.3	483	67	516	0.1	7.3	28	50	22	1.38
10	0.3	490	94	56	0.1	7.2	34	44	22	1.40
11	0.5	799	168	144	0.1	7.2	28	46	26	1.63
12	0.5	710	146	180	0.1	7.1	22	52	26	1.45

Cuadro 6. Relación de valores obtenidos en cada una de las variables cuantificadas en el experimento de labranza en sorgo, durante el ciclo 1982/1983.

No. de Tratamiento	Número de días a				No. de Hojas	Altura Planta	Long. Raíz	Prof. Raíz	Prof. m.v.r.
	Flor ♂	Flor ♀	Estado Masoso	Mad. Fis.					
1	76	78	116	154	12	215	240	220	60
2	74	78	120	157	14	245	240	190	62
3	74	78	123	157	14	241	225	215	63
4	74	75	123	154	12	282	222	220	62
5	72	74	119	151	15	302	217	201	62
6	83	87	128	151	12	185	118	95	24
7	75	77	113	151	14	260	225	212	37
8	74	78	113	157	15	326	205	201	62
9	75	76	113	154	13	158	222	205	63
10	74	76	116	157	13	248	185	175	48
11	74	77	119	154	14	248	187	163	49
12	77	79	120	159	13	238	215	190	58

BIBLIOGRAFIA

1. Donald, C.E. 1982. Tillage for continuous corn- soybeans rotation transactions of the ASAE.906 912.
2. Kocher, F.A. et al 1982. Experiencias en labranza cero en el CIMMYT. Trabajo presentado en el Seminario sobre labranza mínima auspiciada por el IICA en Estanzuela, Colonia, Uruguay.
3. Moreno, R. O. H. 1983. Respuesta de la soya, el ajonjolí y el maíz a dos tratamientos de labranza (Convencional y Cero) bajo residuos de trigo. Informe de labores CIANO-INIA-SARH. No Publicado.
4. Muhtar, A.H. 1982. Economic impact of conservation tillage in Michigan. Summer meeting ASAE Univ. of Wisconsin, Madison.
5. Shenk, M. 1982. Modificaciones a un sistema tradicional de cero labranza para la producción de maíz en la zona Atlántica de Costa Rica. Presentada en XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para mejoramiento de cultivos alimenticios.
6. Unger, P.W. and Phillips, R.E. 1973. Soil water evaporation and storage prac. of SCSA on conservation tillage, Ankeny, Iowa.

TRIGO IMBRICADO EN MAIZ: UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCION EN LA AGRICULTURA DE SUBSISTENCIA DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA

Rodríguez Hernández, R.*

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el área de influencia del Plan Nochixtlán, Oax. y pretende dar respuesta a la búsqueda de nuevas alternativas incluyendo especies que son comunes en la región. Con esta idea, se pensó que un sistema de cultivo intensivo que involucrara al maíz y al trigo, sería una buena posibilidad. Bajo este marco, se determinaron los objetivos del presente trabajo, a saber: 1) determinar el efecto que tienen algunos factores de la producción sobre el cultivo único compuesto de maíz con imbricación de trigo en tiras alternadas y 2) comparar este sistema de cultivo intensivo con las mismas especies que lo integran sembradas como cultivo único simple maíz y trigo.

Todos los cálculos se hicieron en rendimientos por hectárea, manejándose los insumos al doble de lo recomendado por especie monocultivada; esto es, porque se estaba utilizando la mitad de la superficie por especie. En estos trabajos el maíz quedó surcado a 1.80 m sembrando posteriormente al trigo en las fajas intermedias.

Analizando los resultados se encontró lo siguiente:

- 1) Los rendimientos bajaron en ambas especies, sin embargo se incrementó la producción total de grano.
- 2) La densidad de población, el arreglo topológico, el nitrógeno, fósforo y el despunte al maíz afectan al sistema maíz-trigo.
- 3) El aumento de mano de obra del sistema imbricado no compete con el costo de oportunidad de la mano de obra familiar, porque dichos aumentos son pequeños.

ABSTRACT

An experiment was carried out in Nochixtlán, Oaxaca, to compare the monoculture systems of maize and wheat with stripes intercropping of maize and wheat.

The following results were obtained:

- 1) With intercropping the yields of individual crops were reduced. The total production of grain was increased
- 2) Planting density, topologic array, nitrogen and phosphorus fertilization and cropping the top of maize plants affect the productivity of the system.
- 3) The extra labor required for the intercropping is not a problem because it is not much and labor is available.

INTRODUCCION

Existe una gama de tecnologías de producción a lo largo y ancho del país, parece ser que los técnicos entienden la necesidad de generar tecnologías a nivel de micro-región.

Dada esta situación las nuevas alternativas de producción no deben variar mucho de las que ha estado manejando el agricultor y que le aseguren por lo menos el ingreso que ha estado obteniendo.

Una posible alternativa de aumentar los rendimientos deficitarios tanto de maíz como de trigo es sembrarlos en forma imbricada o intercalada de tal manera que se mantenga e inclusive se incremente la producción del maíz por hectárea y que de la misma hectárea se obtenga producción extra de otra especie.

Para evaluar el sistema de especies imbricadas y en monocultivo se probaron 8 factores de la producción para maíz, manteniendo el trigo constante. En el caso de trigo se probaron 6 factores dejando el maíz constante según la recomendación en monocultivo; los resultados de estos experimentos se interpretan por separado, pudiendo se obtener una fórmula óptima económica para capital limitado para los ocho y seis factores en maíz y trigo respectivamente, por el simple recurso de adición; en tanto que para capital limitado, sólo se puede optimizar para N, P₂O₅ y densidad ya que se utilizaron la matriz experimental "Plan Puebla I" y Baconiana.

REVISION BIBLIOGRAFICA

En la nomenclatura desarrollada por Turrent (1979), para la identificación de patrones de cultivo, la palabra "imbricación" indica cuando una especie o grupo de ellas se

* Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de la S.M.C.S.

* Investigador Adjunto, Plan Nochixtlán, Colegio de Postgraduados.

siembran en un terreno ocupado por otra especie y ésta se realiza cuando la segunda se encuentra en un estado avanzado de crecimiento.

La palabra cultivo es usada en referencia a cualquier número de especies creciendo juntos durante la mayor parte de un ciclo vegetativo. En caso de que la especie imbricada se siembre durante la madurez fisiológica de la primera especie se trata de cultivos en relevo.

Pillay y Mamet (1978), analizando experimentos en los cuales se intercaló maíz en caña de azúcar, encontraron que esta práctica no tiene efectos adversos en los rendimientos de caña y de azúcar.

Huxley y Maingu (1978), señalan que las ventajas relativas de los cultivos intercalados comparados con los cultivos únicos simples, deben ser hechos sobre un amplio rango de densidades de población.

El Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz, en 1974, desarrolló el concepto "Eficiencia relativa de la tierra" (ERT) el cual permite establecer comparaciones entre varios patrones de cultivo que involucran las mismas especies. Este parámetro se calcula en referencia al cultivo único simple de cada una de las especies involucradas.

$$ERT = \frac{\text{Rend. cultivo 1 asociado}}{\text{Rend. cultivo 1 solo}} + \frac{\text{Rend. cultivo 2 asociado}}{\text{Rend. cultivo 2 solo}}$$

Si ERT es mayor que 1 demuestra ventaja de los cultivos compuestos en cuanto a producto físico y/o ingreso.

En el año de 1974, en Puebla, al comparar los cultivos simples de maíz y de frijol con la asociación maíz-frijol, se obtuvo una ERT de 1.73 lo que demuestra las ventajas del cultivo asociado. En el mismo caso se calculó la eficiencia en base al ingreso (ERTI) y esta fue de 1.79 a 1.87 (según se distribuyan los costos) lo que indica que el ingreso neto que se logra de una hectárea de cultivo compuesto equivale a lo que se lograría en 1.79 a 1.87 hectáreas en ambos cultivos simples. Andrews, citado por Turrent (1979), obtuvo valores de ERTI de 2.0 en Nigeria.

Dalal (1977) comparó las siembras de maíz y soya como cultivos intercalados (a) sobre la misma hilera (b) en hileras alternas y (c) en pares de hileras. Los rendimientos de maíz fueron reducidos de forma significativa sólo en las siembras intercaladas sobre la misma hilera; en cambio, en soya los rendimientos también fueron reducidos en las siembras intercaladas en pares de hileras. Los bajos rendimientos de la soya al ser intercultivada se atribuye a un efecto de sombreo por parte de las plantas de maíz.

Hart (1975) señala que los rendimientos en ingresos económicos fueron menores en los monocultivos comparados con sistemas de policultivos y los resultados obtenidos mostraron, que el rendimiento de los cultivos múltiples fue inversamente relacionado al nivel de competencia interespecífica y a competencia dentro de ellos.

La aparente ventaja en rendimiento de los cultivos mixtos sobre cultivos únicos fue atribuida únicamente al aumento de presión de población y a una mejor distribución en el tiempo y espacio.

Wilson y Andemiron (1976), que estudiaron el cultivo de maíz y chícharo en relevo como (a) cultivos únicos y (b)

cultivos asociados con yuca. Los rendimientos por hectárea de maíz y chícharo fueron mayores cuando se sembraron en monocultivo comparándolos con las siembras en asociación, pero el rendimiento total (incluyendo yuca) fue de 28% más alto en los cultivos asociados.

Según Bazam y colaboradores (1975), los sistemas de cultivo múltiple fueron más eficientes que el monocultivo en reducir la biomasa total de malezas y en permitir una distribución más amplia y uniforme de la mano de obra a través del año.

MATERIALES Y METODOS

Se condujeron 4 experimentos de campo en un agrosistema que es representativo del área del "Plan Nochixtlán".

Se integraron 2 sistemas diferentes de 8 factores para el caso del maíz y seis factores para el trigo (Cuadros 1, 2, 3 y 4).

La matriz experimental o diseño de tratamientos fue la Plan Puebla 1, para tres factores utilizando en los experimentos 1 y 3 y la matriz Baconiana para los experimentos 2 y 4. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar.

La parcela experimental fue de 8 metros de largo por 3.60 m de ancho donde se colocaron 2 o más surcos de maíz y en medio y/o a los lados trigo al voleo y/o en surcos.

Los genotipos estudiados para el caso del trigo fueron las variedades Cleopatra, Pavón, Cajeme y Anáhuac. En el caso de maíz y frijol fueron semillas criollas locales.

El maíz se sembró el 4 de junio de 1980 haciendo el surcado a 1.80 metros.

En todos los casos se sembró a tapapié depositando una o más semillas de maíz por mata según el arreglo topológico de que se trataba; no hubo necesidad de resembrar, únicamente de aclareo.

En todos los casos, excepto en los tratamientos de oportunidad, se aplicó todo el fósforo y 1/3 del nitrógeno en la siembra, el resto del nitrógeno se distribuyó en la segunda labor, que fue también cuando se sembró el cultivo imbricado.

En cada unidad experimental se realizaron las labores culturales que normalmente practica el agricultor.

En la segunda fertilización y aporte al maíz se sembró el trigo probando dos métodos, al voleo y en surcos; se distribuyó la semilla y el fertilizante sobre las franjas de terreno, después se dio un paso de rastra tirado con yunta para tapar la semilla y el fertilizante (todo el fósforo y 1/3 del nitrógeno).

Al amacollo de trigo se aplicó el resto del fertilizante nitrogenado.

No se aplicó herbicida para controlar malezas en los tratamientos donde se planeó su uso, ya que hubo poca incidencia de los mismos.

Antes de cosechar los experimentos se cuantificaron matas, plantas y plantas estériles (caso maíz). En la cosecha se tomaron datos sobre mazorcas perdidas, daños por plagas y fallas en la polinización; se tomaron muestras para humedad en grano por parcela útil. No se estimó el rendimiento de rastrojo.

Cuadro 1. Lista completa de tratamientos y rendimientos de maíz en kg /ha, trigo kg /ha y rendimiento bruto en miles de pesos/ha.

EXP.	TRAT.	N	P	D	A	DM	D + S	A.F. DESP. SoB	M	Q	DIST	R	R	I. BRUTO
											ε	MAIZ	TRIGO	S/HA
1	1	60	20	40	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1768.4	622.8	13726
	2	60	20	50	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	2201.7	588.7	16148
	3	60	40	40	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1459.1	477.8	11143
	4	60	40	50	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1977.8	574.4	14738
	5	80	20	40	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1574.5	684.1	12867
	6	80	20	50	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1729.3	592.2	13337
	7	80	40	50	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1580.3	624.1	12602
	8	80	40	50	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	2136.5	640.3	16020
	9	40	20	40	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1315.5	649.5	11140
	10	100	40	50	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1443.2	708.0	12202
	11	60	0	40	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1164.1	595.5	9962
	12	80	60	50	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1641.6	633.2	13016
	13	60	20	30	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1305.4	808.1	11873
	14	80	40	60	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1230.3	888.9	11826
	15	80	40	40	2-3	S ¹	0 x 1.80	-----	60	60	80	1595.3	648.9	12816
	16	80	40	40	2-3	1a 2a	0 x 1.80	-----	60	60	80	1666.9	654.8	13274
	TEST	0	0	40	2-3	-	0 x 1.80	-----	0	0	0	758.4	158.2	5341

En el caso del trigo se segaron las espigas de parcela útil, se pesaron las muestras y se calculó humedad en grano por parcela.

Se hicieron pruebas de F a niveles de 0.05 y 0.01 para los cuatro experimentos incluyendo el total de tratamientos por especie y para rendimientos de ambas especies en miles de pesos por hectárea.

En los experimentos 2 y 4 donde se utilizó la matriz Baconiana, se calculó la DMS además de las pruebas de F.

Para el análisis económico se calculó el ingreso neto de los tratamientos que tuvieron efecto factorial en el factorial 2ⁿ y sus prolongaciones (experimentos 1 y 3). En los experimentos 2 y 4 se calculó ingreso bruto para todos los tratamientos y éste se manejó como una de las variables dependientes.

Se determinó dosis óptima económica para capital ilimitado y para capital limitado, (DOECI) y (DOECL) respectivamente, para los experimentos 1 y 3, al seleccionar el tratamiento que dio el mayor ingreso y calculando la DOECL al seleccionar el tratamiento que tuvo mayor tasa de retorno al capital.

Para los experimentos 2 y 4 se determinó la DOECI por medio de una DMS y fueron los tratamientos diferentes a 0 comparándolos con la media.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontró respuesta a la fertilización con nitrógeno, fósforo y densidad de población tanto en maíz como en trigo, aunque se notó que el efecto favorable a una especie (al aplicar el fertilizante y/o disminuir la densidad por especie) afectó inversamente a la otra especie.

El factor despunte al maíz tuvo efectos desfavorables al maíz y favorables al trigo.

Al haber una mejor distribución de plantas de maíz en superficies, los efectos fueron positivos al maíz en tanto que comparativamente los rendimientos de trigo disminuyeron.

En general, las variedades de trigo de porte alto fueron más rendidoras que las variedades de porte pequeño.

En los experimentos 1 y 3 se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos y diferencias significativas en los experimentos 2 y 4. Se encontró además diferencia altamente significativa en bloques para los experimentos 1, 2 y 3 (ver análisis de varianza, Cuadros 5, 6, 7 y 8).

En los Cuadros 1, 2, 3 y 4 se detallan los rendimientos por hectárea en pesos, considerando a \$ 6.00 el kg de maíz y \$ 5.00 el kg de trigo; no se hicieron análisis de varianza parcial dado que es diferente el precio medio rural de una especie a otra.

Cuadro 2. Lista de tratamientos y rendimientos de maíz en kg /ha y rendimiento bruto en miles de pesos/ha.

EXP.	TRAT.	N	P	D	A	DM	D + S	A.F. DESP. SoB	M	Q	DIST	R	R	I. BRUTO
											ε	MAIZ	TRIGO	S/HA
2	1	80	40	40	2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1917.3	715.1	15080
	2	80	40	40	2-3	S ²	0 x 1.40	-----	60	60	80	1326.1	844.9	12182
	3	80	40	40	2-3	S ²	0 x 1.60	-----	60	60	80	1445.8	870.2	13026
	4	80	40	40	2-3	S ²	60 x 1.80	-----	60	60	80	2237.5	614.7	16499
	5	80	40	40	2-3	S ²	80 x 1.60	-----	60	60	80	1863.8	618.3	14274
	6	80	40	40	2-2	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1614.3	908.3	14227
	7	80	40	40	3-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1458.4	861.6	13058
	8	80	40	40	1-2-3	S ²	0 x 1.80	-----	60	60	80	1787.4	810.6	14777
	9	80	40	40	2-3	S ²	0 x 1.80	1-1-----	60	60	80	1689.9	889.7	15364
	10	80	40	40	2-3	S ²	0 x 1.80	2-2-----	60	60	80	1418.9	819.7	13254
	11	80	40	40	2-3	S ²	60 x 1.80	--- con ---	60	60	80	1772.2	613.3	13710
	12	80	40	40	2-3	S ²	80 x 2.40	--- con ---	60	60	80	1909.6	388.3	13399
	TEST	0	0	40	2-3	-	0 x 1.80	-----	0	0	80	1080.6	308.8	8028

Los rendimientos en pesos por hectárea fueron de \$ 16,020.00 del tratamiento 8 contra \$ 5,341.00 del tratamiento testigo en el experimento 1; en el experimento 2 se encontró un rendimiento máximo de \$ 16,499.00 del tratamiento 4 contra \$ 8,028.00 del testigo; para el experimento 3 se encontró un rendimiento de \$16,030.00 del tratamiento 8 contra \$ 5,900.00 del testigo; finalmente en el experimento 4 el tratamiento de máxima producción fue el No. 8 con \$ 15,031.00 contra \$ 6,140.00 del testigo.

Para fines de comparación entre sistemas múltiples y monocultivos se tomaron los resultados experimentales de Esparza (1980) de un experimento de maíz en el cual encontró un rendimiento de 1,579 kg de maíz para el tratamiento (40-20-40 mil plantas).

Eficiencia relativa de la tierra en grano (ERT).

$$ERT = \frac{1,643}{1,579} + \frac{745}{2,056} = 1.40$$

Lo cual equivale a decir que se gana 40% más en rendimiento de grano cuando se siembran las dos especies juntas comparado con el rendimiento por especie en monocultivo, es decir que al sembrar las dos especies juntas en una hectárea equivale a sembrar cada especie en 7,000 m² cada una haciendo un total de 1.4 ha.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el sistema imbricado trigo en maíz hay incremento de rendimientos en ingreso y en biomasa; sin embargo deben seguirse estudiando los sistemas de cultivo múltiples, ya

Cuadro 3. Lista completa de tratamientos y rendimientos de maíz en kg/ha y rendimiento bruto en miles pesos/ha

EXP.	TRAT.	N	P	D	AF	DESP	SoB	M	Q	DIST	V	MS	HERB	OFT	R.	R.	I. BRUTO
															MAÍZ	TRIGO	\$/HA.
3	1	80	40	40	-----			60	20	80	Anáhuac	Voleo	-	SA	1802.3	743.3	14530
	2	80	40	40	-----			60	20	100	"	"	-	SA	1251.8	816.0	11590
	3	80	40	40	-----			60	40	80	"	"	-	SA	1431.0	849.0	12830
	4	80	40	40	-----			60	40	100	"	"	-	SA	1694.9	717.2	13760
	5	80	40	40	-----			80	20	80	"	"	-	SA	1340.0	917.6	12630
	6	80	40	40	-----			80	20	100	"	"	-	SA	1551.9	869.0	13660
	7	80	40	40	-----			80	40	80	"	"	-	SA	1790.8	811.9	14800
	8	80	40	40	-----			80	40	100	"	"	-	SA	1970.6	840.6	16030
	9	80	40	40	-----			40	20	80	"	"	-	SA	1569.0	689.9	12860
	10	80	40	40	-----			100	40	100	"	"	-	SA	1439.0	822.0	12750
	11	80	40	40	-----			60	0	80	"	"	-	SA	1550.3	668.6	12640
	12	80	40	40	-----			80	60	100	"	"	-	SA	1564.6	933.3	14050
	13	80	40	40	-----			60	20	60	"	"	-	SA	1654.8	735.9	13610
	14	80	40	40	-----			80	40	120	"	"	-	SA	1537.8	729.6	12870
	15	80	40	40	-----			60	60	80	"	"	-	SA	1507.9	841.9	13260
	16	80	40	40	-----			60	60	80	"	"	-	S ⁴ S ²	1579.4	732.6	13140
	TEST	0	0	40	-----			0	0	80	"	"	-	-	796.9	223.1	5900

De igual manera García (1981) encontró un rendimiento de 2,056 kg de trigo para el tratamiento (80-40-100 kg) que es el que tuvo mayor tasa de retorno al capital variable.

Si promediamos los rendimientos de maíz y trigo del tratamiento 9 (40-20-40 mil) del experimento 1 y el tratamiento 8 (80-40-100 kg) del experimento 3; comparados con los datos consignados por Esparza y García encontramos lo siguiente:

$$\text{Rend. promedio de maíz asociado} = \frac{1,315 + 1,970}{2} = 1,643$$

$$\text{Rend. promedio de trigo asociado} = \frac{649 + 840}{2} = 745$$

que el efecto favorable de los factores a una especie afecta desfavorablemente a la otra; se concluye además que los bajos rendimientos de la especie imbricada no incrementan significativamente el ingreso neto, pero se vio que pueden incrementarse los rendimientos de trigo cambiando el sistema de siembra de surcos al voleo.

La densidad de población al maíz, arreglo topológico, nitrógeno y fósforo tuvieron influencia positiva al maíz; el despunte fue negativo al mismo y tuvo influencia positiva al trigo.

En el caso del trigo no se encontró influencia positiva para los factores densidad y nitrógeno; en el caso del

Cuadro 4. Lista completa de tratamientos y rendimientos de maíz en kg/ha y rendimiento bruto en miles de \$/ha.

EXP.	TRAT.	N	P	D	M	Q	DST	V	MS	HERB	OFT	R	R	I. BRUTO
												MAÍZ	TRIGO	\$/HA
4	1	80	40	40	60	60	80	Anáhuac	Voleo	con	SA	1838.4	729.2	14676
	2	80	40	40	60	60	80	Anáhuac	3 surcos	con	SA	1687.5	565.9	12954
	3	80	40	40	60	60	80	Anáhuac	4 surcos	con	SA	1548.6	482.7	11705
	4	80	40	40	60	60	80	Anáhuac	5 surcos	con	SA	1471.7	964.5	13653
	5	80	40	40	60	60	80	Cleopat.	Voleo	con	SA	2165.3	367.5	14829
	6	80	40	40	60	60	80	Pavón	Voleo	con	SA	1834.1	616.0	14085
	7	80	40	40	60	60	80	Cajeme	Voleo	con	SA	1780.7	617.0	13769
	8	80	40	40	60	60	80	Anáhuac	Voleo	sin	SA	2106.0	479.0	15031
	TEST.	0	0	40	0	0	80	Anáhuac	Voleo	-	-	758.6	317.7	6140

Cuadro 5. Análisis de varianza de la lista completa de tratamientos para rendimientos en miles de pesos/ha de maíz y trigo, Experimento 1.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F 0.05	F 0.01
Tratamientos	16	385312	24.08	5.75	1.86	2.40
Bloques	3	118.795	39.60	9.45	2.80	4.22
Error	48	201.300	4.19			
Total	67	705.408				
C.V. = 16.41		EMS = 1.697	$\frac{4.19}{8} = 1.228$			

Cuadro 6. Análisis de varianza de la lista completa de tratamientos para rendimientos en miles de pesos/ha en Experimento 2.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F 0.05	F .01
Tratamientos	12	199	16.583	2.37	2.03	2.72
Bloques	3	99	33.000	4.71	2.86	4.38
Error	36	252	7.000			
Total	51	550				
C.V. = 19.44		DMS = 1.782	$\frac{2.5^2}{13} = 1.849$			

Cuadro 7. Análisis de varianza de la lista completa de tratamientos para rendimientos en miles de pesos del Experimento 3.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F .05	F .01
Tratamientos	16	281.00	17.56	3.40	1.86	2.40
Bloques	3	137.00	45.66			
Error	48	248.00	5.16			
Total	67	666.00				
C.V. = 22.4						

Cuadro 8. Análisis de varianza de la lista completa de tratamientos para rendimientos en miles de pesos del Experimento 4.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F .05	F .01
Tratamientos	8	159	19.87	2.68	2.36	3.36
Bloques	3	54	18.00	2.33	3.01	4.72
Error	24	185	7.71			
Total	35	398				
C.V. = 21.2						

factor fósforo aunque se aplicó al trigo tuvo influencia negativa en el maíz.

Los genotipos empleados no modificaron su comportamiento al sembrarlos juntos.

El aumento de mano de obra en este sistema no compitió con el costo de oportunidad de la mano de obra familiar, porque los aumentos fueron pequeños.

BIBLIOGRAFIA

- Bazam, R. et. al (1975). Studies of Agricultural Production System by the small farmers in the tropics.
- Dalal, R.C. (1977). Effect of intercropping of maize with soya bean on grain yield.
- Equipo Técnico Interdisciplinario (1980). Marco de referencia para el combate y prevención de la desertificación. Zona piloto Yanhuítlan, Oax. Distrito de Temporal II. Oaxaca. Diciembre 1980.
- Esparza, S. J.R. (1980). Determinación de dosis óptimas económicas de fertilización (nitrogenada y fosfórica) en maíz, trigo y frijol en el ex-distrito político de Nochixtlán, Oax. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Escuela de Agricultura.
- Fischer, N.M. (1977). Studies in mixed cropping. 1. seasonal differences in relative productivity of crop mixtures and pure stands in Kenya Highlands.
- García M. (1981). Determinación de dosis óptimas económicas en Nitrógeno, fósforo y densidad de siembra para el cultivo del trigo en la región de Santiago Tillo, Oax. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Hart, R.D. (1975). The design and evaluation of a bean, corn, and manioc polyculture cropping system for the humid tropics.
- Huxley, P.A. y Z. Maingu (1978). Use of systematic spacing design as an aid to the study of intercropping. Some general considerations.
- Macías Laylle, J.A. (1978). La siembra de trigo, triticale o frijol de mata, intercalados entre maíz sembrado a surcos anchos de 1.80 m. Una alternativa para los agricultores de áreas de temporal. Tesis de Maestría en Ciencias C.P. Chapingo, Méx.
- Moreno, P.T. (1963). La práctica del despunte y la producción de grano y forraje del maíz (*Zea mays L.*). Tesis Escuela de Agricultura y Ganadería ITESM.
- Palada, M.C. y Hardwood, R.R. (1977). Interplant relations and productivity in corn rice-cassava intercropping system.
- Pillay, A.R. y Mamet, J.R. (1978). Intercropping sugar cane with maize.
- Turrent, F.A. (1979). El sistema agrícola, un marco de referencia necesario para la planeación de la investigación agrícola en México C.P. Chapingo, Méx.
- Wilson, G.F., y Ademiron, M.O. (1976). Some observations on land productivity under maize and cowpea in pure stands and in mixed cropping with cassava.



Respuesta de la vid (*Vitis vinifera* L.) a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dos etapas de desarrollo.

C. GODOY A. 55

Evaluación de la aplicación de azufre durante la etapa de recuperación de suelos salino-sódicos del ex-lago de Texcoco.

A. BECERRA M., F. LLERENA V.
Y R. MARTINEZ E. 65

Uso de bancales como alternativa en suelos bajos mal drenados.

G. BASURTO O. 71

La validación de tecnología: concepto, objetivos y metodología.

S. J. MENDOZA M. 80

Estudio de un sistema de producción múltiple (frijol de guía en espalderas, frijol de mata y jitomate) en la región de los valles centrales de Oaxaca.

V. M. VARGAS S., E. CASTAÑEDA H.
Y A. CASTAÑEDA P. 84

Método de siembra, la densidad de siembra y la fertilización nitrofosfórica para el alpiste de temporal en la Mixteca Oaxaqueña.

C. ARREDONDO V., S. CAMPOS DE J.,
A. LUEVANOS A. Y J. L. JIMENEZ A. 93

Efecto de siete factores de la producción en el rendimiento de grano y forraje (punta) en el cultivo de maíz.

L. GARCIA G. Y A. CASTAÑEDA P. 103

Métodos de labranza en el rendimiento de sorgo en Nayarit.

M. TREJO S. 111

Trigo imbricado en maíz, una alternativa de producción en la agricultura de subsistencia en la Mixteca Alta Oaxaqueña.

R. RODRIGUEZ H. 116