

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**RESPUESTA DEL  
CULTIVO DE MAIZ  
A DIFERENTES  
PRACTICAS DE MANE  
JO EN ANDOSOL  
DEL NORTE DEL EDO.  
DE MORELOS**

**TESIS**

**que para optar  
por el titulo  
de biologo  
presenta:**

**J. Eduardo Celada T.  
México, D.F. 1983**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCION.....	3
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	6
1. Generalidades.....	6
2. Labranza convencional y no labranza en el cultivo del maíz.....	10
3. El suelo en relación a labores cul- turales.....	12
4. Erosión.....	16
5. Aporte de materia orgánica.....	18
6. Conservación de la humedad del suelo..	21
7. Herbicidas.....	23
8. Fertilización.....	25
9. Plagas y enfermedades.....	27
10. Conclusiones sobre la revisión biblio- gráfica.....	27
III. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	29
Situación geográfico-política.....	29
Geología.....	29
Clima.....	31
Suelo.....	33
IV. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.....	36
Características de la parcela y del lote experimental.....	36
Diseño experimental y tratamientos.....	39
Operaciones de campo.....	40
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	45
Número de mazorcas por planta.....	45
Peso seco de mazorca por planta.....	50
Peso seco de grano por planta.....	54
Peso seco de grano por mazorca.....	58
Rendimiento de grano en kg/ha.....	62
Análisis general sobre los factores prin- cipales que no alcanzaron nivel de significación estadística sobre las	

	Página
variables de estudio.....	69
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. LITERATURA CITADA.....	77

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Localización del área de estudio..	30
Figura 2	Variación mensual de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Cuernavaca, Mor....	32
Figura 3	Distribución de los tratamientos en el lote experimental.....	37
Figura 4	Características de la parcela experimental.....	38
Figura 5	Número de mazorcas por planta en los tratamientos estudiados.....	49
Figura 6	Peso seco promedio de mazorca por planta en los tratamientos estudiados.....	53
Figura 7	Peso seco de grano por planta en los tratamientos estudiados.....	57
Figura 8	Peso seco de grano por mazorca en los tratamientos estudiados.....	61
Figura 9	Rendimiento de grano en kg/ha en los tratamientos estudiados.....	68
Figura 10	Aspectos morfológicos del perfil del suelo donde se llevó a cabo el experimento.....	72
Figura 11	Aspecto general del lote experimental a la segunda semana de su establecimiento.....	72
Figura 12	Efecto de la retención del agua por las microcuencas después de una precipitación pluvial.....	73
Figura 13	Otro aspecto de las microcuencas en una etapa más avanzada del cultivo.....	73

Figura 14 Vista parcial del experimento, donde se observan diferencias en crecimiento en las parcelas que constituyeran los tratamientos; asi mismo, una de las calles principa les.....

INDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Resultados y análisis de varianza de la variable número de mazorcas por planta.....	48
Tabla 2	Resultados y análisis de varianza de la variable peso seco de mazorca por planta.....	52
Tabla 3	Resultados y análisis de varianza de la variable peso seco de grano por planta.....	56
Tabla 4	Resultados y análisis de varianza de la variable peso seco de grano por mazorca.....	60
Tabla 5	Resultados y análisis de varianza de la variable rendimiento de grano en kg/ha.....	67

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Reporte morfológico del perfil del suelo.....	35
Cuadro 2	Factores y niveles que se evaluaron en el experimento.....	37

## RESUMEN

Se realizó un experimento con maíz en condiciones de campo y de temporal en andosoles del norte del Estado de Morelos. Los objetivos fueron: evaluar diferentes prácticas de manejo como fueron, aporte de materia orgánica, cultivo en microcuencas, labranza, aplicación de fertilizantes, control de plagas, deshierbe con herbicidas, utilización de semilla híbrida y densidad de población alta tendientes a incrementar el rendimiento del cultivo de maíz, establecer las interacciones entre las mejores prácticas y comparar los rendimientos obtenidos con prácticas de labranza convencional y cero labranza.

Se utilizó un diseño factorial fraccionado de ocho factores a dos niveles, usándose un cuarto de réplica del factorial  $2^8$ . Este diseño permitió estimar con una repetición los ocho efectos principales, las 28 interacciones entre dos factores y el resto de interacciones como error estadístico. Las variables de estudio fueron: número de mazorcas por planta, peso seco de mazorca por planta, peso seco de grano por mazorca, peso seco de grano por planta y rendimiento de grano.

De los resultados obtenidos destacan las siguientes conclusiones: las prácticas culturales que dieron efec-



tos de alta significancia sobre las variables de estudio fueron: fertilizantes, herbicidas, semilla mejorada y la mayor densidad de plantas; de la interacción de dos factores que contempló el diseño experimental utilizado, dieron efecto altamente significativo fertilizante x semilla mejorada, fertilizante x herbicida y fertilizante x densidad de población alta; al comparar el rendimiento promedio en grano de maíz de los tratamientos con prácticas culturales equivalentes a labranza convencional con aquel de los tratamientos con cero labranza, se encontró que éste incrementó dicho rendimiento en un 28%.

## I. INTRODUCCION

El maíz es una especie que se cultiva en la mayor parte del mundo. La riqueza en carbohidratos en el grano es fuente de energía que no solamente está destinado para el humano, sino también, en algunos países para la alimentación del ganado. Su gran capacidad de aclimatación, relacionada a su variabilidad genética, le ha permitido desarrollarse desde el nivel del mar hasta altitudes cercanas a los 3,000 m; asimismo también latitudinalmente se le ubica principalmente en la zona intertropical, pero se le cultiva ampliamente más allá de los trópicos.

En nuestro país, el cultivo del maíz reviste una importancia trascendental tanto por la importancia alimenticia ya citada, como por la trascendencia histórica y cultural que para nuestro pueblo tiene. En la actualidad, aunque es una especie no suficientemente redituable, sigue siendo cultivada principalmente en las zonas agrícolas de temporal y dentro de éstas en aquellas de subsistencia.

Mucho se ha investigado en relación a este cultivo, es la razón por la cual existen híbridos para prácticamente

todas las zonas agrícolas importantes del territorio nacional. Aunada a la investigación genética también se ha avanzado en estudios sobre fertilización en las diferentes regiones agrícolas, densidades de población, combate de plagas, enfermedades y "malas" hierbas, épocas de siembra, labores culturales y otros.

Por otra parte, la cero labranza es una práctica o técnica cultural tendiente a reducir las labores del campo con el apoyo de ciertos insumos. Es precisamente en el cultivo del maíz donde la cero labranza ha recibido más impulso.

Con base en lo anterior, nació la inquietud por probar otro tipo de prácticas culturales relacionadas con la cero labranza que permitieran evaluar la posibilidad de incrementar los rendimientos de maíz en condiciones de temporal y con el menor gasto de insumos.

Como prácticas culturales tendientes a incrementar el rendimiento máximo de maíz se escogieron precisamente por esta razón los siguientes factores: la semilla, la materia orgánica, los fertilizantes, la densidad de población, la labranza, el control de plagas, el empleo de herbicidas y, por último, se escogieron las microcuencas, esto último por desarrollarse el experimento en condiciones de temporal. Cada factor se utilizó a dos niveles. Para ello se eligió una zo

na de "buen temporal" cercana a núcleos de población, con suelos de poca fertilidad y donde tradicionalmente se siembra maíz, para lo cual se establecieron los siguientes

#### OBJETIVOS

- Evaluar diferentes prácticas de manejo tendientes a incrementar el rendimiento del cultivo del maíz.
- Establecer las interacciones resultantes entre las mejores prácticas, y
- Comparar los rendimientos obtenidos con prácticas de labranza convencional y cero labranza.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1. GENERALIDADES

En esta revisión bibliográfica se han considerado los trabajos relacionados con los principales elementos involucrados en la técnica cero labranza, labranza convencional y otras formas de labranza en el cultivo del maíz

La labranza, en términos generales, es la preparación del suelo para la siembra, y el proceso de mantenerlo suelto y libre de malezas durante el crecimiento del cultivo (Wilkinson, 1977). Por otra parte, según Schopflocher (1963), la labranza es una operación tendiente a preparar la tierra, mejorando sus condiciones físicas para recibir los cultivos y puede dividirse en labores superficiales y profundas, según las capas que se afectan; en labores ordinarias y especiales; de otoño y de primavera, etc. Como se ve es muy amplia la forma en que se puede dividir el concepto de labranza y así tenemos que a la labranza también se le divide en dos grandes grupos: labranza primaria y labranza secundaria. En la labranza primaria interviene equipo agrícola que penetra el suelo a profundidad disgregándolo adecuada-

mente para formar una cama de siembra. En la agricultura co  
mercial tenemos que entre los equipos para la labranza prima  
ria existen varios tipos de arados de vertedera, arados de  
discos, subsoladoras y cultivadores rotativos. En la labranza  
secundaria el equipo que interviene están presentes las  
rastras, rodillos, cultivadores, desmalezadores y equipos es  
peciales de labranza superficial para conservación de hume-  
dad y destrucción de malezas (Wilkinson, 1977). En la agri-  
cultura de subsistencia, entendiéndose por subsistencia aque-  
lla practicada por agricultores con extensiones pequeñas que  
aprovechan en forma muy limitada las tecnologías modernas de  
producción; que consumen la mayor parte de su producción en  
su granja y que reciben ingresos agrícolas muy reducidos, se  
llevan a cabo la labranza primaria y la secundaria pero sin  
los implementos antes señalados, más bien, está fundada en  
la utilización de implementos de tracción animal y manuales  
(Laird, 1977).

Ultimamente han surgido nuevas técnicas de labranza  
o labranzas propiamente dichas que tienden a una reducción,  
o eliminación de la labranza tradicional, es decir, aquella  
que emplea implementos mecánicos de alta tecnología. Estas  
nuevas técnicas o labranzas se conocen como labranza mínima  
y cero labranza.

La labranza mínima es aquella que requiere el menor número posible de manipulaciones del suelo para que la preparación del lecho de siembra, la germinación, el desarrollo y la producción de un cultivo determinado sean satisfactorios (Free, cit. en Bonciarelli, 1979).

La cero labranza es la técnica que consiste en sembrar directamente sobre el suelo que no recibe ninguna labor; para luchar, en su caso, contra la vegetación preexistente, se hace un tratamiento con herbicidas de acción total y que no tengan efectos residuales (Bonciarelli, 1979).

De acuerdo a Triplett y Van Doren (1977), las prácticas o técnicas culturales "pulverizado-sembrado-recolección" actualmente se conoce por los nombres de "no-labranza", "labranza cero", "sembrado en césped" y "sembrado en surco". Se podría resumir la no labranza del maíz como la aplicación de herbicidas, el abonado, la siembra a través de restos vegetales en la parte superficial del suelo en surco y finalmente la recolección o cosecha.

Uno de los primeros pasos para modificar los métodos de labranza convencionales fue el del "arado-sembrado" ideado hace unos 30 años por Ray L. Cook, que consistía en arar todo el campo pero las remociones posteriores se limitaban a los surcos sembrados que reducían la erosión y el escurri-

miento, esta práctica cultural se adaptó muy bien en el cultivo del maíz. Posteriormente, Edward H. Faulker fue el primero en diseñar una práctica cultural que prescindía del arado, el suelo se trabajaba con discos que no profundizaban tanto como la reja del arado, ni removían demasiado la tierra, su técnica involucraba también dejar cierta cantidad de residuo del cultivo anterior en el suelo para reducir la erosión, esta técnica también empleaba estiércol como recubrimiento al sembrar o inmediatamente después del mismo. (Triplett y Van Doren, 1977).

La cero-labranza, ha llegado a ser una práctica cultural que ha revolucionado en gran medida la agricultura moderna. Además del maíz, se utiliza en muchos otros cultivos a escala comercial. Su investigación data de unos 25 años y su aplicación a nivel comercial empezó hace unos 10 años (Phillips, 1974). La cero-labranza se usó primero con éxito en la renovación de empastadas con el objeto de reducir la erosión del suelo (Baeumer and Bakermans, 1973). La utilización eficiente de esta práctica en el cultivo del maíz presenta numerosas e importantes ventajas: se reduce considerablemente el costo de producción y el tiempo de ejecución de las labores del cultivo; permite efectuar la siembra más oportunamente debido a menores limitaciones en relación a factores climáticos; facilita la siembra de varios cultivos



al año en aquellos lugares en que las condiciones climáticas lo permiten; la erosión del suelo se reduce a niveles mínimos y se disminuyen notablemente las pérdidas de humedad por evaporación del suelo. Además, los rendimientos del cultivo pueden llegar a ser iguales y aún superiores a los obtenidos mediante la labranza tradicional de preparación del suelo como ha sido reportado por muchos autores (Phillips y Young, 1973). La práctica de cero-labranza ha sido aceptada rápidamente por los agricultores de Estados Unidos y Europa (Baeumer y Bakermans, 1973).

## 2. LABRANZA CONVENCIONAL Y NO LABRANZA EN EL CULTIVO DEL MAIZ

El maíz es el cultivo en surco o hilera más ampliamente explotado sin labranza. Otros cultivos que se han atendido satisfactoriamente con esta práctica son: soya, algodón, cacahuate, trigo, tabaco, sorgo, plantas forrajeras y algunas hortalizas (Triplett y Van Doren, 1977).

Los resultados de una gran cantidad de ensayos experimentales han demostrado que los rendimientos del cultivo del maíz con la práctica de cero labranza son generalmente iguales o superiores que con la preparación tradicional del suelo (Soza et al. 1978).

Moschler et al. (1972), reportaron un rendimiento promedio de 20.5% superior con cero labranza que con labranza tradicional en ensayos sucesivos en diez años en el estado de Virginia, EUA. Los resultados de otros ensayos efectuados por estos mismos autores en Carolina del Sur, EUA, muestran también rendimientos superiores para la práctica de cero labranza del orden del 25.4%.

Shear y Moschler (1969), reportan resultados de seis años también en el estado de Virginia, EUA, donde obtuvieron en el lapso de 1962-1967, un incremento promedio de 16.6% a favor de cero labranza; los rendimientos promedios fueron de 5,616 kg/ha para la labranza convencional y 6,342 kg/ha para la cero labranza.

Van Der Marsch (1978), estudió el efecto de la labranza y no labranza en la producción de maíz en Apodaca, N. L., entre sus conclusiones señala que se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas en los rendimientos, siendo para la labranza de 1,748 kg/ha y para la no labranza de 1,815 kg/ha.

Con base en Soza et al. (1978), el programa de adiestramiento en maíz de CYMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) ha efectuado 20 ensayos en campos de agricultores para comparar diversas prácticas de preparación

de suelos, en el área de Poza Rica, Veracruz (zona tropical de México). Estos ensayos forman parte del proceso de entrenamiento en investigación en producción dirigido a capacitar a técnicos provenientes de varios países del mundo. Los resultados obtenidos muestran, en forma consistente, que los rendimientos son iguales o superiores con cero labranza que con preparación tradicional.

### 3. EL SUELO EN RELACION A LABORES CULTURALES

En cuanto a suelos, la agricultura sin labranza, en aquellos suelos de primera a tercera clase agrícola, elimina la erosión del suelo por aire y agua. La mezcla superficial de abono y tierra que se realiza en la labranza convencional para fertilizar el suelo y que en la cero labranza no se realiza se resuelve fácilmente, pues son aprovechados los tres principales fertilizantes que son nitrógeno, fósforo y potasio.

El nitrógeno, como es soluble en agua y por lo tanto móvil, se introduce en el suelo cuando llueve o se riega el campo. El fósforo y el potasio se desplazan con mayor lentitud, pero como el recubrimiento de la cosecha anterior que es una característica de la práctica sin labranza, mantiene al fósforo y al potasio cerca de la superficie del suelo y

así las raíces crecen en la zona donde se mantienen inmóviles a estos nutrimentos, junto al mantillo de la cosecha anterior. Otros dos beneficios de este mantillo residual es que conserva la humedad porque reduce la evaporación, incrementa la captura de agua de lluvia y mantiene la estructura útil del suelo.

En suelos bien drenados, la práctica sin labranza es la idónea siempre que la superficie del suelo esté cubierta en un mínimo de 60% por la materia residual de la cosecha anterior. Los campos cultivados sin labranza han superado la producción de los labrados convencionalmente en unos 1400 kg/ha y año donde el maíz se cultivó sin continuidad y en unos 550 kg/ha y año donde se sembró maíz en una práctica de rotación trianual. En suelos escasamente drenados la producción de maíz en cultivo continuo es unos 30% menor cuando prescinden de la labranza que cuando se ara el suelo. Estas diferencias tardan dos o tres años en manifestarse y no aparece cuando al maíz le sigue algún otro cultivo (Triplett y Van Doren, 1977).

Soza et al. (1978), afirman que el suelo es considerado como el medio más económico en la actualidad para el establecimiento y el desarrollo del cultivo. Las plantas encuentran en el suelo un medio adecuado de soporte para su crecimiento mediante la proliferación subterránea del siste-

ma radical. El suelo actúa como un gran almacén de nutrimentos y agua, los que pone a disposición de las plantas para su utilización de acuerdo a sus necesidades. Numerosos informes sobre investigación en preparación de suelo indican que no es necesario en la mayoría de los casos remover el suelo o dar vuelta a la llamada capa arable para que éste pueda cumplir con sus funciones normales en el desarrollo del cultivo. Por el contrario, se ha determinado generalmente como perjudicial el remover al suelo debido a que favorece la erosión, produce grandes pérdidas de humedad, destruye la estructura del suelo, disminuye la infiltración y ocasiona compactación perjudicial en las capas del suelo por los numerosos pasos de maquinaria pesada.

Los mismos autores consideran que las labores de preparación de suelos como también su concepto se ha modificado desde los inicios de la agricultura en el mundo. Inicialmente, los agricultores ejecutaban las labores en forma manual mediante implementos de madera, hueso o piedra, con los cuales abrían hoyos o surcos para depositar las semillas. Las malezas las arrancaban con las manos. La domesticación de animales de trabajo permitió el uso de implementos más eficientes en incorporar rastrojos y preparar el suelo como también el control de malezas durante el desarrollo del cultivo. En la Edad Media se pensaba que las plantas se nutrían de

las partículas finas del suelo, por lo tanto, mientras más fino se dividía o pulverizaba el suelo, mayor cantidad de partículas se absorbían por las raíces. En el siglo XIX los investigadores indicaron que las plantas dependían de numeros elementos químicos que contenía el suelo, la materia orgánica, el agua y el aire. Este concepto llevó a pensar que mientras más se araba el suelo, se aumentaba la oxidación de los elementos químicos y los hacía más solubles y más fácil de ser absorbidos por las raíces. Otros autores indicaron que las labores de preparación eran muy importantes para refinar el suelo con el objeto de favorecer la penetración de las raíces, aumentar la superficie de humedad, y controlar las malezas que compiten con el cultivo. Posteriormente, vino el extraordinario avance con el desarrollo del tractor y de gran cantidad de implementos que permiten, con rapidez sorprendente, arar, rastrear, subsolar, surcar e incluso pulverizar el suelo.

La mayoría de los textos tradicionales de agronomía señalan una serie de razones para efectuar las labores de preparación del suelo. Estas son: controlar las malezas, eliminar rastrojos o residuos de cultivos pasados, airear el suelo, preparar una buena cama de semilla, nivelar o emparejar el suelo, ayudar a controlar insectos, ayudar a controlar enfermedades, mejorar las condiciones físicas del suelo

o su estructura, proteger el suelo de la erosión, incorporar fertilizantes, exponer el suelo nuevo a la intemperización, romper las capas duras, mejorar la infiltración, favorecer la penetración de las raíces en las capas del suelo, impedir la evaporación del agua, etc. (Berlijn, 1982; Gondé, 1965; Langer, 1978; Foth, 1978; Wilkinson, 1977; Wilson, 1965; Pearson, 1976). A pesar de todas estas razones se ha demostrado que la práctica de siembra sin preparación de suelo ha logrado iguales o mejores rendimientos en maíz que con la práctica tradicional, además de otras ventajas adicionales.

#### 4. EROSION

Cuando se habla de erosión en suelos, deben de considerarse los dos principales agentes causantes de la misma, el viento y el agua.

La erosión eólica, causada por el viento, es más perjudicial cuando los suelos tienen texturas gruesas y medias. Moe (1972), considera que los suelos con una composición de más de 70% de arena son más susceptibles a la erosión eólica y al movimiento de partículas del suelo, mientras que los suelos con menores contenidos de arena y mayores contenidos de arcilla o materia orgánica son más estables.

Phillips y Young (1973), hacen notar que existen varios métodos para controlar este tipo de erosión, siendo uno de ellos la no-labranza. Debido a que esta práctica agrícola deja los residuos de la cosecha anterior en la superficie del suelo, reduce la velocidad del viento y previene el contacto de éste con el suelo, logrando disminuir la remoción de partículas del suelo al prepararlos. Además, previene la pérdida rápida de la humedad del suelo debido al secado por el aire.

La erosión hidráulica es la causada por la acción del agua. La lluvia es un agente fuertemente erosivo que actúa en el suelo en forma determinante, ya que la elevada energía cinética que poseen las gotas de lluvia al chocar contra el suelo produce la destrucción de los agregados a causa del salpicamiento, provocando la desintegración del suelo en sus partículas primarias. A esta fase del proceso se le ha llamado erosión por salpicamiento y se ha demostrado que además de constituir la fase inicial del proceso es la más importante (Smith y Wisshmeir, 1962).

Una segunda fase está dada por la fuerza que posee el flujo del agua. Este flujo es capaz de arrastrar partículas completas de suelo si su velocidad es muy elevada o de suspender partículas de diámetros pequeños y se pueden disolver algunos compuestos del suelo al ponerse en contacto con



ellos y transportarlos a otros lugares.

El grado de desarrollo de la erosión hidráulica ha servido para establecer categorías que nos permiten evaluar la gravedad de los efectos de ésta sobre el suelo; por lo cual, se le ha subdividido en erosión hidráulica laminar, en surcos y en cárcavas (Millar, Turk y Foth, 1972).

Woodruff (1972), señala que diversos estudios han mostrado que bajo la práctica de no labranza en pendientes hasta de 15%, la pérdida de suelo por erosión ha sido casi cero.

Bajo esta práctica cultural de no labranza, es posible abrir al cultivo grandes extensiones de tierra que antes no se podían o debían utilizar debido a su fuerte pendiente aumentando así su valor (Harold, 1972).

##### 5. APORTE DE MATERIA ORGANICA

Muchos investigadores y agricultores piensan que el mejor uso para los residuos de la cosecha anterior, como lo es el rastrojo, consiste en dejarlos en la superficie del suelo, en vez de incorporarlos.

Se ha descubierto que cantidades pequeñas de residuos de cereales incorporados al suelo, producen en ocasio-

nes efectos inhibidores afectando notablemente la germinación y crecimiento radical de los cultivos subsecuentes (Van Der Mersch, 1978).

Peters y Currey (1970), señalan que el tipo de residuo que se tenga sobre el terreno, difiere de varias maneras, de allí que también difieran en su manejo.

Phillips y Young (1973) describen que cuando se deja parado el tallo, sirve como protección en contra del aire, aunque cortando los tallos y distribuyéndolos uniformemente sobre el suelo, provoca una mayor protección en contra de la erosión hidráulica y de las gotas de lluvia. Se recomienda recortar los tallos entre 15 y 20 cm. Los tallos de maíz y sorgo se descomponen lentamente, de ahí que se pueda acumular demasiado rastrojo y se tenga que utilizar una chapoleadora o bien pasar una rastra para que vaya cortando los tallos en pedazos pequeños y así poder ayudar a acelerar la descomposición. Se debe dejar rastrojo por lo menos a 5 cm de altura. Esta práctica sanitaria ayuda a reducir las oportunidades para invernar de ciertos insectos como el barrenador del maíz.

El tallo de la soya se descompone más rápido que el del maíz y sorgo, pero la soya deja el suelo más suelto que el del maíz. Proporciona el mismo tipo de control para la

erosión como los tallos del maíz sin ser cortados. La absorción de agua es excelente bajo una cobertura de residuos de soya.

Los niveles productivos de diferentes suelos están indicados en gran parte por el porcentaje de materia orgánica en el suelo. Los residuos de cosechas y las raíces de los cultivos, son fuentes naturales de materia orgánica. Suelos con contenidos bajos de materia orgánica (0.5-1.0%) presentan problemas peculiares como respuesta a fertilizantes, herbicidas, períodos de sequía y estabilidad en los rendimientos, mientras que, suelos con contenidos de materia orgánica igual o mayores de 3% tienen generalmente rendimientos mayores y consistentes, responden a los fertilizantes y herbicidas y sufren menos a la falta de agua (Harold, et al. 1970).

Jones, et al. (1968) afirman que el contenido de materia orgánica y su renovación están directamente relacionados a la retención de la humedad del suelo, evaporación, disponibilidad de nutrimentos para la planta, erosión, compactación y estabilidad en la estructura del suelo.

La presencia de materia orgánica está relacionada con buenas características de estructura y fertilidad. Se podría pensar que al no incorporar los residuos vegetales en varios años el suelo perdería paulatinamente su contenido de

materia orgánica (Soza et al. 1978).

De acuerdo a Moschler et al. (1972) y a otros autores, la condición citada anteriormente no sucede así sino que por el contrario, la práctica de cero labranza tiende a aumentar el total de materia orgánica en el suelo. Un estudio de cuatro años, citado por Bealt y Langdale en 1967 (citado por Phillips y Young, 1973) indica que el contenido de materia orgánica está relacionado con el método de preparación del suelo que se use. Phillips y Young (1973), sugieren que una de las maneras más rápidas y prácticas para agregar materia orgánica al suelo es cultivar maíz con altos rendimientos y dejar después de la cosecha los residuos sobre el mismo campo.

## 6. CONSERVACION DE LA HUMEDAD DEL SUELO

Bajo el método convencional, el agua se retiene por un período de menor tiempo, teniendo que hacer más riegos, sembrar variedades tolerantes a la sequía, o bien, mejorando la retención de la humedad del suelo, aumentando la infiltración del agua, disminuyendo la evaporación. Esto se logra en la no labranza debido al rastrojo que cubre la superficie del suelo impidiendo el contacto entre los rayos del sol y el suelo haciéndolo menos caliente (Unger et al. 1971).

Blevins y Cook (1970), afirman que el suelo que está cubierto con rastrojo retiene más humedad que el mismo suelo, después de barbechar y cultivar. La presencia de raíces de la cosecha previa y una mayor cantidad de materia orgánica dentro del suelo debido a las raíces de las plantas, promueven la existencia de grandes poros o aberturas en el suelo; con lo cual, el suelo retiene mayor cantidad de humedad. La práctica del cultivo mecanizado tiende a destruir las raíces de la planta y los poros dejados por raíces en descomposición y también a disminuir el contenido de materia orgánica en el suelo, reduciendo grandemente la capacidad de retención de la humedad del suelo.

Blevins et al. (1971), consideran que generalmente, la humedad del suelo se pierde en la zona radical por evaporación, escurrimiento superficial de agua, transpiración de la planta y por percolación a profundidades fuera del alcance de la zona radical. Mientras que una cobertura muerta o rastrojo reduce la pérdida de humedad del suelo debido a una reducción de la evaporación y del escurrimiento, teniendo poco efecto sobre la transpiración. La percolación puede ser mayor en la no labranza siendo poco significativa. Los suelos con una alta capacidad de infiltración que generalmente están bien drenados tienen como característica una alta evaporación y por lo tanto requieren de prácticas culturales

que ayuden a retener la humedad del suelo (Unger, 1974).

La no labranza conserva la humedad y mejora la absorción del agua en el suelo, con lo cual se reduce la pérdida de humedad, lo que permite que ésta se retenga por un período de tiempo más largo. En un estudio llevado a cabo en Kentucky durante 1968, en suelos de migajón limoso, se encontró un aumento entre 5 a 7% de humedad en la no labranza comparada con el práctica convencional (Phillips, 1974).

Herbek (1974), encuentra que la disminución en el escurrimiento del agua aumenta considerablemente la disponibilidad de la misma para el cultivo, lo que permite una mayor infiltración. Esto se logra al dejar una cobertura muerta o rastrojo, sobre la superficie del suelo el cual ayuda a frenar la velocidad de agua escurrida permitiendo que ésta se infiltre debido a que permanece el agua más tiempo en el campo y también ayuda a reducir la erosión del suelo.

## 7. HERBICIDAS

El descubrimiento de los herbicidas selectivos vino a resolver en gran parte el problema del control de hierbas por vía bioquímica, siendo el 2,4-D el primero de los herbicidas selectivos introducidos en la agricultura, sobre todo en el control de hierbas latifolias del maíz, desde entonces

se han desarrollado más de 100 herbicidas selectivos, de los cuales la Environmental Protection Agency estadounidense ha aprobado cerca de 20 herbicidas distintos. Los herbicidas operan uniformemente, es decir, unos inhiben el crecimiento de las plantas infestantes, otros interfieren en la fotosíntesis o en los sistemas enzimáticos y otros más marchitan el follaje. Los primeros herbicidas empleados se aplicaron como refuerzo de los métodos clásicos de la labranza convencional. La introducción de herbicidas más eficaces empezó a eliminar algunas labores agrícolas como barbechos antes de la siembra y escardas durante el desarrollo del cultivo (Triplett y Van Doren, 1977).

Existen varias combinaciones de mezclas utilizadas para maíz en no labranza las cuales son: (1) Paraquat + Atrazina, (2) Paraquat + Atrazina + Simazina, (3) Paraquat + Lasso + Atrazina y (4) Paraquat + Sianazina (Ballex). Las combinaciones que incluyen Simazina, Lasso o Sianazina son las mejores para controlar Panicum de otoño. Ya está registrada para no labranza una mezcla de Roundup + Lasso + Atrazina. Se pueden utilizar herbicidas postemergentes como 2,4-D, Banvel, Dicamba, Lorox o Evik para controlar malezas de hoja ancha y/o zacates anuales (Van Der Merish, 1978).

Para que la no labranza sea un éxito, se requiere de tres componentes esenciales: un herbicida que mate rápidamente

te la maleza un herbicida residual para control pre-emergente y un surfactante si se utiliza Paraquat. No se requiere de un surfactante con el Roundup. No se recomienda actualmente en la no labranza el uso de la mezcla Roundup + Lasso + Atrazina o Roundup + Lasso + Lorox si se tienen infestaciones de zacate Johnson y Bermuda (Triplett et al. 1972).

La disponibilidad de herbicidas eficientes ha sido el factor determinante en la difusión de la práctica de la no labranza. El uso de herbicidas de contacto como el Gramoxone (Paraquat) y sistémicos selectivos como el Gesaprim (Atrazina) ha permitido reemplazar en su totalidad la preparación mecánica de suelos mediante arados, rastras, etc., transformándose en una verdadera preparación química de suelos (Soza et al. 1978).

## 8. FERTILIZACION

Investigaciones recientes han demostrado la poca importancia que tiene el lugar donde se coloca el fertilizante, siempre y cuando no afecte la germinación de la semilla o im pida el desarrollo radical (Fink y Wesley, 1974).

De acuerdo con Moschler et al. (1975), la reducción de la evaporación en la no labranza causa un menor movimiento de humedad hacia la superficie. Por lo tanto, el nitróge



no no será transportado hacia la superficie del suelo en cantidades mayores, como ocurre con suelos labrados y sin residuos o rastrojos (Thomas et al. 1973).

Las parcelas en no labranza es posible que necesiten de 20 a 25% más de nitrógeno que las labradas. Parcelas bajo un sistema de rotación de cultivos como soya, leguminosas y algunos suelos pueden no necesitar aplicaciones de nitrógeno (Van Der Mersch, 1978).

El mismo Moschler et al. (1973), afirman que, dado que los fertilizantes son aplicados en la superficie del suelo, en la no labranza se puede desarrollar una condición ácida en los primeros 7 cm del suelo. Debido a que es en esta área donde germina la semilla y donde las primeras raíces son pequeñas y vulnerables, pueden aparecer toxicidades si no se aplica cal en cualquier tipo de labranza.

Con base en Soza et al. (1978), en relación al fósforo y al potasio, se podría pensar que surgen ciertos problemas con su aplicación y aprovechamiento por las plantas con la práctica cero labranza. Sin embargo, se considera que la eficiencia de utilización de fertilizantes aplicados superficialmente es alta, debido a que con la presencia del mulch, esta parte del suelo permanece más húmeda y hace posible que las raíces crezcan cercanas a la superficie, lo que permite

la absorción eficiente de nutrientes.

## 9. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Cuando no se labra el suelo, los residuos de la cosecha y la humedad tienden a favorecer un mayor desarrollo de insectos principalmente, de ahí que sea necesario tener una mayor vigilancia y precaución (Musick, 1970; Gregory, 1974; Triplett y Van Doren, 1977).

El mayor problema se encuentra en los insectos que viven dentro del suelo, dado que una de las formas de control es la labranza y la incorporación de plaguicidas. Las formas que se están utilizando para contrarrestar este problema se logran mediante la rotación de cultivos, aplicación de insecticidas en banda al sembrar, cebos, adelantando o atrasando fechas de siembra, semillas tratadas, variedades resistentes y trillado del rastrojo. Burns, 1972; Gregory y Musick, 1975; Mokibben, 1972; Wesley y Musick, 1975; Williams, 1974 (citados por Van Der Mersch, 1978).

## 10. CONCLUSIONES SOBRE LA REVISION BIBLIOGRAFICA

Como conclusiones sobre la agricultura sin labranza tenemos que la reducción de la erosión es el beneficio más

importante, otra ventaja de esta práctica es su economía de tiempo y energía, pues con equipo adecuado es un trabajo rápido, en el que se gasta relativamente poca energía ya que reduce la necesidad de los grandes tractores que gastan dos tercios más de combustible necesario en la labranza convencional (Triplett y Van Doren, 1977).

La cero balanza es el producto de la evolución de la labranza mínima y se está difundiendo rápidamente a través del mundo en diversos cultivos. Consiste en la siembra del cultivo sin efectuar labores previas de preparación de suelo mediante la aplicación de herbicidas apropiados. La utilización eficiente de esta práctica en el cultivo del maíz presenta numerosas e importantes ventajas: disminución de costos de producción y tiempo de ejecución de las labores del cultivo, permite sembrar oportunamente con menores limitaciones en relación a factores climáticos, facilita la siembra de varios cultivos anuales en aquellas zonas que el clima lo permite, disminuye notablemente la erosión y la pérdida de humedad del suelo, además, los rendimientos del maíz por unidad de superficie pueden llegar a ser, aún, superiores a los obtenidos mediante el método tradicional de preparación de suelo (Soza et al. 1978).

### III. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

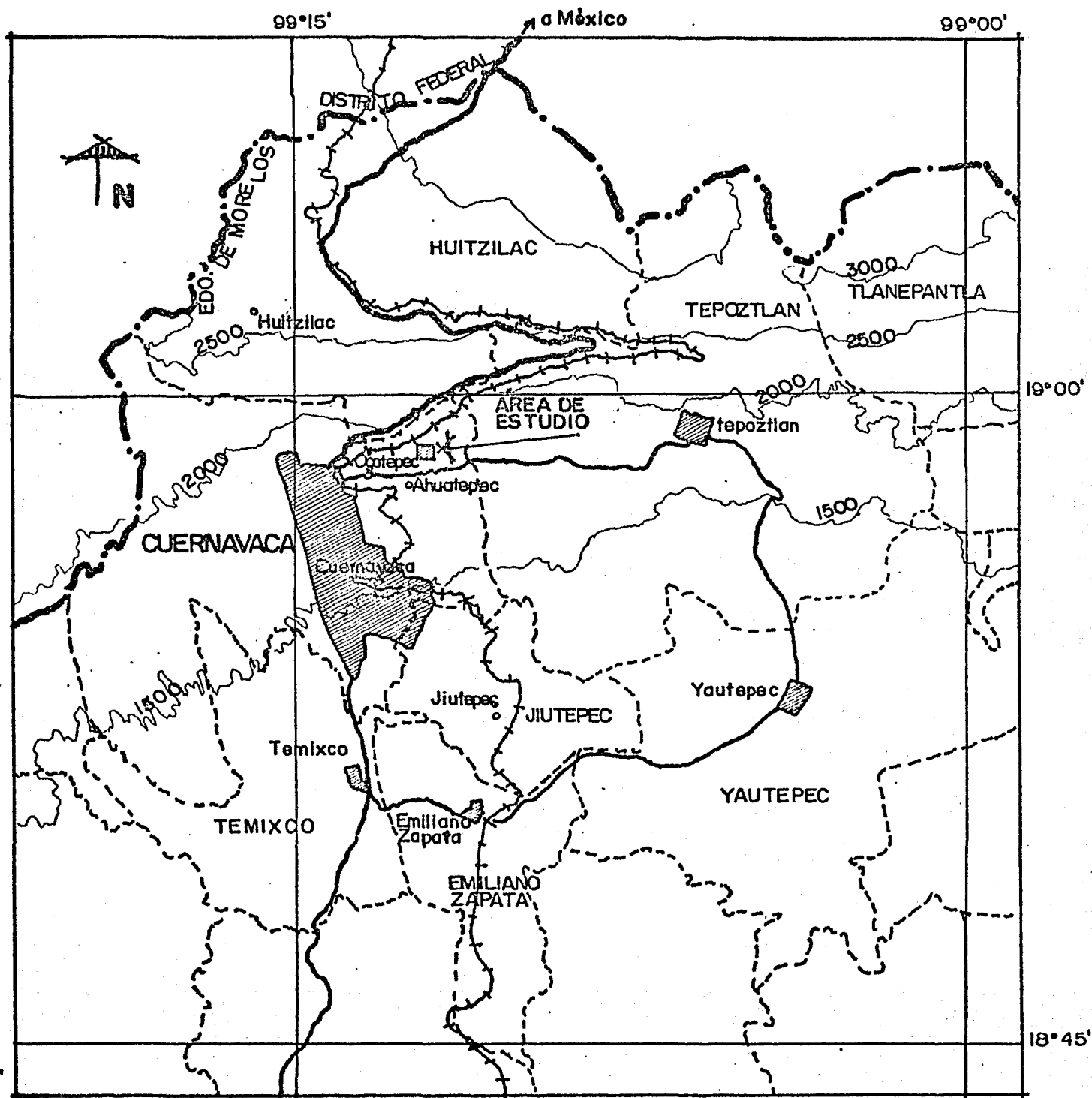
#### SITUACION GEOGRAFICO-POLITICA

El área de estudio se encuentra localizada a un kilómetro y medio al NE del poblado de Ahuatepec, en el Estado de Morelos; sus coordenadas geográficas son las siguientes: 18°59' de latitud norte y 99°12' de longitud oeste; su altitud es de 1880 msnm. Políticamente pertenece al municipio de Cuernavaca limitando con el municipio de Tepoztlán. En la figura 1 se expone la localización del área de estudio.

#### GEOLOGIA

La geología del área de estudio pertenece al Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno), formado principalmente por rocas basálticas que integran la sierra Chichinautzin y divide al valle de Cuernavaca con la cuenca de México. Comprende todas las corrientes lávicas y material volcánico asociado, incluyendo materiales clásticos depositados por agua que son de composición andesítica y basáltica, como por ejemplo de

# FIGURA 1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO



fuentes :

DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA DEL TERRITORIO NACIONAL  
 CARTA ESTATAL TOPOGRAFICA DEL EDO. DE MORELOS

ESC. 1 : 250 000  
 0 5 10  
 KILOMETROS

otras rocas ígneas, están las tobas y brechas volcánicas, además de cenizas volcánicas y suelos derivados de la descomposición de las rocas aflorantes. La topografía que se desarrolla encima de su área de afloramiento se caracteriza por su juventud extrema que apenas muestra la erosión (López R., 1979).

#### CLIMA

Para la caracterización del clima del área de estudio se consideró la estación de Cuernavaca, Morelos, dado que es la más cercana reportada en la carta de climas México 14 Q-V (Cetenal, 1970). En la figura 2 se expone la variación de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Cuernavaca, Morelos.

En base a dicha carta, el área de estudio tiene un clima (A)C(w<sub>2</sub>)(w)ig, el cual es semicálido, el más cálido de los templados C, con una temperatura media anual mayor de 18°C y la del mes más frío menor de 18°C. Con base en la precipitación, es el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvia en verano, con un cociente P/T mayor de 55.0 y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 del anual; la marcha de temperatura es de tipo Ganges pues el mes más caliente del año es antes de junio.

# FIGURA 2 VARIACION MENSUAL DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LA ESTACION METEREOLÓGICA DE CUERNAVACA, MOR.

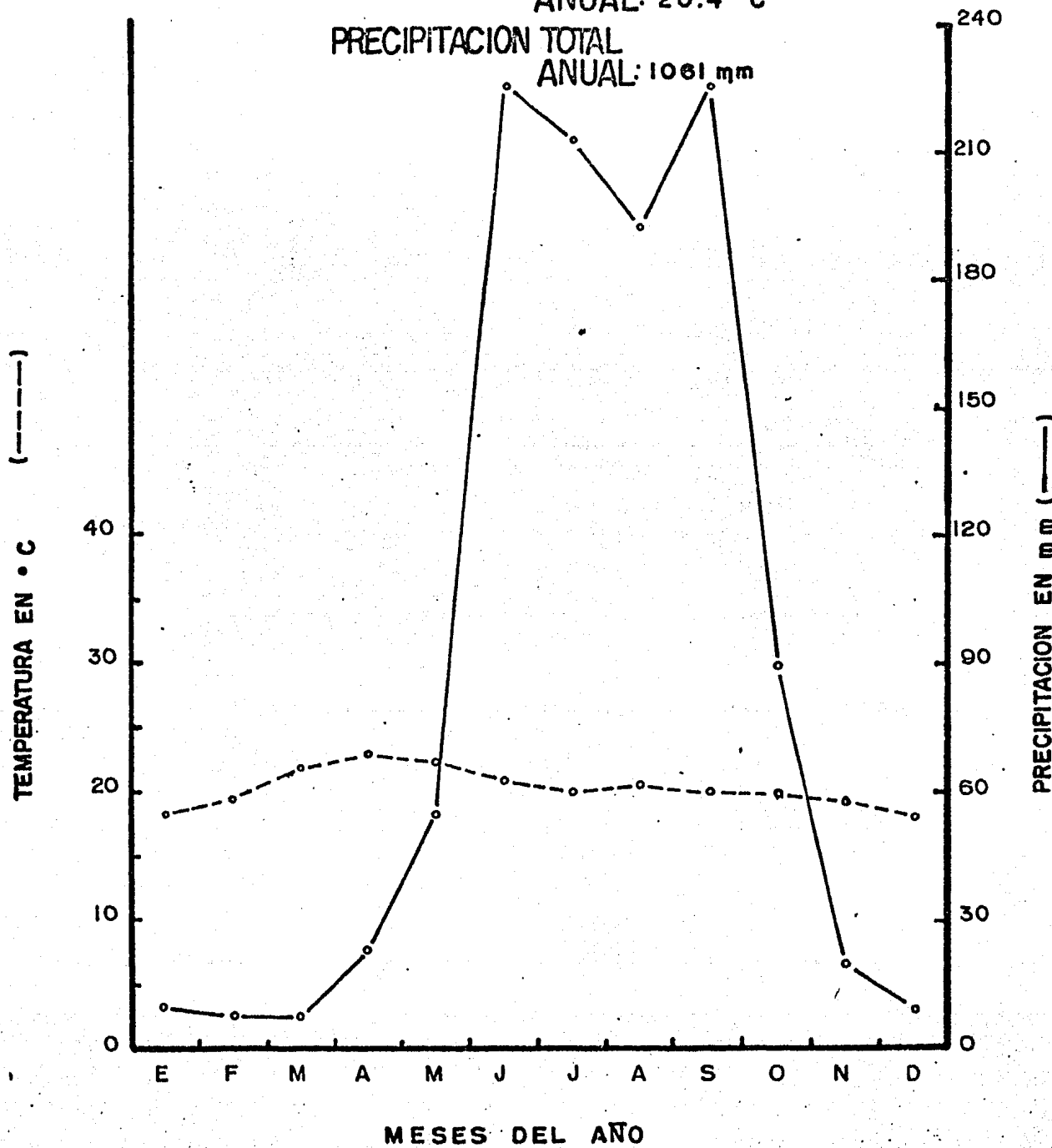
PERIODO OBSERVADO: MAS DE 10 AÑOS

TEMPERATURA MEDIA

ANUAL: 20.4 °C

PRECIPITACION TOTAL

ANUAL: 1061 mm



De la temperatura y precipitación en relación a la agricultura puede considerarse que las temperaturas más altas se registran en los meses de marzo, abril y mayo y las más frías en el lapso de noviembre a febrero. Tales extremos están fuera del período lluvioso más importante y que, a su vez, corresponde al ciclo agrícola de temporal. Los volúmenes de precipitación más altos se obtienen de junio a octubre, período en el cual se establece y desarrolla la agricultura de temporal en la zona, lo que coincide, como ya se ha mencionado con temperaturas alrededor de 20°C, durante dicho período que favorece el desarrollo de cultivos de ciclo corto entre los cuales se encuentran principalmente el maíz y el frijol.

## SUELO

El suelo del área de estudio es de origen volcánico, taxonómicamente es un andosol ócrico, con horizontes A<sub>p</sub>-C de color pardo amarillento en seco en el primer caso, y amarillento parduzco en seco, en el segundo; no presenta cementación y su compactación y consistencia son medias; la textura en el horizonte A<sub>p</sub> (0-25 cm) es de migajón arenoso y en el horizonte C (25-88 cm) es de migajón arcilloso; la estructura es terronosa en ambos casos; la permeabilidad va de rápi-



da a media; el drenaje es eficiente en todo el perfil y no se manifestaron concreciones o intrusiones. En el cuadro 1 se presenta una descripción morfológica del perfil.

Otras características del horizonte superficial de este suelo son las siguientes: la densidad aparente es de 0.92 g/ml y la densidad real de 2.65 g/ml; la porosidad es de 65.5%; el pH es de 5.8; la materia orgánica de 2.2%, y la capacidad de intercambio catiónico total es de 35 meq/100 g de suelo.

CUADRO 1. REPORTE MORFOLOGICO DEL PERFIL DEL SUELO

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	CONSTITUCION							Textura	Estructura	Permeabilidad	Drenaje	Contenido de raíces	Concreciones e intrusiones
			Compacción	Cementación	Porosidad		Consistencia	Plasticidad	Adhesividad						
					Entre unidades	Dentro unidades									
Ap	0-25	En seco: 10YR 5/4 pardo amarillento En húmedo: 10YR 3/4 pardo amarillento obscuro	Media	No	Abundantes fisuras	Muy abundante	Mediasuelta	Poca	Escasa	Migajón arenoso	Terrosa media	Rápida	Eficiente	Muy abundante	No
C	25-88	En seco: 10YR 6/6 amarillo parduzco En húmedo: 7.5YR 4/4 pardo obscuro	Media-fuerte	No	Escasas fisuras	Mediana	Media	Media	Media	Migajón arcilloso	Terrosa grande	Media	Eficiente	Medio	No

OBSERVACIONES

Suelo joven inmaduro como se manifiesta por sus horizontes Ap - C. El horizonte A constituye la capa arable (Ap). La actividad agrícola que se realiza es reducida, siendo la alteración humana únicamente en los 25 cm superficiales.

DATOS ADICIONALES

EDAD: Inmaduro.

ZONALIDAD, INTRAZONALIDAD: Zonal.

HABITO DEL PERFIL: Suelo somero, inmaduro, de color pardo claro, texturas medias, buen drenaje, permeabilidad rápida, situado en una ladera de aproximadamente seis por ciento de pendiente.

NOTAS E INTERPRETACION AGRICOLA: De tercera clase por pendiente, microrrelieve y textura superficial.

#### IV. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

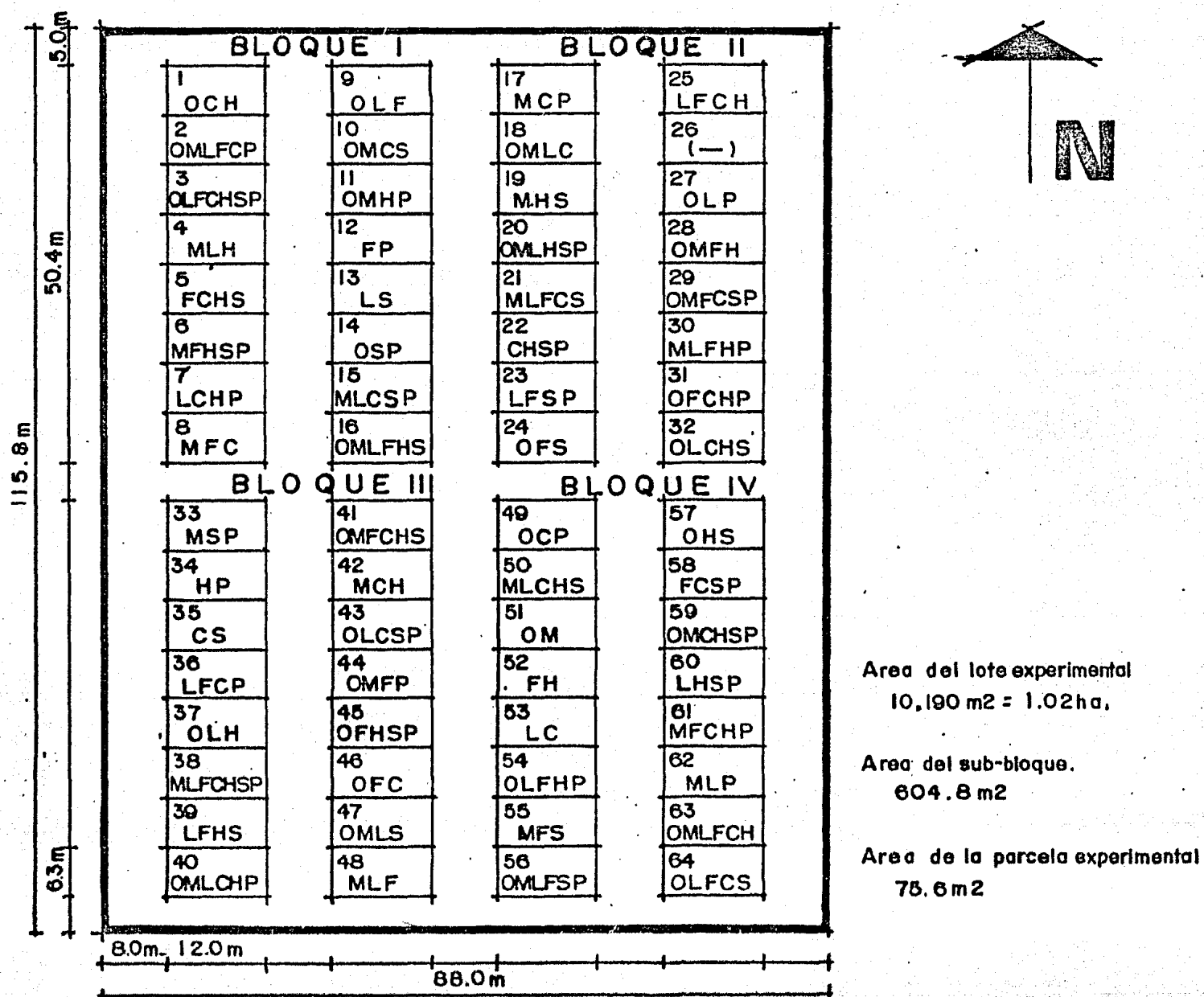
##### CARACTERISTICAS DE LA PARCELA Y DEL LOTE EXPERIMENTAL

El área total del lote experimental fue de 1.02 ha. El terreno tenía una pendiente aproximada de 6% en sentido norte-sur, con un microrrelieve suavemente ondulado, dado que dicho lote representa un rectángulo, las partes más estrechas del mismo se dispusieron en el mismo sentido, tal como se observa en la figura 3. Por el contrario, las parcelas experimentales se dispusieron perpendicularmente a la pendiente, es decir, en dirección este-oeste. El lote limitaba hacia el norte con un bosque de pino, al oeste y al sur con otras parcelas agrícolas y al este con terrenos incultos. El ciclo agrícola anterior se cultivó con maíz criollo sin fertilizar, en condiciones de temporal.

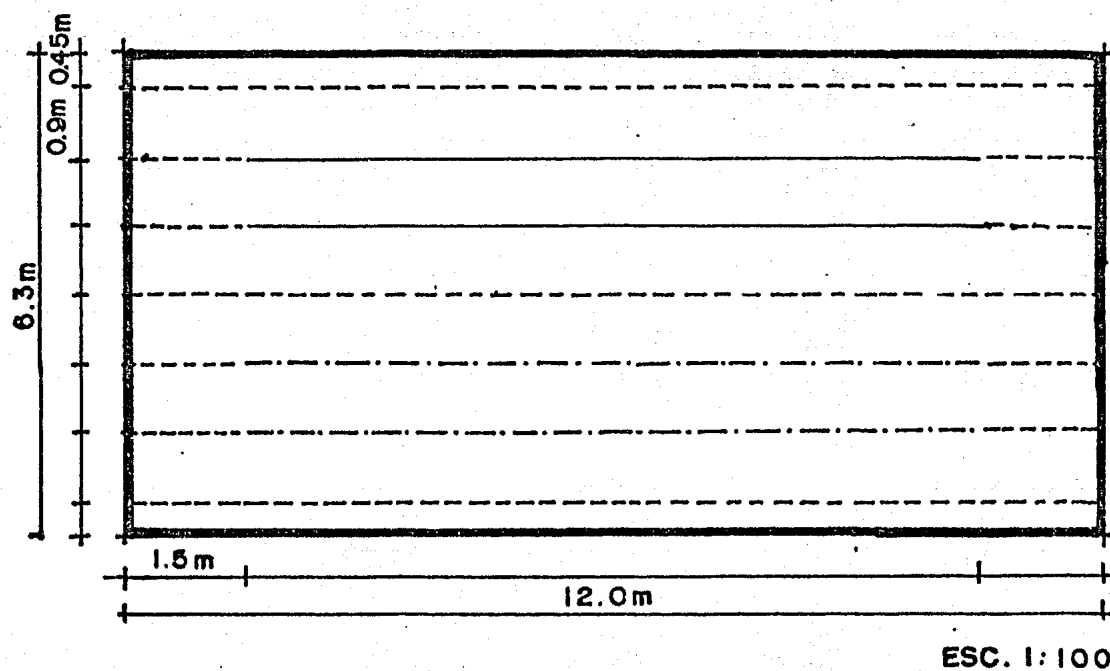
En la figura 4 se muestran las características precisas de la parcela experimental, donde se observa que se dispusieron bordos laterales y terminales (cabeceras) para reducir al mínimo los efectos de calles y parcelas contiguas.

**CUADRO 2 FACTORES Y NIVELES QUE SE EVALUARON EN EL EXP.**

Con clave (nivel 1)		Sin clave (nivel 0)	
O	Materia orgánica restituida	—	Materia orgánica removida
M	Cultivo en microcuencas	—	Cultivo en plano
L	Labranza	—	Siembra directa
F	Con fertilizantes (120-40-00)	—	Sin fertilizantes
C	Control de plagas	—	Sin control de plagas
H	Deshierbe con herbicidas	—	Deshierbe a mano
S	Semilla híbrida	—	Semilla criolla
P	Población de plantas (45,000/ha)	—	Población de plantas (30,000/ha)

**FIGURA 3 DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL LOTE EXP.**

**FIGURA 4 CARACTERISTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL**



#### AREAS

Parcela bruta : 75.6 m<sup>2</sup>  
 Parcela útil : 16.2 m<sup>2</sup>

#### SIMBOLOGIA

- Limite de la parcela bruta
- Surco de la parcela util
- Surco de bordo
- Surco de muestroo de plantas  
(no considerado en este estudio)

## DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

Se utilizó un diseño factorial en repetición fraccionada de ocho factores a dos niveles, usándose un cuarto de réplica del factorial  $2^8$  (Cochran y Cox, 1965); los ocho factores empleados en este experimento fueron los siguientes: material orgánica, microcuencas, labranza, fertilizantes, control de plagas, herbicidas, semilla y población de plantas; se decidió un cuarto de réplica considerando que para el factorial completo eran demasiados tratamientos en un experimento de campo, por lo cual se estableció un cuarto de 256, o sea 64 combinaciones de los ocho factores agrupados en cuatro bloques de 16 parcelas cada uno. Este diseño permitió estimar con una sola repetición los ocho factores principales, las 28 interacciones entre dos factores y el resto de interacciones como error estadístico, por medio de un análisis de varianza a base de contrastes ortogonales. En el cuadro 2 se muestran los factores y niveles que se evaluaron. Asimismo, en la figura 3, los tratamientos y su distribución en el lote experimental.

Las parcelas se distribuyeron en cuatro bloques de 16 parcelas cada uno, presentándose ocho veces cada factor en cada bloque a nivel uno y ocho veces a nivel cero el mismo factor, lo que significa que cada factor se presenta 32

veces en su nivel uno y 32 veces en su nivel cero en todo el experimento. La distribución de cada factor en cada bloque se hizo al azar.

#### OPERACIONES DE CAMPO

##### Preparación del terreno

La preparación del terreno de cada parcela se hizo según los tratamientos del diseño experimental. Las parcelas con restitución de materia orgánica, nivel uno, se les proporcionó con los restos de la cosecha anterior (rastrojo) y restos de "malas hierbas" que se pasaron de las parcelas sin materia orgánica, nivel cero, para lo cual se utilizaron rastrillos. En las parcelas con microcuencas, nivel uno, éstas se hicieron a los lados del surco con azadón; el nivel cero consistió en cultivo en plano. La labranza en aquellas parcelas con nivel uno, se realizó con un barbecho y un surcado a una profundidad de 15 cm y para el nivel cero solamente se abrió surco para sembrar directamente a una profundidad de 5 cm para asegurar la germinación de la semilla.

##### Siembra

La siembra se efectuó del 17 al 22 de junio de 1978, se realizó a mano de acuerdo a la población de plantas se sembraron cada 75 cm para la densidad de 30,000 plantas/ha,

nivel cero, y cada 25 cm para la población de 45,000 plantas/ha, nivel uno, dejando dos plantas por mata en la primera densidad y una en la segunda. Esta operación se hizo para los dos genotipos utilizados. Con el fin de asegurar la población deseada, se sembraron tres semillas "por golpe" en el primer caso y dos en el segundo.

Se utilizaron dos genotipos de maíz, el criollo de la región, nivel cero, y el híbrido H412, nivel uno, que fue recomendado por la Agenda Técnica Agrícola de la Dirección General de Extensión Agrícola de la SARH para el Estado de Morelos.

#### Aclareo

Dado que en muchos casos germinó la mayor parte de las semillas, hubo necesidad de reducir el número de plantas a la población deseada, para lo cual se eliminaron las sobrantes, dejando siempre las más vigorosas. De aquellas plantas que quedaron después del aclareamiento y que formaron brotes laterales, se quitaron estos para tener individuos de un solo tallo.

#### Control de plagas

Este control consistió en la aplicación de fungicidas e insecticidas. En el primer caso se utilizaron fungicidas para las semillas destinadas para las parcelas con nivel



uno, para lo cual se utilizaron los productos químicos comercialmente conocidos como Arazan y Gamma, en dosis de 100 g/kg de semilla. Las semillas destinadas a las parcelas con nivel cero, es decir, sin control de plagas, se lavaron con agua para quitarles la producción de dichos fungicidas. En el segundo caso, en las parcelas con nivel uno se usó Volation en dosis de 40 kg/ha durante la siembra, un mes después se hizo una segunda aplicación pero con Lannate, en dosis de 450 ml/ha con un surfactante, Agral 90, en dosis de 100 ml/ha, 20 días después se hizo una tercera aplicación de insecticida, en esta ocasión con el producto Dipterex granular al 25%, en dosis de 10 kg/ha. Como en el caso anterior, a las parcelas con el nivel cero, no se les aplicó insecticida.

#### Deshierbes

Se utilizaron tres herbicidas en aquellas parcelas con nivel uno, Atrazina, Grammoxone (Paraquat) y Karmex, en dosis de 2.3 kg/ha, 11 litros/ha y 1.6 kg/ha, respectivamente, los dos primeros se aplicaron inmediatamente después de la siembra y el tercero un mes después.

Para aquellas parcelas con nivel cero, el deshierbe se hizo a mano, ya sea con azadón o directamente con las manos; esta operación se realizó entre la segunda aplicación de nitrógeno y tres meses después de la última siembra.

### Fertilización

Se utilizó la fórmula 120-40-00 para el nivel uno, la aplicación de fertilizante se realizó de la siguiente manera: dos tercios del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y el resto del nitrógeno a las cinco semanas después de la primera aplicación. El nitrógeno se aplicó en forma de sulfato de amonio con 20.5% de N; el fósforo en forma de perfosfato de calcio simple con 19% de  $P_2O_5$ . Para el nivel cero no se aplicó fertilizante.

### Cosecha

La cosecha se realizó a los seis meses después de la siembra. Para tal efecto se llevó a cabo la siguiente metodología en función de las variables dependientes estudiadas:

Número de mazorcas por planta. Esta evaluación se realizó considerando el cociente resultante de dividir el número de mazorcas de la parcela útil entre el número de plantas de la misma.

Peso seco de mazorca por planta. Se obtuvo del peso de todas las mazorcas de la parcela útil dividido entre el número de plantas.

Peso seco de grano por mazorca. Se hizo mediante un muestreo en el cual una vez cosechadas las mazorcas se selec

cionaron tres que representaban valores bajo, medio y alto del total producido; el grano obtenido de dichas mazorcas se dividió entre tres, representando dicho dato el valor por parcela útil.

Peso seco de grano por planta. Se obtuvo del peso del grano total dividido entre el número de plantas.

Rendimiento de grano a 12% de humedad. Se obtuvo mediante el rendimiento de la parcela útil extrapolado a kilogramos por hectárea.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se evaluaron en función de las variables dependientes de estudio establecidas: número de mazorcas por planta, peso seco de mazorca por planta, peso seco de grano por planta, peso seco de grano por mazorca y rendimiento de grano por hectáreas. En las figuras 5 a 9 se exponen los resultados obtenidos para cada variable y en las tablas 1 a 5, además de los datos obtenidos, el resultado del análisis de varianza y los efectos factoriales que alcanzan nivel de significación estadística, tanto los efectos principales como aquellos resultantes de la interacción de dos factores.

### NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA

En la figura 5 y en la tabla 1 se exponen los resultados de esta variable. Del análisis estadístico practicado se obtuvo que los factores principales que dieron nivel de significancia al 1% fueron: fertilizantes (F), herbicidas (H) y población (P). Se observa en la figura ya citada, los cuatro tratamientos que alcanzan los valores más altos,

de 1.24 a 1.4, en todos ellos interviene el factor fertilizante; asimismo, se aprecia que en todos los valores bajos, inferiores a 0.62, no se encuentra dicho factor, pero de tal dato hasta el valor más alto, todos los tratamientos que tienen fertilizantes se encuentran dentro de dicho rango, haciéndose notar el efecto altamente significativo de este factor sobre la variable de estudio.

El segundo valor altamente significativo fue la aplicación de herbicidas, observándose en la misma figura que en los tratamientos más bajos donde estaba incluida la aplicación de herbicidas, no existe el factor fertilizante. El incremento en rendimientos por este factor se encuentra en el rango de 0.75 a 1.10.

El último factor principal altamente significativo fue población de individuos; se observa en la misma figura que los niveles alcanzados por los tratamientos en los cuales se incluyó a este factor tienen un rango de amplia respuesta, ya que lo mismo se encuentran a nivel equivalente al testigo (-), que cercanos al nivel de 1.0.

Cuando se analizó el efecto combinado de dos factores la única interacción con nivel altamente significativo fue fertilizantes-herbicidas. Lo anterior se hace notar en general en todos los tratamientos donde estuvieron dichos

factores, y en particular los factores más altos, 1.20 y 1.24, se obtuvieron con tratamientos en los cuales estaba la interacción FH.

Es conveniente señalar que la obtención del nivel altamente significativo de los factores F y H era un hecho esperado, dado que es reconocida la respuesta en rendimiento en general debida a la aplicación de fertilizantes y herbicidas aplicados en forma independiente y más aún cuando se combinan sus efectos.

TABLA 1. RESULTADOS Y ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA†

<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Resul</u> <u>tado</u>	<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Resul</u> <u>tado</u>	<u>Resultados del Análisis de Varianza.</u>			
						<u>Efecto</u> <u>factorial</u>		<u>Efecto</u> <u>factorial</u>	
1	OCH	0.75	33	MSP	0.64				
2	OMLFCP	0.76	34	HP	0.73				
3	OLFCHSP	0.81	35	CS	0.13	O	-0.72	MH	-1.00
4	LMH	0.79	36	LFCP	0.93	M	0.72	MS	0.14
5	FCHS	1.24	37	OLH	0.80	L	0.42	MP	-1.54
6	MFHSP	0.77	38	MLFCHSP	0.66	F	<u>12.00**</u>	LF	-1.36
7	LCHP	0.64	39	LFHS	0.84	C	-0.52	LC	-0.68
8	MFC	1.03	40	OMLCHP	0.61	H	<u>4.62**</u>	LH	-1.86
9	OLF	1.01	41	OMFCHS	1.01	S	-1.96	LS	-0.92
10	OMCS	0.42	42	MCH	0.83	P	-4.48**	LP	0.40
11	OMHP	0.33	43	OLCSP	0.39	OM	-0.34	FC	0.38
12	FP	0.81	44	OMFP	0.90	OL	0.84	FH	-4.20**
13	LS	0.31	45	OFHSP	0.80	OF	0.82	FS	-0.02
14	OSP	0.05	46	OFC	0.88	OC	-0.26	FP	-1.66
15	MLCSP	0.28	47	OMLS	0.57	OH	-0.64	CH	-0.16
16	OMLFHS	0.94	48	MLF	1.14	OS	0.42	CS	-1.18
17	MCP	0.57	49	OCP	0.28	OP	-1.62	CP	-0.10
18	OMLC	0.56	50	MLCHS	0.72	ML	-2.44	HS	0.52
19	MHS	0.84	51	OM	0.61	MF	-1.38	HP	-0.08
20	OMLHSP	0.65	52	FH	0.99	MC	-0.78	SP	0.58
21	MLFCS	0.87	53	LC	0.80				
22	CHSP	0.53	54	OLFHP	0.91				
23	LFSP	0.86	55	MFS	1.03				
24	OFS	1.03	56	OMLFSP	0.79				
25	LFCH	0.99	57	OHS	0.78				
26	(-)	0.25	58	FCSP	0.83				
27	OLP	0.55	59	OMCHSP	0.72				
28	OMFH	1.20	60	LHSP	0.94				
29	OMFCSP	0.72	61	MFCHP	0.97				
30	MLFHP	0.92	62	MLP	0.29				
31	OFCHP	0.93	63	OMLFCH	1.03				
32	OLCHS	0.45	64	OLFCS	1.21				

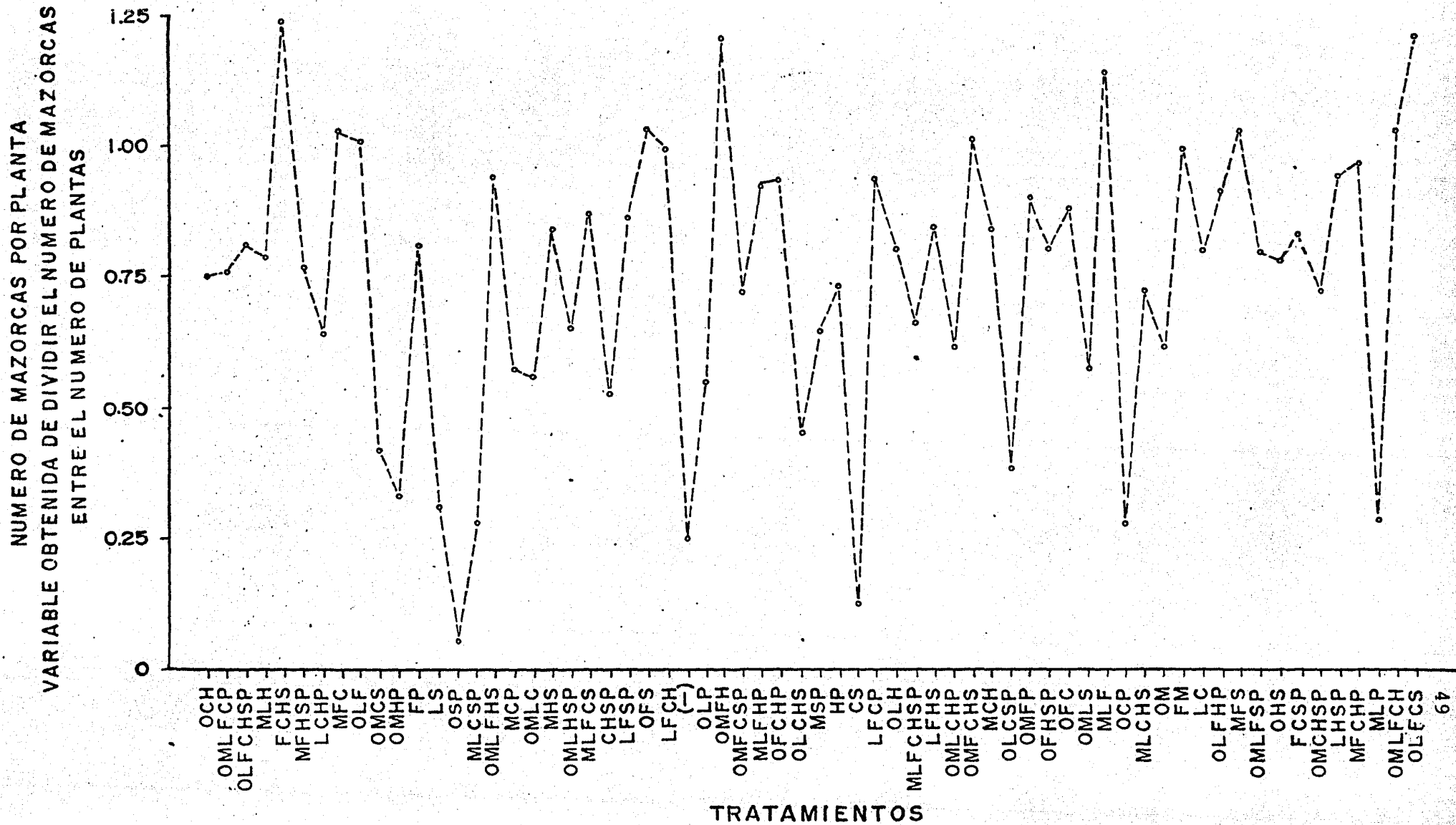
<u>Error estándar</u>	0.164979481
<u>Coefficiente de variación (%)</u>	22.1727988
<u>Media</u>	0.7440625

al 0.01 (**)	3.695540375
al 0.05 (*)	2.722161437

†Esta variable se obtuvo de dividir el número de mazorcas entre número de plantas en la parcela útil.

FIGURA 5.— NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS





## PESO SECO DE MAZORCA POR PLANTA

En la figura 6 y tabla 2 se exponen los resultados de esta variable. El análisis de varianza detectó efecto altamente significativo de cuatro factores principales: fertilizantes, herbicidas, semilla y población; asimismo, el efecto combinado de dos factores fue altamente significativo para la interacción FS y FP.

A semejanza del caso anterior, es el factor F quien se manifiesta en los nueve resultados más altos, 128 g a 172 g, siguiendo en importancia el factor H, que está presente en seis de los nueve tratamientos. Los factores S y P no se manifiestan tan marcadamente como los anteriores en los valores más altos, pero sí lo hacen en valores intermedios que continúan manifestando diferencia significativa en relación al testigo el cual obtuvo 10 g.

Es indudable que los mayores rendimientos de esta variable siempre estuvieron relacionados al factor fertilizante, comprobándose lo anterior con los bajos rendimientos de aquellos tratamientos, equivalentes estadísticamente al testigo, donde no se fertilizó; dicho aspecto también se relaciona en la interacción altamente significativa de FS y FP, en el primer caso el híbrido fue superior en rendimiento

siempre y cuando tuviera fertilizante, asimismo, en el segundo caso, el efecto positivo del incremento en población, población óptima, se vio favorecido por la aplicación de fertilizante.

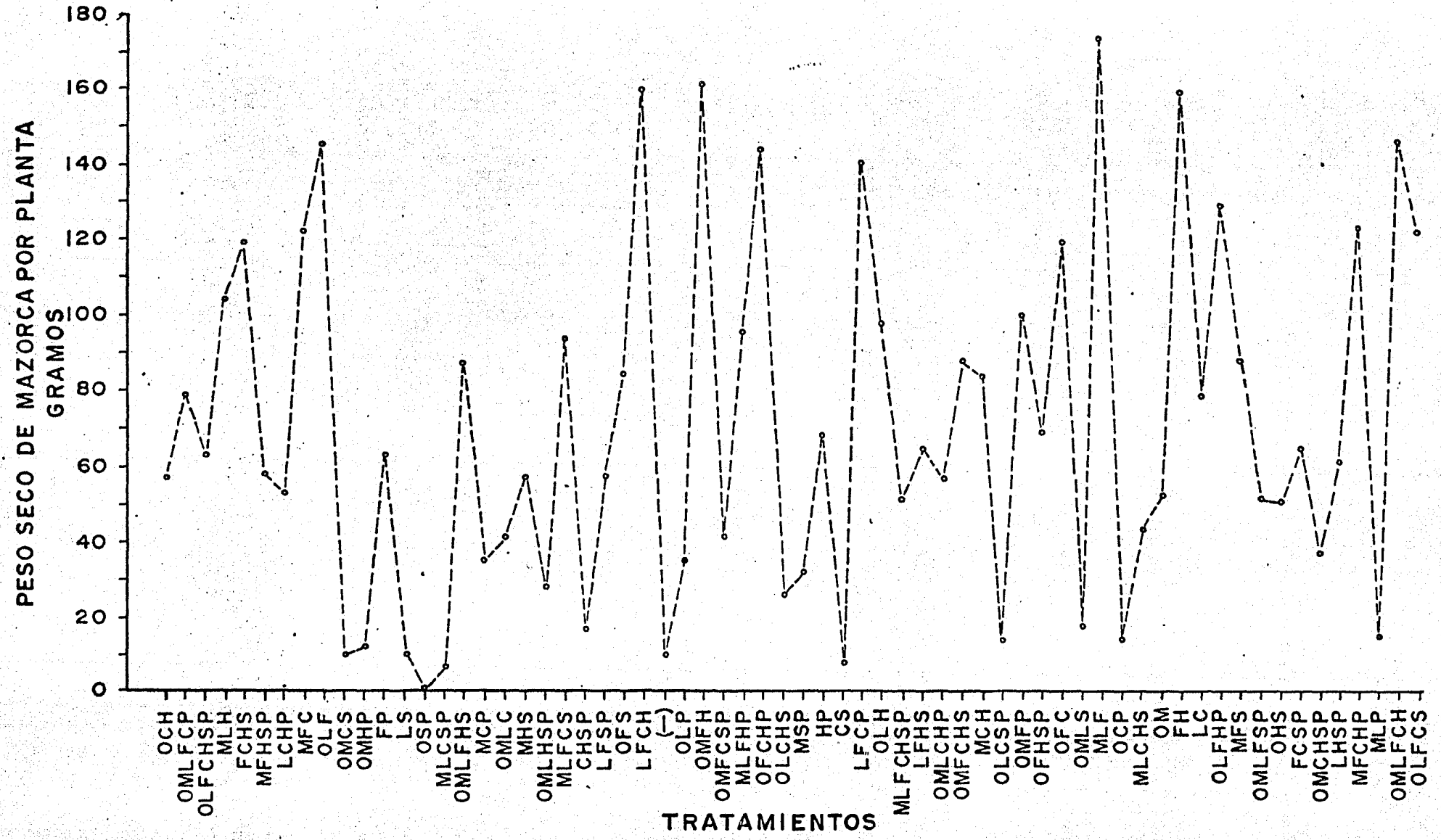
Cabe mencionar que el resto de factores principales, materia orgánica (O), microcuenas (M), labranza (L) y control de plagas (C), al no manifestar nivel de significancia como tal ni como parte de una interacción no manifiestan sus efectos sobre la variable correspondiente. Cuando en algún tratamiento con rendimiento alto donde aparecen uno más de tales factores, siempre en dicho tratamiento aparecen uno o más de los factores que dieron alto nivel de significancia y es a estos a quienes se debe el valor alcanzado.

TABLA 2. RESULTADOS Y ANALISIS DE VARIANZA DE LA  
VARIABLE PESO SECO DE MAZORCA POR PLANTA

<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso</u> <u>en g</u>	<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso</u> <u>en g</u>	<u>Resultados del Análisis de Varianza</u>			
						<u>Efecto</u> <u>factorial</u>		<u>Efecto</u> <u>factorial</u>	
1	OCH	57.0	33	MSP	32.0				
2	OMLFCP	79.0	34	HP	68.0				
3	OLFCHSP	63.0	35	CS	8.0	O	-136.0	MH	-100.0
4	LMH	104.0	36	LFCP	139.0	M	-114.0	MS	32.0
5	FCHS	119.0	37	OLH	97.0	L	200.0	MP	-228.0
6	MFHSP	58.0	38	MLFCHSP	51.0	F	2014.0**	LF	-90.0
7	LCHP	53.0	39	LFHS	64.0	C	20.0	LC	-16.0
8	MFC	122.0	40	OMLCHP	56.0	H	642.0**	LH	-274.0
9	OLF	145.0	41	OMFCHS	87.0	S	-1242.0**	LS	-250.0
10	OMCS	10.0	42	MCH	83.0	P	-858.0**	LP	-82.-
11	OMHP	12.0	43	OLCSP	15.0	OM	-210.0	FC	-158.0
12	FP	63.0	44	OMFP	99.0	OL	4.0	FH	-296.0
13	LS	10.0	45	OFHSP	69.0	OP	130.0	FS	-460.0**
14	OSP	0.0	46	OFC	118.0	OC	-144.0	FP	-340.0*
15	MLCSP	7.0	47	OMLS	18.0	OH	2.0	CH	90.0
16	OMLFHS	87.0	48	MLF	172.0	OS	54.0	CS	-42.0
17	MCP	35.0	49	OCP	14.0	OP	2.0	CP	-110.0
18	OMLC	41.0	50	MLCHS	43.0	ML	-218.0	HS	-204.0
19	MHS	57.0	51	OM	52.0	MF	-176.0	HP	-12.0
20	OMLHSP	28.0	52	FH	158.0	MC	-170.0	SP	-232.0
21	MLFCS	93.0	53	LC	78.0				
22	CHSP	17.0	54	OLFHP	128.0				
23	LFSP	57.0	55	MFS	87.0				
24	OFS	84.0	56	OMLFSP	51.0				
25	LFCH	159.0	57	OHS	50.0				
26	(-)	10.0	58	FCSP	64.0				
27	OLP	35.0	59	OMCHSP	37.0				
28	OMFH	160.0	60	LHSP	61.0				
29	OMFCSP	41.0	61	MFCHP	122.0	al 0.01 (**)	425.5109556		
30	MLFHP	95.0	62	MLP	15.0	al 0.05 (*)	313.4344093		
31	OFCHP	143.0	63	OMLFCH	145.0				
32	OLCHS	26.0	64	OLFCS	121.0				

Error estándar 18.9960248  
Coefficiente de variación (%) 27.18572423  
Media 69.875

FIGURA 6.— PESO SECO PROMEDIO DE MAZORCA POR PLANTA EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS



## PESO SECO DE GRANO POR PLANTA

En la figura y tabla correspondientes se exponen los resultados de esta variable. El análisis de varianza manifestó efectos altamente significativos en los factores principales F, H, S y P; asimismo, el efecto altamente significativo de la interacción FS. Tales efectos son similares al nivel de factores principales a los de peso seco de mazorca por planta, lo cual se explica dado que se trata del mismo órgano de la planta; sin embargo, cuando se observan las interacciones en la evaluación de mazorca por planta aparecen las interacciones FS y FP, pero en este caso que es grano por planta solamente aparece la interacción FS. Esto está relacionado al hecho ya conocido en el cultivo del maíz de que, cuando aumenta la población por plantas por unidad de área, disminuye el rendimiento en grano. Puede considerarse que en el primer caso, mazorca por planta, intervienen en esta estructura el grano y el raquis (olote) constituido por material somático y sexual (grano), mientras que en el segundo caso solamente se valora el material sexual.

A semejanza de la variable anterior también se observa que en los ocho tratamientos que alcanzaron los valores más altos, de 92 g a 112 g/planta, el factor principal F se encuentra en los ocho tratamientos, el factor H en cinco,

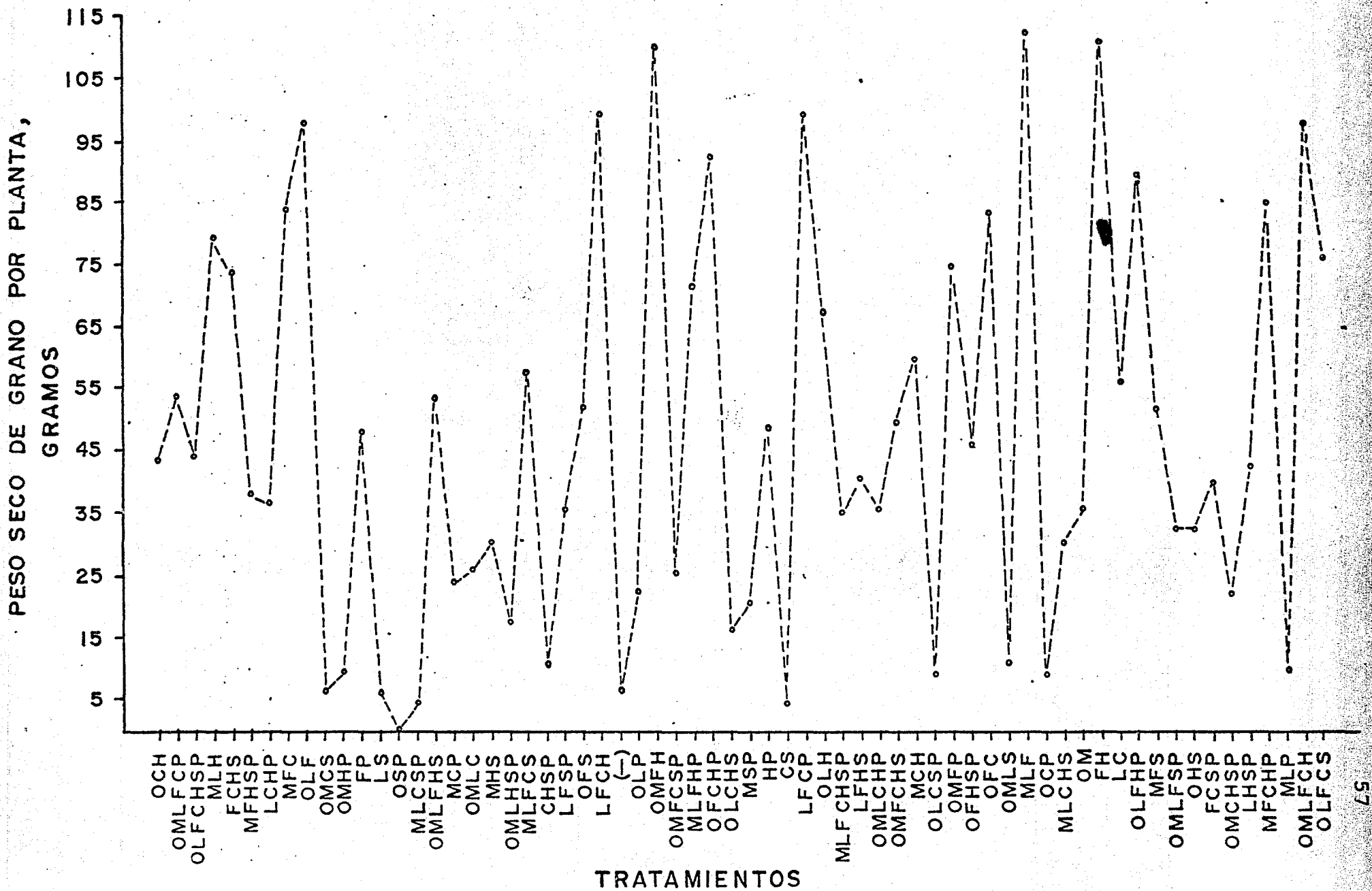
el factor P en dos y el factor S en ninguno de los tratamientos citados. La ausencia del factor S en los tratamientos que más rindieron puede explicarse por el hecho de que el nivel de alta significancia se registra a una altura intermedia del rango observado en el eje de las ordenadas en la gráfica correspondiente y el valor obtenido del efecto factorial promedio de dicho factor es superior a dicho nivel, pero no alcanza a los valores más altos.

TABLA 3. RESULTADOS Y ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE PESO SECO DE GRANO POR PLANTA

<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso</u> <u>en g</u>	<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso</u> <u>en g</u>	<u>Resultados del Análisis de Varianza</u>			
						<u>Efecto</u> <u>factorial</u>		<u>Efecto</u> <u>factorial</u>	
1	OCH	43.7	33	MSP	21.3	O	-111.1	MH	-51.3
2	OMLFCP	53.4	34	HP	48.5	M	-85.5	MS	0.5
3	OLFCHSP	43.9	35	CS	5.2	L	136.1	MP	-142.5
4	LMH	79.7	36	LFCHSP	99.0	F	<u>1315.3**</u>	LF	-78.1
5	FCHS	73.6	37	OLH	67.3	C	-17.3	LC	-12.3
6	MFHSP	38.7	38	MLFCHSP	35.1	H	<u>441.3**</u>	LH	-148.5
7	LCHP	37.3	39	LFHS	41.0	S	<u>-956.9**</u>	LS	-125.1
8	MFC	83.6	40	OMLCHP	36.2	P	<u>-523.5**</u>	LP	-48.5
9	OLF	98.1	41	OMFCHS	49.6	OM	-154.1	FC	74.1
10	OMCS	6.7	42	MCH	59.8	OL	-20.9	FH	-215.3
11	OMHP	9.5	43	OLCSP	9.6	OP	101.1	FS	<u>-349.1**</u>
12	FP	48.2	44	OMFP	74.5	OC	-106.7	FP	-148.1
13	LS	6.6	45	OFHSP	46.4	OH	-20.1	CH	-97.1
14	OSP	0.3	46	OFC	82.7	OS	53.3	CS	3.1
15	MLCSP	4.7	47	OMLS	11.5	OP	-20.1	CP	56.9
16	OMLFHS	53.3	48	MLF	112.1	ML	-138.1	HS	-144.7
17	MCP	24.4	49	OCP	9.7	MF	-109.3	HP	-11.7
18	OMLC	26.5	50	MLCHS	30.6	MC	-107.1	SP	191.7
19	MHS	31.1	51	OM	36.1				
20	OMLHSP	18.2	52	FH	110.9				
21	MLFCS	57.5	53	LC	56.1				
22	CHSP	10.9	54	OLFHP	89.8				
23	LFSP	36.1	55	MFS	51.9				
24	OFS	52.2	56	OMLFSP	32.5				
25	LFCH	99.1	57	OHS	32.8				
26	(-)	7.2	58	FCSP	40.5				
27	OLP	23.1	59	OMCHSP	22.8	al 0.01 (**)	293.4172892		
28	OMFH	110.0	60	LHSP	42.8	al 0.05 (*)	216.1332711		
29	OMFCSP	26.4	61	MFCHP	85.1				
30	MLFHP	71.3	62	MLP	10.4				
31	OFCHP	92.4	63	OMLFCH	97.5				
32	OLCHS	16.5	64	OLFCS	76.0				

Error estándar 13.09898612  
Coefficiente de variación (%) 27.85629214  
Media 47.0234375

FIGURA 7.— PESO SECO DE GRANO POR PLANTA EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS





## PESO SECO DE GRANO POR MAZORCA

A semejanza de los casos anteriores y partiendo de la figura 4 y tabla 4, los resultados de esta variable son muy similares, dado que los factores principales que alcanzan nivel altamente significativo son los mismos, F, H, S y P; asimismo, la interacción FS alcanza nivel de significancia al 5%. Los 11 valores más altos de los tratamientos como se observan en dicha figura y que fluctúan de 91 a 112 g de grano por mazorca, manifiestan la presencia del factor F en 10 ocasiones y el factor H en siete de las 11 citadas; existen otros factores como el factor O que está presente en seis ocasiones, pero siempre unido al factor F; lo anterior se explica, puesto que no alcanzó nivel de significancia sin la presencia de F, lo cual se comprueba en los tratamientos donde aparece O con otros factores, en los cuales registra resultados bajos, muy semejantes al testigo.

Por otra parte, es notorio que el valor más alto, 112 g fue obtenido por el tratamiento con los factores FH, sin embargo, el análisis estadístico no detectó significancia para esta interacción; lo anterior puede explicarse por el hecho de que, para alcanzar tal significancia estadística se involucran todos los valores F y H existentes en todos los tratamientos.

Como se mencionó, los factores S y P también son altamente significativos dado fundamentalmente por las interacciones con F. Asimismo, la única interacción significativa fue debida a los dos factores que más han demostrado en esta experiencia ser los más importantes para elevar la producción: fertilizante y semilla.

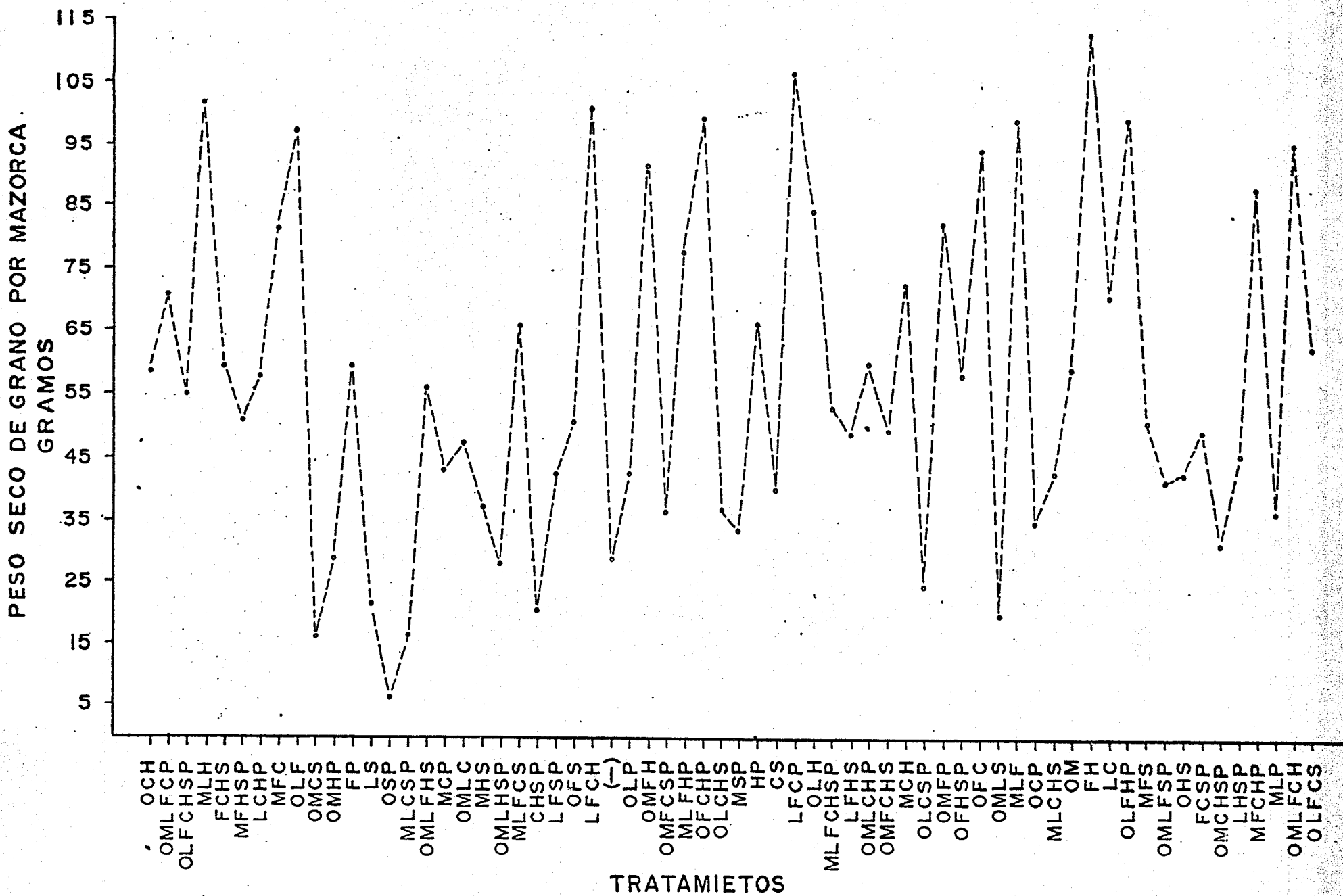
Desde un punto de vista práctico, tal afirmación tiene sentido ya que el incremento en rendimiento de la semilla mejorada está supeditado a la disponibilidad de una buena dotación de nutrimentos.

TABLA 4. RESULTADOS Y ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE PESO SECO DE GRANO POR MAZORCA

<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso</u> <u>en g</u>	<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso</u> <u>en g</u>	<u>Resultados del Análisis de Varianza</u>			
						<u>Efecto</u> <u>factorial</u>		<u>Efecto</u> <u>factorial</u>	
1	OCH	58.5	33	MSP	33.2				
2	OMLFCP	70.1	34	HP	66.2				
3	OLFCCHSP	54.4	35	CS	40.4	O	-118.2	MH	-51.0
4	LHM	101.4	36	LFCP	106.1	M	-113.8	MS	46.0
5	FCHS	59.5	37	OLH	84.5	L	172.0	MP	-64.6
6	MFHSP	50.5	38	MLFCHSP	53.2	F	926.6**	LF	-62.0
7	LCHP	57.9	39	LFHS	48.6	C	40.2	LC	8.4
8	MFC	81.4	40	OMLCHP	59.7	H	377.0**	LH	-21.6
9	OLF	96.7	41	OMFCHS	49.1	S	-1051.2**	LS	-114.2
10	OMCS	16.1	42	MCH	71.9	P	-348.2**	LP	-38.4
11	OMHP	28.8	43	OLCSP	24.6	OM	150.2	FC	56.2
12	FP	59.8	44	OMFP	82.4	OL	-14.8	FH	-166.6
13	LS	21.4	45	OFHSP	58.1	OP	105.4	FS	-195.6*
14	OSP	6.4	46	OFC	93.9	OC	-72.6	FP	56.6
15	MLCSP	17.0	47	OMLS	20.0	OH	-0.6	CH	140.2
16	OMLFHS	56.4	48	MLF	98.5	OS	-4.8	CS	14.8
17	MCP	42.8	49	OCP	35.0	OP	23.0	CP	56.6
18	OMLC	47.5	50	MLCHS	42.2	ML	-51.2	HS	-105.2
19	MHS	37.0	51	OM	59.0	MF	-97.0	HP	10.2
20	OMLHSP	28.3	52	FH	112.4				
21	MLFCS	66.0	53	LC	70.4				
22	CHSP	20.6	54	OLFHP	98.7				
23	LFSP	42.2	55	MFS	50.5				
24	OFS	50.7	56	OMLFSP	41.2				
25	LFCH	100.5	57	OHS	42.2				
26	(-)	28.8	58	FCSP	48.9				
27	OLP	42.1	59	OMCHSP	31.5				
28	OMFH	91.6	60	LHSP	45.3	al 0.01 (**)	250.2774013		
29	OMFCSP	36.6	61	MFCHP	87.5	al 0.05 (*)	184.3561215		
30	MLFHP	77.8	62	MLP	36.3				
31	OFCHP	99.8	63	OMLFCH	94.7				
32	OLCHS	36.8	64	OLFCS	62.6				

Error estándar 11.17309827  
Coefficiente de variación (%) 19.67636039  
Media 56.784375

FIGURA 8-- PESO SECO DE GRANO POR MAZORCA EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS



## RENDIMIENTO DE GRANO EN KG/HA

Para esta variable, a semejanza de las otras analizadas, resultaron con nivel altamente significativo los valores principales F, H y S, asimismo, la interacción FS. Puede detectarse que para este caso el factor P no aparece con nivel de significancia, es decir, el nivel de población no influyó significativamente en el rendimiento. Al observar los niveles de significancia de las otras variables, se observa que en todas ellas el efecto principal de población de plantas (P) resulta altamente significativo, pero en esta variable no lo es; se considera que lo anterior es debido a que en este caso se está evaluando la producción de grano por unidad de superficie, aspecto, como ya se ha mencionado, la población es determinante en dicho rendimiento.

En los valores obtenidos por los tratamientos, los siete más altos, de 3570 kg/ha a 4743 kg/ha, el factor principal que aparece en todos los tratamientos es F, sigue P en seis de los siete casos y H en cinco de los mismos, incluso el más alto, LFCP con 4743 kg/ha, incluye a L, C y P que nunca alcanzaron individualmente niveles de significancia. Esta situación nos lleva a considerar que aunque L, C y P aparecen en el tratamiento que más rindió, el resto de tratamientos con tales factores donde no se incluye F, H o S obtu

vieron niveles más bajos que impiden alcanzar el nivel de significancia.

Dado que el diseño experimental utilizado no nos permite hacer comparaciones precisas entre lo que pudiera llamarse labranza convencional y cero labranza, se hizo una selección de aquellos tratamientos que presentaban factores que se practican en cada una de las labranzas, obteniéndose lo siguiente:

Para la labranza convencional se seleccionaron tres opciones con dos tratamientos cada una, en la primera de ellas se incluyeron los tratamientos OLP con 1107 kg/ha y MLP con 486 kg/ha; para este caso se consideraron solamente L por labranza convencional y P por la población que normalmente siembran los campesinos en condiciones de temporal; se considera O y M por estar incluidas en tales tratamientos de acuerdo al diseño experimental, pero tales factores nunca fueron significativos.

En la segunda opción, además de L y P se incluyó S, considerando que algunos campesinos ya utilizan la semilla mejorada para obtener mejores cosechas; en este caso los tratamientos fueron MLCSP con 226 kg/ha y OLCSP con 476 kg/ha; la presencia de los otros factores a similitud del caso anterior quedaron incluidos por el tipo de diseño experimental.

En otras ocasiones, además de la labranza convencional, la población de plantas acostumbrada y la utilización de semilla mejorada, también se aplica fertilizante. Aunque esta tercera opción es la menos representativa de la agricultura convencional de temporal en la mayor parte del país, se decidió incluir a dicho factor F ya que existen casos en que así sucede. Para tal efecto se seleccionaron los tratamientos OMLFCP con rendimiento de 2486 kg/ha y LFCP con 4743 kg/ha.

Del promedio de las tres opciones, seis tratamientos, se obtuvo la cantidad de 1587 kg/ha como representativo de las prácticas del cultivo del maíz con labranza convencional en condiciones de temporal, lo cual indudablemente es un rendimiento bajo de la agricultura convencional.

Por otra parte, la selección de tratamientos representativos de cero labranza, se basó en que no hubiera el factor L (labranza) y estuvieran presentes los factores F, S, P y H, los cuales son necesariamente empleados en la cero labranza. Para hacer la comparación más representativa, se seleccionaron ocho tratamientos donde se trató que estuvieran los cuatro factores principales presentes, pero dado el diseño experimental, esto no fue posible quedando representados dichos factores principales en los ocho tratamientos de

la manera siguiente: F, S y P seis veces y H ocho veces en los tratamientos que a continuación se mencionan con sus rendimientos respectivos: MFHSP 1837 kg/ha; FCHS 2275 kg/ha; CHSP 531 kg/ha; OMFCHS 1561 kg/ha; OFHSP 2223 kg/ha; OFCHP 4047 kg/ha; MFCHP 4237 kg/ha, y OMCHSP 1029 kg/ha. De tales rendimientos se obtuvo un promedio de 2217 kg/ha, como representativo de la cero labranza, contra 1587 kg/ha del promedio obtenido con labranza convencional, lo cual a su vez representa un incremento de 630 kg de grano por hectárea, es decir el 28%.

En relación a lo obtenido en otros trabajos en este cultivo y con prácticas más o menos similares, se tiene la siguiente información que aunque ya se citó en la información bibliográfica, es conveniente mencionarla. Moschler et al. (1972), encontraron rendimientos favorables para la práctica de cero labranza de 25.4%; Shear y Mschler (1969), obtienen un incremento de rendimiento promedio de 16.6% a favor de cero labranza; a su vez, Van Der Mersch (1978), encontró un rendimiento ligeramente superior a favor de la cero labranza de 3.7%, lo cual también coincide con Soza et al. (1978), cuando afirman que "los rendimientos del cultivo del maíz con el sistema de cero labranza, son generalmente iguales o superiores que con la preparación tradicional del suelo".



Se considera que lo obtenido en este trabajo está dentro del rango observado por otros autores, es indudable que el número de variables utilizadas aquí fue grande en relación a las utilizadas en los otros trabajos; tal situación no permite hacer una comparación estricta, pero el incremento en rendimiento que resultó, refleja la presencia favorable de los factores fertilizante, semilla mejorada y herbicidas, principalmente como base fundamental para el establecimiento de la práctica de cero labranza en el cultivo del maíz en condiciones de temporal.

TABLA 5. RESULTADOS Y ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO EN KG/HA

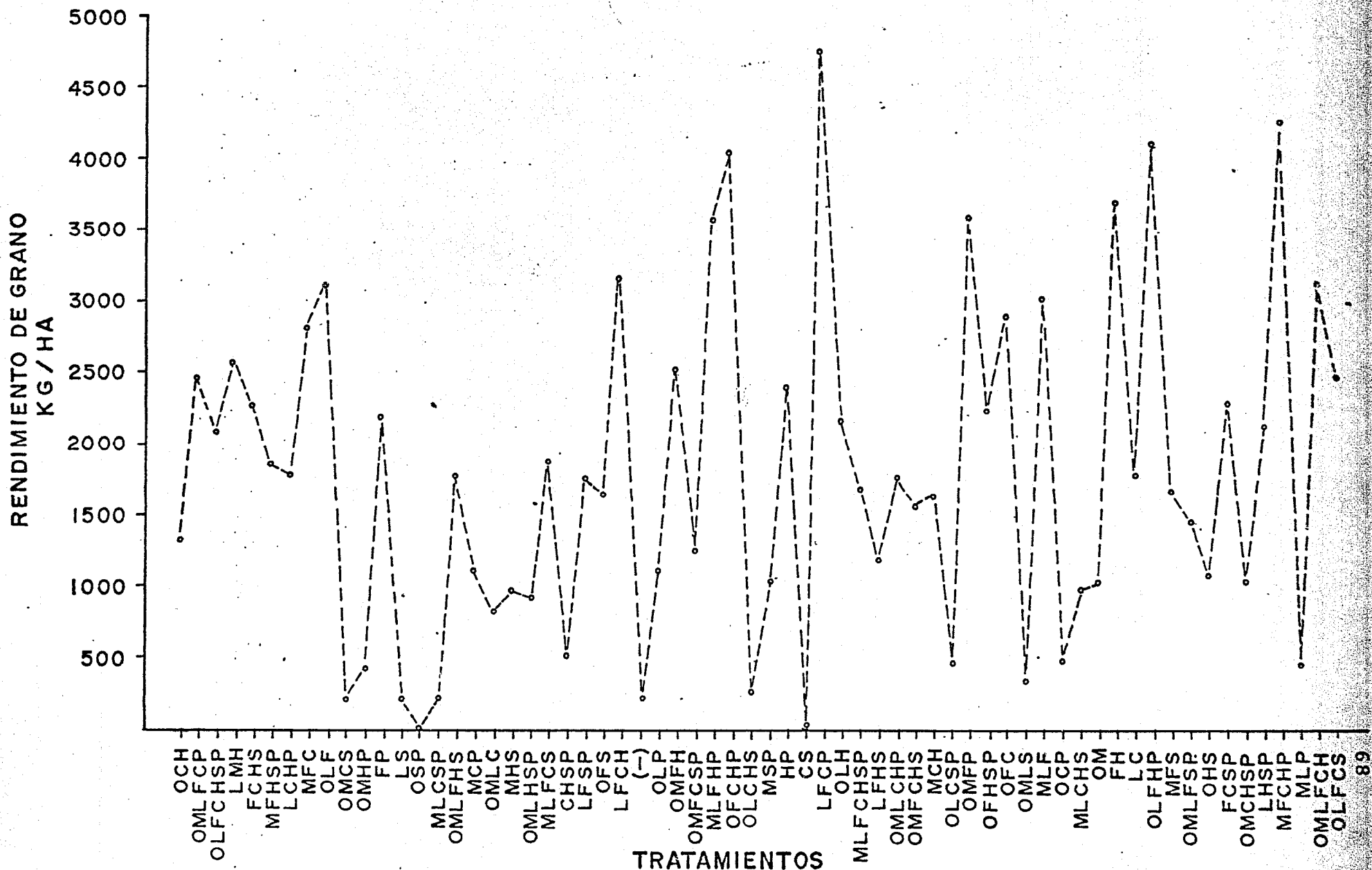
<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso en</u> <u>kg/ha</u>	<u>Par</u> <u>cela</u>	<u>Trata</u> <u>miento</u>	<u>Peso en</u> <u>kg/ha</u>	<u>Resultados del Análisis de Varianza</u>			
						<u>Efecto</u> <u>factorial</u>		<u>Efecto</u> <u>factorial</u>	
1	OCH	1348.0	33	MSP	1039.0				
2	OMLFCP	2486.0	34	HP	2411.0				
3	OLFCHSP	2104.0	35	CS	149.0	O	-6215	MH	-1865
4	LHM	2572.0	36	LFCP	4743.0	M	-6027	MS	2079
5	FCHS	2275.0	37	OLH	2141.0	L	5063	MP	-4419
6	MFHSP	1837.0	38	MLFCHSP	1665.0	F	<u>50397**</u>	LF	-3401
7	LCHP	1789.0	39	LFHS	1210.0	C	1031	LC	-1495
8	MFC	2813.0	40	OMLCHP	1735.0	H	<u>16107**</u>	LH	-2439
9	OLF	3119.0	41	OMFCHS	1561.0	S	<u>-34701**</u>	LS	-4935
10	OMCS	223.0	42	MCH	1625.0	P	4885	LP	-1017
11	OMHP	465.0	43	OLCSP	476.0	OM	-4439	FC	6207
12	FP	2176.0	44	OMFP	3571.0	OL	983	FH	-8401
13	LS	207.0	45	OFHSP	2223.0	OP	3237	FS	<u>-13645**</u>
14	OSP	15.0	46	OFC	2899.0	OC	-3553	FP	4653
15	MLCSP	226.0	47	OMLS	360.0	OH	-2121	CH	-5351
16	OMLFHS	1768.0	48	MLF	2996.0	OS	2547	CS	-3015
17	MCP	1126.0	49	OCP	484.0	OP	-2687	CP	871
18	OMLC	831.0	50	MLCHS	973.0	ML	-5041	HS	-5067
19	MHS	990.0	51	OM	1033.0	MF	-4923	HP	4043
20	OMLHSP	924.0	52	FH	3679.0	MC	-2049	SP	-401
21	MLFCS	1857.0	53	LC	1785.0				
22	CHSP	531.0	54	OLFHP	4096.0				
23	LFSP	1748.0	55	MFS	1652.0				
24	OFS	1660.0	56	OMLFSP	1482.0				
25	LFCH	3151.0	57	OHS	1090.0				
26	(-)	239.0	58	FCSP	2267.0				
27	OLP	1107.0	59	OMCHSP	1029.0	al 0.01 (**)	12456.41486		
28	OMFH	2535.0	60	LHSP	2128.0	al 0.05 (*)	9175.484157		
29	OMFCSP	1264.0	61	MFCHP	4237.0				
30	MLFHP	3550.0	62	MLP	486.0				
31	OFCHP	4047.0	63	OMLFCH	3100.0				
32	OLCHS	289.0	64	OLFCS	2452.0				

Error estándar 556.0899489

Coefficiente de variación (%) 31.20567189

Media 1782.015625

FIGURA 9.- RENDIMIENTO DEL GRANO EN KG/HA EN LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS



ANALISIS GENERAL SOBRE LOS FACTORES PRINCIPALES QUE  
NO ALCANZARON NIVEL DE SIGNIFICACION ESTADISTICA  
SOBRE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Como se mencionó anteriormente, los factores principales que dieron significación estadística fueron F, S, H y P y aquellos que no manifestaron tal nivel de significancia fueron O, M, L y C.

La materia orgánica (O) en el nivel utilizado se considera que no causó efectos en los tratamientos, dado que consistió en materiales escasos en nitrógeno y abundantes en material carbonáceo difícilmente degradable en un ciclo y en escasa cantidad; es probable que en este mismo material incorporado acumulativamente al suelo durante varios años, diera un incremento de materia orgánica que se manifestara en una mayor dotación de nutrimentos aprovechables por las plantas. O bien, por otra parte, si se hubieran utilizado aportes de abonos orgánicos en las cantidades recomendables para el cultivo y la zona, otros hubieran sido los resultados. La intención al utilizar rastrojos derivados de la cosecha anterior como aporte de materia orgánica, se debió al hecho de querer obtener un mejor aprovechamiento de dichos residuos vegetales, que generalmente poco se utilizan y, además, dado que se trata de una agricultura de temporal de escasa redituabilidad, la incorporación de abonos orgánicos eleva-

ría los costos de producción, con la consecuente disminución de los beneficios.

El establecimiento de las microcuencas (M) obedeció principalmente a tener la evidencia experimental que nos mostrara sus ventajas o desventajas. Se reconoce que este tipo de labor cultural podría ser más recomendable para áreas con menor precipitación de la observada en la zona de estudio.

La práctica tradicional de labranza sin la aplicación del factor fertilizante no es redituable, puesto que la movilización de la capa arable en el terreno agrícola de por sí, aporta muy pocos beneficios; incluso la labranza con semilla mejorada como se ha mencionado, tampoco produce mejores rendimientos. Por lo observado en este trabajo, la labranza, en las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, solamente es redituable con la incorporación de fertilizantes químicos inorgánicos.

Es reconocida la participación razonada de los plaguicidas para mantener en buen estado la sanidad de un cultivo. Cuando las condiciones ambientales son más propicias para el desarrollo de los ciclos de vida de las principales plagas, es natural que el uso de este insumo va a tener un mayor efecto en el control de la(s) población(es) que ataquen al cultivo y en consecuencia en el rendimiento del mis-

mo. Se considera que las condiciones atmosféricas dominantes en la zona de estudio no son muy favorables para un gran desarrollo de muchas plagas; esto no quiere decir que no existan y que no ataquen al cultivo, sino que los niveles de infestación y en consecuencia de daño no llegan a ser significativos. Tales argumentos pueden ser la explicación por la cual el factor control de plagas (C), no obtuvo nivel de significancia sobre las variables de estudio.

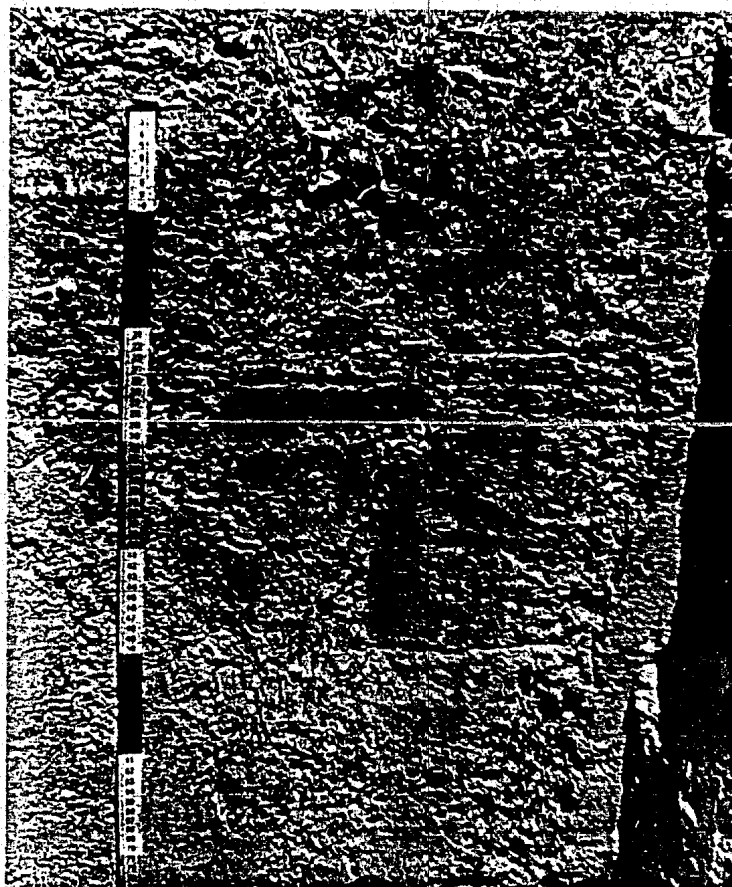


Figura 10. Aspectos morfológicos del perfil del suelo donde se llevó a cabo el experimento. Nótese la poca diferenciación entre el horizonte  $A_p$  (0-25 cm) y el horizonte C.



Figura 11. Aspecto general del lote experimental a la segunda semana de su establecimiento.



Figura 12. Efecto de la retención del agua por las microcuencas después de una precipitación pluvial.



Figura 13. Otro aspecto de las microcuencas en una etapa más avanzada del cultivo.





Figura 14. Vista parcial del experimento, donde se observan diferencias en crecimiento en las parcelas que constituyeran los tratamientos; asimismo, una de las calles principales.

## VI. CONCLUSIONES

Se realizó un estudio sobre evaluación de prácticas de manejo en el cultivo de maíz en andosoles del norte del Estado de Morelos. Los resultados obtenidos nos permiten establecer las siguientes conclusiones:

- Las prácticas culturales que dieron efectos de alta significancia sobre las variables de estudio fueron: aplicación de fertilizantes (F), aplicación de herbicidas (H), uso de semilla mejorada (S) y densidad de población (P) equivalente a 45,000 plantas por hectárea.
- Las prácticas culturales materia orgánica (O), microcuencas (M), labranza (L) y control de plagas (C) no dieron nivel de significancia sobre las variables de estudio en las condiciones en que se desarrolló el experimento.
- De las interacciones de dos factores que contempló el diseño experimental utilizado, dieron nivel altamente significativo las siguientes: fertilizante x semilla (F S) en cuatro de las cinco variables, fertilizante x herbicida (F H) en una de las variables, y fertilizante x población

(F P) en una de las variables estudiadas.

- Al comparar el rendimiento promedio en grano de maíz de los tratamientos con prácticas culturales equivalentes a labranza convencional (1587 kg/ha) con aquel de los tratamientos con cero labranza (2217 kg/ha), se encontró que ésta incrementó dicho rendimiento en un 28%.

Las conclusiones anteriores nos permiten considerar que lo aquí afirmado no establece un nuevo hecho, dado que es bien conocida la respuesta a fertilizantes químicos inorgánicos por diferentes cultivos, el uso de herbicidas, semilla mejorada y densidad de población. El aporte modesto de este trabajo se fundamenta en probar las técnicas culturales ya citadas y cuatro más que en un total de ocho permitieron evaluar el efecto independiente de cada una de ellas y las interacciones, a nivel de dos factores resultantes del diseño experimental utilizado.

Asimismo, se considera conveniente señalar que, para tener más confiabilidad en la información aquí obtenida, es necesario repetir esta experiencia por un mínimo de tres años para obtener más seguridad en los datos y estar en condiciones de dar una recomendación.

## VII. LITERATURA CITADA

- Baeumer, K. y W. A. P. Bakermans. 1973. Zero-Tillage. Adv. Agron. 25:77-120.
- Berlijn, J. 1982. Preparación de Tierras Agrícolas. Editorial Trillas. México, pp. 9-16.
- Blevins, R. L. y D. Cook. 1970. No - Tillage - Its influence on soil moisture and soil temperature. University of Kentucky. College of Agriculture. Dept. of Agronomy. EUA. Kentucky Agr. Exp. Sta. Progress Report 187.
- Blevins, R. L., D. Cook, S. H. Phillips, y R. E. Phillips. 1971. Influence of No - Tillage on soil moisture. Agron. J. Vol. 63: 593-596.
- Bonciarelli, F. 1979. Agronomía. Editorial Academia León. España, p. 141.
- Burus, E. E. 1972. Potential for plant disease with conservation tillage. Proceedings Illinois Regional Conservation Tillage Conference. Univ. of Illinois, Cooperative Extension Service, pp. 86-93.
- Cochram, W. y G. Cox. 1965. Diseños Experimentales. Editorial Trillas. México, pp. 322, 323.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1970. Carta de Climas. México 14 Q - V México, D. F.
- Fink, R. J. y D. Wesley. 1974. Corn yield as affected by fertilization and tillage systems. Agron. J. Vol. 66: 70-71.
- Foth, H. 1978. Fundamentals of Soil Science. Sixth Edition. John Wiley & Sons. USA, p. 48.

- Gondé, H., G. Carre y P. Jussiaux. 1965. Lecciones de Agricultura. Aguilar. España, pp. 525-527.
- Gregory, W. W. 1974. No tillage corn insect pest. A five years study. Proceedings No tillage Research Conference. Agricultural Experiment Station. College of Agriculture. Univ. of Kentucky, pp. 46-58.
- Gregory, W. W. y G. J. Musick. 1975. Insect mangement in reduced tillage systems. Dept. Entomology. College of Agriculture. Univ. of Kentucky. EUA.
- Harold, L. L., G. B. Triplett, W. M. Edwards. 1970. No - Tillage Corn characteristics of System. Agric. Eng. pp. 128-131.
- Harold, L. L. 1972. Soil erosion by water as affected by reduce tillage system. Proceeding No. - tillage systems Symposium. Ohio State University. Ohio Agricultural Research and Development Center, pp. 21-29.
- Herbek, J. 1974. Double-Cropping Proceedings No - Tillage Research Agricultural Experiment Station. College of Agriculture. Univ. of Kentucky, pp: 70-75.
- Jones, T. N., J. E. Moody, G. M. Shear, W. W. Moschler y J. H. Lillard. 1968. The No - Tillage System for Corn. Agron. J. Vol. 60: 17-20.
- Laird, R. 1977. Investigación Agronómica para el Desarrollo de la Agricultura Tradicional. Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. pp. 13, 102, 134 y 135.
- Langer, P. 1978. Aprenda a Cultivar. Editorial Diana. México, p. 33.
- López, R. E. 1979. Geología de México. Tomo III. Imprenta Tesis Resendiz, 2a. edición. México, pp. 62-67.
- Millar, C. E., L. M. Turk y H. D. Foth. 1972. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. CESA. México, pp. 414-417.
- Moe, R. C. 1972. Erosion control-conservation tillage mechanical practices or both. Proceedings Regional Conservation Tillage Conference. Univ. Illinois Cooperative Extension Service, pp. 94-98.

- Mokibben, G. E. 1972. Zero tillage and the problems of weed, insect and rodent control. Proceeding Illinois Regional Conservation Tillage Conference. Univ. of Illinois Cooperative Extension Service, pp. 80-85.
- Moschler, W. W., G. M. Shear, D. C. Martens, G. D. Jones y R. R. Willmouth. 1972. Comparative Yield and Fertilizer Efficiency of No - Tillage and Conventional Tilled Corn. Agron. J. Vol. 64:228-231.
- Moschler, W. W., D. C. Martens, C. I. Rich y G. M. Shear. 1973. Comparative lime effects on continuous no - tillage and conventionally tilled corn. Agron. J. Vol. 65:781-783.
- Moschler, W. W., D. C. Martens y G. M. Shear. 1975. Residual fertility in soil continuously field cropped to corn by conventional tillage and no - tillage methods. Agron. J. Vol. 67:45-48.
- Musick, G. J. 1970. Insect problems associated with no - tillage corn production. The Pesticide Institute News. Ohio Agriculture Research and Development Center, pp. 6-8.
- Pearson, S. H. 1976. Maquinaria y Equipo Agrícola. Ediciones Omega, S. A. España , p. 105.
- Peters, R. A. y W. L. Currey. 1970. Influence of Sod Species in No - Tillage Corn Production. Univ. of Connecticut Plant Science Dept.
- Phillips, R. E. 1974. Soil water, evapotranspiration and soil temperature in No - Tilled soil. Proceedings No - Tillage Research Conference. Agricultural Experiment Station. College of Agriculture. Univ. of Kentucky, pp. 6-15.
- Phillips, S. H. y H. M. Young. 1973. No tillage farming. Reiman Associates. Milwaukee, Wisconsin, EUA, 224 p.
- Shear, A. M. y W. W. Moschler. 1969. Continuous corn by the no tillage and conventional tillage methods: A six year comparison. Agron. J. 61:5424-526.
- Schopflocher, R. 1963. Enciclopedia Agropecuaria Práctica. Tomo I. Editorial El Ateneo. Argentina, p. 313.

- Smith, D. D. y W. H. Wischmeier. 1962. Rainfall Erosion. Advances in Agron. 14:109-148.
- Soza, R. F. et al. 1978. Cero-Labranza en el Cultivo del Maíz. CIMMYT. México. XXIV Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador, julio 10-14.
- Thomas, G. W., R. L. Blevins, R. E. Phillips y M. A. Momahom. 1973. Effect of a killed sod mulch on nitrate movement and corn yield. Agron. J. Vol. 65:736-739.
- Triplett, G. B., C. A. Osmond y P. Sutton. 1972. Fertilizer Application Methods for no tillage corn. Ohio Report. Ohio Agricultural Research and Development Center-Wooster, pp. 39-41.
- Triplett, G. B., D. M. Van Doren. 1977. Agricultura sin Labranza. Investigación y Ciencia. Marzo (6):14-20, 116.
- Unger, P. W. y A. F. Wiese. 1972. No-Tillage research in the Panhandle of Texas. Proceedings No-Tillage Systems Symposium. Ohio State Univ. Ohio Agricultural Research and Development Center, pp. 103-107.
- Unger, D. W. 1974. Soil Water Storage and Use in Limited and No-Tillage Cropping Systems. Proceedings of a Symposium on Limited and No-Tillage Crop Production Systems. USDA. Southwestern Great Plains Research Center Bushland, Texas, pp. 17-26.
- Van Der Mersch, G. C. 1978. Estudio del efecto de la labranza y no labranza en la producción de maíz en Apodaca, N. L. Verano 1977. Tesis profesional. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas.
- Wesley, W. G. y G. J. Musick. 1975. Insect management in reduced tillage systems. Dept. of Entomology. College of Agriculture. Univ. of Kentucky.
- Wilkinson, R. y O. Braunbeck. 1977. Elementos de Maquinaria Agrícola. Tomo 1. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 12. Sup. 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia, pp. 45, 65.

Williams, A. S. 1974. No-till and plant disease. Proceedings No-Tillage Research Conference. Agricultural Experiment Station. College of Agriculture. University of Kentucky, pp. 66-69.

Wilson, H. y A. C. Rocher. 1965. Producción de Cosechas. CECSA. México, pp. 151, 152.

Woodruff, N. P. 1972. Wind erosion as affected by reduced tillage systems. Proceedings No-Tillage System Symposium. Ohio State Univ. Ohio Agricultural Research and Development Center, pp. 5-13.