

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA



2da. APROXIMACION PARA LA OBTENCION DE LA D.O.E. EN LA
DENSIDAD DE SIEMBRA Y FERTILIZACION EN MAIZ (zea mays) L.
VARIEDAD P. 507 EN TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
Area Agroecosistemas

PRESENTA

MOISES RAMIREZ BONNET

GUADALAJARA, JAL.,

1988

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

I N D I C E

	PÁGINA:
* INDICE DE CUADROS Y FIGURAS
* INDICE DE CUADROS DEL APENDICE
* I. INTRODUCCION.	1
1.1 Problemática mundial alimentaria	1
1.2 Problema alimentario mexicano	2
1.3 Justificación	3
* II. OBJETIVOS	5
* III. HIPOTESIS	6
* IV. REVISION DE LITERATURA.	7
4.1 Generalidades botánicas	7
4.1.1 Clasificación taxonómica	7
4.1.2 Morfología (sistema radical) y distribución de las- hojas)	8
4.1.3 Fisiología	10
4.2 Razas	13
4.2.1 Variedades	15
4.2.2 Híbridos de altos rendimientos	16
4.3 Exigencias climáticas y edáficas	21
4.3.1 Temperatura	21
4.3.2 Humedad	21
4.3.3 Requerimientos edáficos	22
4.3.4 Tipos de suelo	23
4.3.5 Ph del Suelo	23
4.3.6 Salinidad del suelo	24
4.4 Fertilización	24
4.4.1 Generalidades sobre fertilización	24
4.4.2 Formulaciones más usadas	25
4.5 Siembra	25
4.5.1 Epoca de siembra	25

	PAGINA:
4.5.2	Métodos de siembra 26
4.5.3	Densidad de siembra 26
* V.	MATERIALES Y METODOS 28
5.1	Materiales 28
5.1.1	Fisiografía del Area de Experimentación 28
5.1.2	Material Genético 30
5.1.3	Insumos 32
5.1.4	Material mecánico. 33
5.1.4.1	Maquinaria agrícola. 33
5.1.4.2	Aperos de labranza. 33
5.1.4.3	Equipo de Laboratorio 33
5.2	Métodos 36
5.2.1	Diseño Experimental Estadístico 36
5.2.2	Parámetros a evaluar 36
5.2.3	Metodología o desarrollo del experimento 36
5.2.4	Análisis estadístico 39
5.2.5	Análisis Económico (DOECI, DOECL) 39
5.2.6	Costos 40
5.2.7	Dosis Optima Económica, Capital Ilimitado y Limi- tado 43
* VI.	RESULTADOS 44
6.1	Análisis Estadístico. 45
6.2	Respuesta a Nitrógeno 46
6.3	Respuesta a Fósforo 47
6.4	Respuesta a Potasio 49
6.5	Respuesta a Densidad de Población 49
6.6	Análisis Económico 50
* VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54
* RESUMEN 56
* VIII.	APENDICE 57
* IX.	BIBLIOGRAFIA 60

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA:</u>
1	Síntesis de la Clorofila, efectos en la producción de la fotosíntesis al incrementar la intensidad lumínica . . .	11
2	Representación de la temperatura y precipitación para la región del municipio de Tlajomulco de Zóñiga	29
3	Representación gráfica de la matriz Plan Puebla 1, parámetros factores	31
4	Cálculos de siembra	34
5	Distribución y sorteo de tratamientos en el predio . . .	35
6	Distribución de los factores en estudio, de acuerdo a la Matriz Plan Puebla I	37
7	Cálculo de Costos de siembra de acuerdo a la densidad de población	41
8	Costos unitarios de Nitrógeno y Fósforo	42
9	Análisis de varianza y criterio de decisión	45
10	Rendimientos a humedad corregida de cada tratamiento por repetición	48
11	Algoritmo de análisis económico por el Método Gráfico-Estadístico	51
12	Representación gráfica de la respuesta del maíz a la dosis de fertilizante fosfatado y densidad de población	52 y 53

INDICE DEL APENDICE

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA:</u>
1A	Análisis químico-físico de suelos, practicado en el lugar del experimento	58
2A	Superficie y uso del suelo en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco	59

A B S T R A C T

As to corn's importance as an essential product in nourishment, and the problems arisen in current productions, --- which have lessen its development, and whereas public demand-increases, its extremely important to create a deeper knowledge of its cultivation, as well as the plant itself.

Therefore, this experiment was carried out with chemical fertilizers and different densities of population, to estimate the probable reaction given by corn, to increase the results per unit of surface, or, on the other hand, lowering prices; that's why a prior study related to the region's conditions and characteristics, was carried out, giving results and taking into account the objectives, hypothesis and methodologies which would be, afterwards, developed:

OBJECTIVES:

To obtain the best economical dosage of nitrogen, phosphorus and density of population, which could give as a result the maximum net income per unit of surface.

Thus, a space of 120 to 210 Kg/Hectare of Nitrogen, one from 30 to 90 Kg./Hectare of Phosphorus and 30 to 60 thousand plants per hectare in density of population, were explored.

Using the experimental design, random sections with 17 treatments, 4 repetitions and a main statistical design "Puebla I Project", an economical analysis was obtained and using the statistical-graphical method, we could observe significance in Phosphorus (P) and Density of Population (D), compared to the minimum significative effect. (MSE).

Nonetheless, there was never a maximum economical treatment for unlimited capital, nor was for the limited one, leaving off the lowest level of 120 Kgs./Hectare of Nitrogen, 60 Kg./Hectare of Phosphorus and 50,000 plants per hectare in density of population.

I. INTRODUCCION.

1.1 Problemática Mundial Alimentaria.

Gracias a los medios de comunicación, los problemas de cualquier índole son transmitidos a todos los rincones del mundo casi al momento mismo - en que se generan. Uno de los problemas que a diario aparece es el del hambre, que por diversas causas aparece a diario y en todos los países, siendo desde luego los más castigados, los países subdesarrollados que coincidentemente también son los que tienen el índice demográfico mayor, en tanto que en otros países, la sobreproducción de alimentos les genera otro tipo de problemas económico-políticos.

El problema de abastecimiento mundial de alimentos afecta, directa o indirectamente, a todas las personas sea cual fuere su ocupación y situación social y económica. Wilsie (1966), señala que se han desarrollado tipos de distribución mundial de cultivos basados en los principios naturales de la evolución biológica y la ecológica, aunque, posiblemente, pueden haber influido también de manera notable, la ambición y la ingenuidad humana. Estos tipos han sido dados en general. Por supuesto, y raras veces, nos paramos a reflexionar seriamente de por qué, en dónde, cómo y cuándo - cultivamos.

Asimismo, Wilsie (1966) menciona el caso específico de la producción mundial de alimentos durante el conflicto armado de la Segunda Guerra Mundial, en donde la producción, en la mayoría de los países que se vieron afectados por el conflicto armado, bajaron su producción a niveles de insuficiencia debido principalmente a que los brazos activos para la producción se vieron obligados a dejar el arado por el arma, en tanto que en otros países, como el caso de los Estados Unidos, la producción se elevó a niveles sin precedente, especialmente después del enfrentamiento armado; esta sobreproducción vino a ayudar, mediante la exportación de alimentos a los países menos favorecidos, hasta que recientemente han vuelto a recuperar sus niveles de producción. Pero esto no ha ocurrido igual en los países subdesarrollados que siguen dependiendo de las exportaciones para poder alimentar a su pueblo, quedando sujetos a todos los problemas que ella conlleva. La escasez en la producción mundial de alimentos, día a día se

Incrementa por muy diversas causas, siendo entre las principales la explosión demográfica y afecta en tal grado, que la FAO (1983), señala que, para alimentar a la población mundial, la producción agrícola tendrá que aumentar de aquí al año 2000 en un 60%. Enumera tres puntos para lograr ese incremento en la producción agrícola:

- 1°. Habrá que intensificar la agricultura en las tierras que ya se están cultivando. En el decenio de los Sesentas, la producción de una hectárea de tierra daba sustento a 2.6 aproximadamente; de aquí al año 2000 una hectárea tendrá que mantener casi al doble, es decir, a 5 personas.
- 2°. Se tendrá que incrementar la superficie cultivada en 200 millones de hectáreas, o sea un 14% aproximadamente.
- 3°. Es preciso invertir el proceso constante de degradación de los suelos del mundo.

1.2 Planteamiento del Problema.

El Problema Alimentario Mexicano.- La situación real de México ante sus necesidades alimentarias, es muy difícil sin recurrir a la especulación o al amarillismo, pero cada día la dependencia con el extranjero respecto a la provisión de alimentos para el pueblo mexicano, es mayor. Las causas pueden ser muchas y todas a la vez igual de importantes, como por ejemplo las que menciona enseguida:

Causas Naturales.- Se sabe que la agricultura nacional en su mayor parte es de temporal y depende la bondad del periodo de lluvias, para lograr una producción en este renglón. La naturaleza no ha sido muy benigna y se han presentado fuertes sequías, acompañadas en otras ocasiones de una abundancia de las mismas, perjudicando en ambos casos la producción de alimentos. En Guanajuato, en el ciclo Primavera-Verano de 1987, se recogieron cosechas de 500,000 toneladas menos de lo previsto, así, el Sol del Bajío informa que en cuanto a maíz fueron programadas para siembra 297,691 Has, pero de ellas, 104,039 Has tuvieron pérdida total y las hectáreas restantes, pérdidas parciales. Asimismo, el Excelsior del día 13 de Diciembre de 1987 informa que, ANAGSA deberá pagar \$25 mil millones como indemnizaciones a los productores de soya en Sinaloa, por los siniestros que sufrieron debi-

do a las sequías. El *Sol de México*, del 30 de Diciembre de 1987, reporta -- pérdidas en casi dos millones de hectáreas por siniestros agrícolas. Señala que en el caso del maíz, cuya producción estimada es de 10'602,000 toneladas que significan el 83% de lo programado inicialmente, el avance a la fecha es de 4'785,000 toneladas, igual que en otros productos básicos que también sufrieron pérdidas.

Causas Administrativas. -- En este renglón, cabe mencionar que las políticas económicas, tanto en el manejo y distribución de insumos como en la asignación de precios de garantía de los productos básicos, al igual que en la -- reglamentación de la tenencia de la tierra, han hecho que pierda el agricultor el interés por explotar sus tierras o al menos, por cultivar vegetales de consumo básico.

Causas Técnicas. -- En este sector también se tienen varios problemas, entre ellos el económico, que impide que más investigadores se dediquen a -- las investigaciones agrícolas tendientes a conservar los suelos, a incrementar las zonas de riego y a fomentar la productividad de las plantas cultivadas. En este último punto falta mucho por investigar, a fin de lograr mayores producciones por unidad de superficie, conjugando los factores del medio con el vigor de las plantas, pues ya no es posible incrementar las -- superficies cultivadas como lo afirma Brambina et al (1978), a fin de obtener mayores cosechas y lo que es peor aún, ciclo a ciclo esta superficie -- se ve disminuida por la erosión y mal uso del suelo y por la expansión de los grupos de población.

Todos estos problemas mencionados anteriormente, inciden en diversos grados a la disminución de la productividad del campo, agravando el abasto alimentario mexicano.

1.3 Justificación.

Por todo lo anteriormente expuesto, es de prioridad apoyar las investigaciones que lleguen a elevar los rendimientos de los cultivos por unidad de superficie, a fin de que explotando la misma cantidad de hectáreas -- que a la fecha se realiza, se puedan obtener mayores rendimientos y solucionar de esta manera, el déficit alimentario nacional. El presente trabajo se enfoca a obtener mayores rendimientos del maíz, buscando la conjuga-

ción óptima entre densidad de población y dosis de fertilización, para que una vez determinada la densidad y la fertilización más propicia, divulgaria entre los agricultores de la región de Tlajomulco y promover la misma Investigación en las diferentes regiones malsacas de México.

II. OBJETIVOS.

- 2.1 Desarrollar la segunda aproximación para la determinación de la dosis óptima económica de fertilización, nitrogenada y fosfatada, así como la densidad de población que incremente la utilidad por superficie cosechada en maíz, en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.
- 2.2 Evaluar en este cultivo la respuesta a Potasio.
- 2.3 Que sea de utilidad para posteriores consultas.

III. HIPOTESIS.

1. La producción óptima económica de grano de maíz, está limitada por -- los factores de fertilización así como a la densidad de población.
2. Los nutrientes Nitrógeno, Fósforo, son utilizados por método tradicional, por lo que no se aplican en cantidades adecuadas, así como la -- densidad de población no reúne las condiciones adecuadas.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1 Generalidades Botánicas.

4.1.1 Clasificación Taxonómica.- Para el estudio de las especies vegetales es necesario conocerlas y agruparlas en conjuntos de plantas que muestren similitudes genéticas y fisiológicas, es decir, agruparlas en taxones que nos ayuden a no caer en la confusión.

Carlos Lineo, comprendiendo la importancia de identificación de -- las especies y observando las confusiones hasta ahora provocadas -- al conocer solamente en las especies con nombres vernáculos, ideó un sistema de agrupamiento que en la actualidad sigue vigente.

El mismo Lineo clasificó al maíz dentro del grupo de las Gramíneas. Este grupo pertenecen la mayoría de los cereales o plantas de importancia agronómica como el trigo, el arroz, el sorgo, etc. La clasificación taxonómica del maíz es como sigue, según Robles Sánchez (1979).

Reino:	Vegetal
División:	Tracheophyta
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Monocotyledoneae
Grupo:	Grumiflora
Orden:	Gramineae
Tribu:	Maydeae
Género:	Zea
Especie:	Mayz

A pesar de esta descripción taxonómica, aún se presta confusión da do que aún hay dudas sobre el origen del maíz.

Mangels Dorf (1974) y Spague (1977), mencionan que el maíz solamente se conoce la especie cultivada y aún los estudios arqueológicos revelan que el maíz que fue cultivado por los primeros pobladores del Continente Americano, es similar al actual.

Fortson (1983), clasifica al maíz dentro de la familia de las Gramíneas de la siguiente manera:

Familia de las Gramíneas
Subfamilia Andropogonacea
Tribu Maydeae

Grupo _____ Grupo _____ Grupo

Género Género Género
Zea Euchlaena Tripsacum

Zea Tunicata Zea Saccharata Zea Amylacea Zea Indentata Zea Everta.

Weilhausen et al (1943) realizaron una colección en forma sistemática que duró más de 7 años y en el Otoño de 1943 concluyeron ésta con 2,000 muestras, las que obtuvieron como variedades criollas en diferentes regiones de México.

La clasificación de las razas en México fue realizada por Weilhausen y sus colaboradores, basándose en:

- 1) Caracteres vegetativos de la planta.
- 2) Caracteres de la espiga.
- 3) Caracteres de la mazorca.
- 4) Caracteres fisiológicos, estudios genéticos y citológicos.

En total, ha sido posible reconocer en México 25 razas distintas - con algunas subrazas; Robles (1979) menciona la dificultad que -- existe en la clasificación taxonómica del maíz y de otras especies, puesto que en otras ocasiones se ha incurrido en el error, como en el caso del maíz y teosinte, que fueron clasificados dentro del -- Género Zea y Euchlaena respectivamente, pero en la actualidad se -- sabe que ambas especies pertenecen al mismo Género Zea.

4.1.2 Morfología.- Dapoux y Debelley /1969) describen a la planta de -- maíz como sigue: el tallo alto y erecto, puede elevarse hasta tres metros y más en algunas variedades.

En su base desarrollan a veces hijuelos, tallos secundarios, cuya presencia es sobre todo perjudicial para el rendimiento. Las hojas

son largas, bastante anchas y abrasadoras; en la axila de algunas - de ellas aparecen las flores femeninas agrupadas en una espiga ro-- deada de largas bracteras; en la extremidad de esta espiga emergen largos estilos (barbas de maíz o sedas) sobresaliendo de 10-20 cm. - que se obscurecen después de la fecundación.

Las flores masculinas, agrupadas en panículas, están implantadas en la extremidad del tallo. La planta es diclina y monoica y la fecundación cruzada es la más frecuente.

En el caso de la fecundación de las flores femeninas por polen de - otra variedad, el albumen que proviene de la fusión del núcleo se-- cundario del polen con el núcleo secundario del óvulo, es híbrido - también, lo que explica el fenómeno de xenia cuya manifestación más visible es la presencia de granos de coloración diferente sobre una misma espiga. Las raíces, fasciculadas, son potentes y con un desa-- rrollo muy rápido en algunas semanas y pueden a la vez descender -- profundamente.

(Lo que permite a la planta protegerse de las sequías) y ocupar la-- teralmente el suelo sobre un amplio círculo. En los nudos de la ba-- se pueden aparecer raíces adventicias, llamadas "coronarias".

Las semillas se encuentran agrupadas por varios centenares (hasta 1 millar) en una espiga muy apretada alrededor de un eje central o -- "zuro"; el zurro fibroso y celulósico, representa un peso del 15 al-- 25% de la espiga.

Cada hilera lleva de 15 a 40 granos, según la variedad y las condi-- ciones de vegetación.

Los granos tienen como media la siguiente composición en porcentaje total de la semilla:

Almendra - - - - -	77.5 a 84%
Envoltura - - - - -	5 a 8.5%
Germen - - - - -	11 a 13%

Los componentes principales de la materia seca están presentes en - las siguientes proporciones:

Almidón - - - - -	70 a 75%
Materias Nitrogenadas - - -	6 a 15%
Materias Grasas - - - - -	5%
Azúcares - - - - -	2%
Materias Minerales - - - -	2%

El peso hectólitro del grano de maíz normalmente seco (14% de humedad) es de 72 a 75 Kgs.

- 4.1.3 Fisiología.- Fotosíntesis es el fenómeno por el cual las plantas -- verdes transforman los elementos inorgánicos simples en compuestos-- orgánicos complejos, mediante la intervención de la energía solar -- (luz).

Para que se lleve a efecto esta transformación se requiere de la -- presencia de diversos elementos tanto minerales como climáticos.

Los elementos básicos para que se realice la fotosíntesis, además -- de la energía luminosa, le sigue en importancia el CO_2 , el agua y -- la acción de los elementos climáticos, como la temperatura, la humedad relativa y el viento. Existen además una infinidad de elemen-- tos minerales que pueden adquirir el rango de factores limitantes -- al no estar disponibles o ser insuficientes para que las plantas -- lleven dicho proceso, como por ejemplo: el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Hierro, Magnesio, etc.

Luz.- La fotosíntesis es realizada por los Cloroplastos pero la --- fuente de energía para el funcionamiento de dicho proceso es la luz, al grado de que si no hay luz no hay fotosíntesis.

Richter (1984) señala que como proceso típico que requiere de luz,- existe una dependencia muy marcada en la intensidad. Conforme se -- aumenta la intensidad lumínica aumenta la síntesis de clorofila hasta un punto óptimo; pero si la intensidad sigue en aumento llega a-- un punto donde empieza una destrucción rápida de la clorofila, rebasando la síntesis de la misma y finalmente, terminar en la clorosis.

Rojas (1980) señala, que toda planta tiene un umbral tanto mínimo -- como máximo; a partir de este umbral, el aumento en intensidad de --

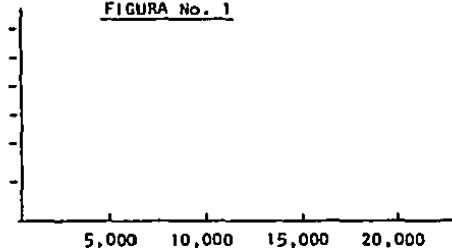
luz es nocivo; menciona además, que experimentos realizados por --- Shantz han mostrado que la papa, lechuga y rábano, se desarrollan mejor con sólo la mitad de la luz óptima para el maíz. (Ver gráfi-- ca).

<u>INTENSIDAD</u>	<u>BUJIAS - PIE</u>	<u>EFECTOS:</u>
Mínima	200	Bosque sombrío punto de compensación valor de supervivencia.
Óptima	2,500-3,000	Buen crecimiento tamaño follar máximo.
Máxima	3,000	No hay más crecimiento.

Como se puede observar, por lo mencionado por Rojas, la luz tiene - dos funciones: la primera, que ayuda a la síntesis de clorofila, es decir, ayuda a la conversión de la protoclorofila a clorofila, pero a su vez un exceso en la intensidad la destruye más rápido de lo -- que sintetiza; pero por otro lado, la intensidad luminosa actúa en la transformación de elementos minerales inorgánicos a compuestos - orgánicos, siendo el principal derivado los carbohidratos.

En la elaboración de carbohidratos la intensidad lumínica es varia- ble, pero el umbral fótico (umbral necesario para la síntesis de -- carbohidratos), está dentro del umbral que se requiere para la sín- tesis de la clorofila; en la siguiente figura (No. 1), se puede mos- trar los efectos en la producción de fotosintatos al incrementar la intensidad lumínica, cuidando de que el contenido de CO_2 no quede - como factor limitante.

FIGURA No. 1



Influencia de diferentes intensidades lumínicas (en lux) sobre la velocidad de la fotosíntesis.

Tomada de Richter (1984) "Fisiología del metabolismo de las plantas" ED. Continental, S.A. de C.V., México, D. F.

La figura número 1, nos muestra que al incrementar la intensidad de luz se llega a un momento en que la fotosíntesis se establece, pero si prolongamos la gráfica de acuerdo a lo mencionado por Robles, -- llegaremos a la disminución de la fotosíntesis debido a que la intensidad lumínica destruye los cloroplastos más rápidamente de lo que sintetizan.

CO₂.- Richter (1984), menciona que la cantidad de CO₂ ejerce, como materia prima de la fotosíntesis, una importante influencia sobre el rendimiento final a pesar de que algunas reacciones parciales de la fotosíntesis pueden realizarse también en su ausencia; la concentración de CO₂ en el aire, con 0.03%, no es óptimo para la fotosíntesis. Se puede obtener un aumento de la actividad fotosintética -- hasta un valor límite con un incremento de CO₂.

Rojas (1980) señala, que aunque la concentración de CO₂ en la atmósfera es poca, casi nunca ha ocupado el rango de factor limitante; -- sin embargo, hay casos específicos en donde sí ha sido limitante como por ejemplo: en los invernaderos y en algunos casos de alta densidad de siembra.

Temperatura.- Otro elemento climático importante que interviene en la síntesis de carbohidratos es la temperatura. Aunque no actúa directamente en la parte fotoquímica, sí interviene en la reacción -- oscura así como en la movilización de los azúcares.

Rojas (1980) señala que la falta de remoción de azúcares conlleva a la detención de la reacción fotosintética, asimismo, señala que en términos generales, el mínimo para que se realice la fotosíntesis -- está en 0 grados y el óptimo entre 26 y 30°C., aunque se ha observado que la fotosíntesis se incrementa hasta un máximo a los 50°C., -- pero no puede sostenerse por mucho tiempo y finalmente decrece, de manera que la óptima temperatura a la que permanece constante la --

producción fotosintética es entre los 26 y 30°C. Una elevada temperatura unida a una escasa disponibilidad de agua, también afecta la producción de los fotosintatos debido a que la planta, para evitar la deshidratación, cierra sus estomas y consecuentemente, disminuye el intercambio gaseoso reduciendo la aceptación de CO₂ y por consiguiente, la fotosíntesis. Esto tiene que ver directamente con el agua disponible y la cantidad de plantas que deberá utilizar el agua disponible y que se encuentran sometidas a altas temperaturas.

4.2 Razas.

En México, el primer intento serio y sistemático de coleccionar e identificar a las razas de maíz que existen en el país, se debe a Wellhausen, -- Roberts y Hernández X³, quienes con la colaboración de Mangelsdorf lograron publicar en 1951 un trabajo sobre las razas de maíz en México; estos investigadores identificaron 32 razas, de cada una de las cuales señalan sus principales características, su posible genealogía, su comparación con ancestros y razas más cercanas, su distribución geográfica y anotan bibliografía para ampliar la información.

Los trabajos de caracterización de razas de maíz en México han proseguido y son importantes como base a la formación de bancos de germoplasma para los programas de fitomejoramiento.

Wellhausen y sus colaboradores se basaron en las siguientes características para la clasificación de las razas mexicanas de maíz:

1. Caracteres vegetativos de la planta.
2. Caracteres de la espiga.
3. Caracteres de la mazorca.
4. Caracteres fisiológicos, estudios genéticos y citológicos.

Robles (1979) menciona que las razas mestizas prehistóricas son las que se cree que se originaron por medio de hibridaciones entre las razas indígenas antiguas y con Ingresión de germoplasma de Teocinte (13 razas).

Las razas modernas incipientes son las que se cree se han desarrollado después de la conquista, en este grupo se reconoce a 4 razas:

- A) Razas indígenas antiguas:

1. Palomero toluqueño.
 2. Arrocillo amarillo.
 3. Chapalote.
 4. Hal-tel.
- B) Razas exóticas precolombianas:
1. Cacahuacintle.
 2. Harinoso de ocho
 3. Olotón.
 4. Maíz dulce.
- C) Razas mestizas prehistóricas:
1. Cónico
 2. Reventado
 3. Tabloncillo
 4. Tehua
 5. Tepecintle
 6. Comiteco
 7. Jalq.
 8. Zapalote chico
 9. Zapalote grande
 10. Pepitilla
 11. Ocotillo
 12. Tuxpeño y
 13. Vandeño.
- D) Razas modernas incipientes:
1. Chalqueño
 2. Celaya
 3. Cónico norteño
 4. Bolita
- E) Razas no bien definidas:
1. Conejo
 2. Mushito
 3. Complejo serrano de Jalisco
 4. Zamorano amarillo
 5. Maíz blando de Sonora
 6. Gnaveño y
 7. Dulcillo del Norte.

4.2.1 Variedades.- Las variedades modernas que se conocen hoy en día como de altos rendimientos y resistentes a las inclemencias del tiempo, así como también resistentes a las enfermedades, son el resultado de diferentes técnicas de selección como lo son el de selección-masal, selección recurrente y de cruza simples. (El cultivo del maíz en México), el aprovechamiento a mediano plazo del germoplasma manejado por el programa del INIA ahora INIFAP desde 1979, ha dado origen a variedades de polinización libres o sintéticos, e híbridos con características importantes para los productores. (INIFAP, --- 1980).

Las ventajas que ofrecen las variedades de polinización libre con respecto a los híbridos, son que las variedades tienen características permanentes, por lo que el agricultor puede destinar la semilla para el siguiente ciclo.

Aunque una variedad no ofrece los rendimientos tan atractivos como los que podría ofrecer un híbrido de hasta un 70% arriba del rendimiento de su progenitor. Además del peligro que existe de ser contaminada esta variedad con otras variedades.

"La producción de variedades sintéticas y otros maíces mejorados de polinización libre, cubren las deficiencias en disponibilidad de semilla de maíces híbridos, aún cuando su potencial producción no están amplios como el de estos"(INIFAP, 1980).

Otra ventaja atractiva de las variedades de Polinización libre, es que el mantenimiento y producción de ésta es relativamente sencilla y de bajo costo para el productor (SARH, "El maíz", 1986).

Variedades según su uso.- De acuerdo a su uso, existen variedades de maíz forrajero y maíz para la producción de grano. El maíz forrajero debe tener abundante follaje. La particularidad del maíz forrajero es que sus hojas y el tallo tienen menor cantidad de lignina, por lo que es más digestible para el ganado.

Como ejemplos de variedades forrajeras se pueden citar: la H-412, -Bj-1 y la San Juan. Estas son variedades de ciclo intermedio. Otras como la H-507 y la H-503 de ciclo tardío.

Las variedades para la producción de grano tienen las siguientes características:

- Granos de color blanco. Para la elaboración de cereales.
- Granos con alta cantidad de carbohidratos. Son más aptos para la alimentación de animales.
- Granos de estructura cerosa. Tienen un alto contenido de amilopectina. Se utilizan como alimento para el ganado.
- Granos con alto contenido de azúcar. Son aptos para la alimentación humana. Se consumen en forma de elotes.
- Granos con alto contenido de aceite, para la industria aceitera.
- Granos con alto contenido de proteína y lisina. Se usan tanto en la industria como en la alimentación humana.
- Granos con mayor proporción de almidón duro o cristalino. Se usan para elaborar rosetas o palomitas. FAO (1978).

Actualmente se han estado desarrollando programas, en colaboración del CIMMYT e INIFAP, sobre la obtención de variedades más precoces, resistentes a efectos ambientales, plagas y enfermedades, así como la obtención de maíz con alta calidad proteica a partir de la fijación de los llamados Geneópacos 2 y Gene Harinoso 2, que contienen una mayor cantidad de Lisina y Triptofano, dos aminoácidos esenciales para el hombre. (SARH, "El maíz", 1986).

VARIEDADES DE MAÍZ UTILIZADAS EN LA REGIÓN DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO

VARIEDAD	DENSIDAD DE POBLACION (miles pt./Ha)	% DE UTILIZACION
B-15	35 - 45	32
P-507	45	30
Criollo	40	28
H-309	33 - 45	8
P-515	35 - 45	2

4.2.2 Híbridos de altos rendimientos.- Braver (1983) describe la formación del híbrido de la siguiente forma:

La progenie de dos individuos genotípicamente desiguales en ella, -

se unen por lo tanto factores hereditarios distintos en forma heterocigota. El término se aplica lo mismo heterocigota para un sólo par de factores (monohíbrido) que a las progenies de especies y aún géneros distintos.

FAO (1978) menciona que desde 1930, con la introducción del maíz híbrido y el mejoramiento de su cultivo, se ha aumentado considerablemente su rendimiento por hectárea y su resistencia a las enfermedades. Las variedades de maíz híbrido han llegado a ser bien aceptadas en la industria.

El maíz híbrido se crea por la cruce de plantas con caracteres genéticos muy diferentes; de esta cruce se ha logrado el vigor híbrido.

Braver (1983) cita a Wellhausen, que menciona que cuando las variedades que se usan como punto de partida para la formación de híbridos no han sido muy seleccionadas, como es el caso de muchas variedades mexicanas, pueden encontrarse combinaciones híbridas mucho más productivas. Por otro lado, está demostrado que el cruzamiento entre variedades de genealogía bien distinta, puede dar origen a combinaciones con un alto grado de heterosis medido por su rendimiento, como lo han demostrado los estudios entre cruzamientos de distintas razas de maíces mexicanos. Asimismo lo afirman los trabajos de Bucio (1954), Barrientos (1962), Castro (1964), Sandoval (1964) y Molina (1964) citados por Braver.

Darpoux y Debelley (1969) describen las características favorables de un híbrido de la siguiente forma:

- Mayor homogeneidad de las variedades;
- Vigor y productividad muy superiores;
- Mayor resistencia a la sequía, al frío, al acame e incluso, en algunos casos a las enfermedades;
- Mayor potencia de enraizamiento, permitiendo una mejor explotación de las reservas del suelo;
- Espatas más fáciles de eliminar e inserción de la mazorca a altura regular, facilitando la recolección mecánica;
- Porcentaje de zuro reducido y a veces, mejor calidad de grano;
- Gama de precocidad muy escalonada, permitiendo gran extensión geográfica.

Braver y Barrientos (1983) hacen mención del desarrollo para la formación de variedades híbridas, procedimiento que podría llamarse -- clásico o estándar, desarrollado y usado muy ampliamente en los Estados Unidos; consiste fundamentalmente en la formación de líneas puras, la selección de las mejores combinaciones y el uso de las líneas que mejor combinan como progenitores de los híbridos. El procedimiento, un poco más detallado, consiste en:

- a) Autofecundar un número grande de plantas dentro de variedades de polinización libre.
- b) Continuar la autofecundación por 6 a 8 generaciones hasta lograr líneas que serán fundamentalmente uniformes y bastante homogéneas. A la par que se forman estas líneas por autofecundación, se hace también una selección para conservar la mayoría de las características indeseables.
- c) Entre las líneas formadas en (b) se hace una selección de las -- que tengan mejor aptitud combinatoria general (ACG), se evalúa -- mediante cruzamientos con un progenitor común, que generalmente es una variedad de polinización libre.

Los mestizos resultantes de esos cruzamientos línea por variedad se someten a pruebas de rendimiento.

- d) Se evalúa la aptitud combinatoria específica (ACE) de las líneas que se seleccionaron por su buena ACG en (c), las pruebas de ACE corresponden a la formación de híbridos en todas las combinaciones posibles de las líneas puras y ensayos de rendimiento de estos híbridos en la práctica; también se evalúa la ACE por el ensayo de cruzamientos entre las líneas seleccionadas por ACG en -- (c) con una sola línea o cruzamiento simple.
- e) Prueba de los mejores cruzamientos dobles hechos con base en los resultados de los cruzamientos simples.

Poehlman (1983) menciona que el desarrollo para la producción comercial de semilla híbrida, involucra los siguientes puntos:

- a) La conservación y multiplicación de líneas autofecundadas.
- b) La producción de semilla de cruce simple.
- c) La producción de semilla de cruce doble y
- d) La manipulación y preparación de la semilla híbrida.

El Centro de Investigaciones Agrarias (1980) menciona que se han lo grado producir híbridos para las zonas agrícolas de riego y buen -- temporal, los que por sus buenas características de producción han sido aceptados por los productores, especialmente en el caso de la serie H-500 para las zonas tropicales, con menos de 1,000 metros de altura sobre el nivel del mar (H-503, H-507, H-508, H-509, H-507E y H-509E), que han subsistido a algunos maíces criollos en la preferencia de los agricultores.

MEDIA DE RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS MEJORES HIBRIDOS PRECOMERCIALES Y EL TESTIGO COMERCIAL 507, EVALUADOS EN TLAJOMULCO DE ZURIGA, JALISCO. (1986)

HIBRIDO	REND.	PORCIENTO DE HUMEDAD	ACAME % TALLO	% RAIZ	MALA COB.	PUD. DE MAZ.	TEXT. DE GRAND	CALIDAD DE MAZORCA	ALTURA DE MAZORCA	REPS.
YCPG79	11.4	26.2	85	96	8.0	8.5	6.0	8.0	142	8
YCPG7C	10.3	24.0	99	98	8.0	8.5	6.0	6.5	130	4
YCPG7E	9.7	25.5	100	99	8.0	8.0	6.0	6.5	145	4
507	9.7	25.5	98	96	8.0	8.0	6.0	6.5	145	36

Rendimiento: Ton/Ha de mazorca al 15.0% de humedad.

% Acame: Porcentaje de plantas que permanecieron paradas.

Mala Cob.: Calificación de 1-9, donde 1 = lo más malo y 9 = lo mejor.

Pud. de Maz.: Calificación de 1-9, " 1 = " " y 9 = "

% Cal. Maz.: Calificación de 1-9, " 1 = " " y 9 = "

% Alr. Maz.: Expresada en cms.

4.3 Exigencias Climáticas y Edáficas.

Dando por hecho que el origen del maíz sea México, aunque se desconoce el lugar exacto, se puede suponer que el origen de esta gramínea se encuentre en una zona tropical húmeda como puede ser la región de la Huasteca, como lo señala el Centro de Investigaciones Agrícolas (CIA, 1980).

Independientemente del lugar exacto de su centro de origen, el maíz - ha mostrado siempre una adaptabilidad muy grande a las diferentes condiciones ambientales y ya desde la época precolombiana, el maíz era cultivado - por los pueblos indígenas de las diversas regiones de México. En la actualidad, mediante la selección natural que ha ido sufriendo el maíz a través de los siglos y a la selección artificial realizada técnicamente por la Filogenética, es el maíz una de las plantas de mayor adaptabilidad en el mundo, pues como menciona CIA (1980), se le encuentra desde las costas hasta una altura cercana a los 3,000 m.s.n.m. Con esto se indica la gran adaptación que tiene el maíz a las diferentes condiciones ambientales que presenta el país.

4.3.1 Temperatura.- Se han hecho estudios sobre las condiciones climáticas generales más adecuadas para el crecimiento, desarrollo y producción del maíz. Jugenheimer (1985) señala que al maíz le favorecen temperaturas de verano moderadamente elevadas, noches cálidas y lluvia adecuada y bien distribuida durante la estación de crecimiento. Robles (1979) señala que la temperatura adecuada para el crecimiento del maíz se encuentra entre un rango de 10° a 40°C.; señala que temperaturas menores de 10°C. inhiben o retardan la germinación y temperaturas superiores a 40°C. perjudican especialmente la pollnización. Jugenheimer (1985) señala más específicamente temperaturas entre 21 y 27°C. para un mejor desarrollo y un alto rendimiento.

Desde luego tendría que considerarse las temperaturas adecuadas para cada raza, variedad o híbrido de maíz, así como el resto de las demás condiciones ambientales del lugar a cultivarse.

4.3.2 Humedad.- Robles (1979) señala que las condiciones adecuadas para -

maíz son diferentes si se consideran variedades precoces (alrededor de 80 días) o variedades tardías (alrededor de 140 días). Bajo condiciones de "temporal" (sin riego) y con variedades adaptadas, se pueden tener buenos rendimientos con lluvias de más o menos 500 mm. P.P. distribuidos durante el ciclo vegetativo (no durante el año); desde luego existen regiones con variedades criollas que pueden prosperar con poco menos de 500 mm. pero no con menos de 400 mm., - debido a que se abaten rápidamente los rendimientos a medida que se acerca a los 300 mm. P.P.

Lo anterior es considerado en regiones de temporal en zonas semiáridas; con respecto a regiones con "buen temporal", la precipitación pluvial es mayor de 500 mm. hasta llegar a un máximo que resulte en pérdidas del cultivo por exceso de humedad.

Bajo condiciones de riego, en términos generales, se recomienda un riego para siembra y tres riegos de "auxilio", cuya suma total en láminas de agua de riego, implican alrededor de 20 cm. de lámina en presiembra y 10 cm. de lámina para cada riego de "auxilio", o sea, más o menos 50 cm. (500 mm.) en total. Los métodos de riego, frecuencia y número óptimo, se explican en el Capítulo VII (Prácticas de Cultivo), obviamente, las variedades precoces requerirán menor cantidad de agua que las variedades tardías.

- 4.3.3 Requerimientos Edáficos.- Para los requerimientos edáficos del maíz Darpoux y Debelley (1969) y Jugenheimer (1985), mencionan que los suelos más apropiados para el maíz son bien drenados y fértiles, profundos, que contengan abundante materia orgánica, aireados pero sin ser demasiado huecos, que se calienten rápidamente en primavera y a la vez bien provistos de humedad; Jugenheimer (1985) señala además, que los terrenos arcillosos rojizos y profundos se prestan muy bien para el cultivo del maíz.

El CIA (1980) señala que el maíz prospera mejor en suelos fértiles bien drenados, profundos, de textura media. En general, los mejores terrenos para el cultivo son los de aluvión, los formados en las orillas de los ríos y aquellos terrenos vírgenes cubiertos por una vegetación espontánea.

4.3.4 Tipos de Suelos.- FAO (1978) menciona que la planta de maíz necesita suelos profundos y fértiles para dar una buena cosecha.

Además describe las siguientes características de suelos apropiados para el cultivo de maíz:

- Suelos de tipo franco y profundo.
- Suelos de aluvión, cerca de la orilla de los ríos.
- Suelos vírgenes, cubiertos por una vegetación natural exuberante.

No obstante, Darpoux y Debelley (1969) relatan que la planta de maíz se muestra particularmente bien dotada para adaptarse a diferentes condiciones. Puede contarse incluso con suelos francamente mediocres, a condición que se les aporte convenientemente el agua y los elementos fertilizantes; asimismo, Robles (1979) menciona que el maíz prospera en diferentes tipos de suelos, respecto a textura y a estructura. Se siembra en suelos arcillosos, arcillosos-arenosos, francos, francos-arcillosos, franco-arenosos, etc.; sin embargo, son mejores los suelos con textura más o menos franco que permiten un buen desarrollo del sistema radical y por consecuencia, mayor eficiencia en la absorción de la humedad y de los nutrientes del suelo, así como un mejor "Anclaje" o buena fijación de las plantas en el suelo, de tal manera que eviten problemas de "Acame" en el maíz.

FAO (1978) y CIA (1980) hacen un listado de suelos que deben descartarse para el cultivo de maíz, señalando los siguientes puntos:

- Suelos completamente arenosos o arcillosos.
- Con fuertes pendientes, erosionados.
- Con alto porcentaje de sales.
- Y terrenos completamente húmidos o propensos a inundarse.

4.3.5 Ph del Suelo.- CIA (1980) menciona que el cultivo del maíz tiene un amplio rango de adaptación al Ph; sin embargo, CIA cita el reporte hecho por Aldrich, indicando un trabajo realizado en un campo de estudios de suelos ácidos, en donde se obtuvieron los máximos rendimientos con un Ph de 6.0 ó mayor.

Darpoux y Debelley (1969) indicaron que tierras cuyo Ph está com--

prendido entre los 6 y 7, parecen las más apreciadas por la planta.

- 4.3.6 Salinidad del Suelo.- El CIA (1980) indica que el maíz es un cultivo considerado como de mediana tolerancia a las sales en estudios - de invernadero; se estableció la caída drástica de los rendimientos cuando la conductividad eléctrica en el extracto de saturación es - de 8 mm. Ohm/cm. La FAO (1978) menciona que los suelos con un alto porcentaje de sales, son menos aptos para el cultivo del maíz.

4.4 Fertilización.

- 4.4.1 Generalidades sobre Fertilización.- La fertilización y la aplicación de abonos orgánicos son las prácticas de cultivo que más influyen para obtener mayores rendimientos de maíz, siempre y cuando se apliquen en la cantidad oportuna y forma adecuada CIAB (1986).

Jugenheimer (1985) y FAO (1978) establecen que el cultivo del maíz requiere de un manejo adecuado en cuanto a la fertilidad del suelo, así también mencionan que los híbridos de maíz sólo alcanzarán su máxima expresión cuando la planta se cultiva en suelos bien abastecidos con cantidades balanceadas de nutrientes.

Rodríguez A. (1965) menciona que casi todos los cultivos necesitan los mismos elementos minerales para su oportuno desarrollo y producción, aunque en distintas proporciones.

S.A.R.H., CAEJAL (1987) dió a conocer su programa de maíz de temporal realizado en el Distrito Agropecuario y Forestal No. 1, sobre la respuesta de las variedades de maíz P-507 y H-311 a diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población, realizando 7 experimentos en tres municipios del Distrito No. 1 (Cuquío, Ixtlahuacán del Río y Tlajomulco de Zúñiga), obteniendo las dosis óptimas económicas que han variado de 140 a 160, de 30 a 90 y de 50 a 70 para Capital Ilimitado (tratamiento asociado con el máximo ingreso neto) y de 100 a 160, de 30 a 90 y de 50 a 60 para Capital Limitado (tratamiento asociado con la máxima tasa de retorno de Capital Variable, TRVC); todas estas dosis en Kg/Ha de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población.

4.4.2 Formulaciones más usadas.- Uno de los factores que más influyen sobre el rendimiento y costo del cultivo es la fertilidad del suelo o en su caso, de la aplicación adecuada de fertilizante, por lo que es preciso conocer los niveles de fertilización que se deben de aplicar al cultivo del maíz.

S.A.R.H. CIAB (1986) recomienda el siguiente tratamiento para las regiones del Estado de Jalisco con precipitaciones superiores a los 700 mm. anual, 110-40-0 Kg/Ha de N y P_2O_5 , una densidad de población de 50 mil plantas/ha.

S.A.R.H. (CIPEJ) (1986), señala que en el campo experimental, Zapopan ha establecido durante varios años, experimentos en algunos municipios de la Zona Centro del Estado de Jalisco; los resultados han permitido generar el siguiente tratamiento para maíz de temporal 160-60-50,000 (Kg/Ha de N, P_2O_5 y plantas por hectárea respectivamente.

S.A.R.H. CAEJAL (1987) en su programa de maíz, recomienda para el Municipio de Tlajomulco, área del Distrito Agropecuario y Forestal No. 1, las dosis óptimas económicas 160-60-70,000 (Kg./Ha y plantas por Ha) y 130-30-60,000 (Kg./Ha y plantas por Ha) para capital ilimitado y capital limitado, respectivamente.

Agulla (1986) recomienda para la zona en estudio la dosis óptima económica 120-60-60,000 (Kg./Ha de N, P_2O_5 y plantas/Ha), tanto para tratamiento óptimo económico Capital ilimitado como para Capital Limitado.

4.5 Siembra.

4.5.1 Época de Siembra.- La época óptima de siembra es un factor limitante en la producción de grano, teniendo en cuenta características del ciclo vegetativo de algunas variedades de híbridos; sus épocas de siembra están limitadas de acuerdo a la regularización de las lluvias del temporal.

S.A.R.H. INIA (1982) establece las fechas óptimas de siembra para -

los maíces de temporal de ciclo intermedio utilizados en la región, del 24 de junio al 30 de julio. Asimismo, S.A.R.H. CIAB (1986) establece fechas límites de siembra para híbridos de ciclo intermedio - en la región, no se siembran después del 30 de junio.

Algunos datos de la región mencionados por Aguila (1986), indican que la época más propicia para la siembra del maíz en el Municipio de Tlajomulco es en los meses de abril, mayo y junio y también menciona que el 48% de los productores de maíz lo siembra en junio, el 22% en mayo y el resto en abril.

- 4.5.2 Métodos de Siembra.- La siembra mecanizada ofrece en este sistema agrícola la posibilidad de depositar la semilla a la profundidad -- que se considere más conveniente y de calibrar la sembradora, de -- acuerdo a la densidad de siembra deseada, permitiendo asimismo la - aplicación simultánea del fertilizante, CIA (1980).

Por otro lado, Durast, citado por Jugenheimer (1985), menciona que con el tiempo los rendimientos del agricultor promedio tienden a mo verse hacia los rendimientos de los mejores agricultores de hoy, -- mencionando en uno de los puntos descritos por él, que los mayores rendimientos previstos se obtenían conforme más agricultores reemplacen su equipo antiguo con nuevo equipo, reduciendo así las distancias en las siembras.

En el Municipio de Tlajomulco el 88% de los agricultores siembran - por el método mecánico y el restante por el método tradicional.

- 4.5.3 Densidad de Siembra.- La densidad de plantas se describe como el - número óptimo de plantas por hectárea para un mayor rendimiento, ya sea por unidad de superficie o de producción por planta.

Jugenheimer (1985) establece que el número de plantas por unidad de área debe ajustarse a la productividad del suelo y al abastecimiento de agua; asimismo, Poey (1978) y FAO (1978) describen que la densidad de siembra depende de algunos factores como son: clima, condiciones del suelo y variedades de la semilla, recalcando Poey que -- los principales efectos de competitividad son luz, nutrimentos y hu

medad del suelo.

Jugenheimer menciona que a través del Fitomejoramiento genético, los híbridos más recientes están adaptados a mayores densidades de siembra y a altas fertilizaciones.

CIA (1980) menciona que con las nuevas variedades de maíz, de talla reducida y hojas erectas, se han llegado a probar con éxito densidades de siembra superiores a 120,000 plantas por Ha.

La S.A.R.H. CAEJAL (1987) en su programa de maíz, recomienda para el Municipio de Tlajomulco la densidad de población para capital limitado de 50-60,000 plantas por Ha. y para Capital ilimitado de 60-70,000 plantas por Ha. variedad P-507.

V. MATERIALES Y METODOS.

5.1 Materiales.

5.1.1 Fisiografía del Area de Experimentación.-

Tlajomulco de Zúñiga se encuentra ubicado en la región centro del Estado de Jalisco, al Noroeste de la Ciudad de Guadalajara. Geográficamente, se le encuentra en la longitud W 103°27' de meridiano de Greenwich y a la latitud N 20°29' aproximadamente.

FUENTE: INEGI (Instituto Nacional de Estadístico, Geografía e Informática, 1985).

Cuenta con una extensión de 639.93 Km², se encuentra ubicado en 42º lugar en la clasificación municipal en cuanto a extensión se refiere.

Tlajomulco está delimitado por siete municipios: Al Norte con Tlaquepaque y Zapopan, al Oriente con El Salto, al Sureste con Ixtlahuacán de los Membrillos, al Sur con Jocotepec, al Poniente con Acatlán de Juárez y al Noroeste con Tala. (Cartas topográficas de la Secretaría de la Defensa). (INEGI).

En cuanto a clima se refiere, Tlajomulco está comprendido en el grupo (A) C (W0) (W) a (i) que equivale a un clima semicálido subhúmedo, con lluvias de verano que se presentan entre los meses de Junio-Septiembre siendo el mes con más lluvia el mes de Julio. La temperatura es de 18°C. y el mes más frío es menor de los 18°C. (según la clasificación de Koopen, modificado por Enriqueta García, en --- 1973).

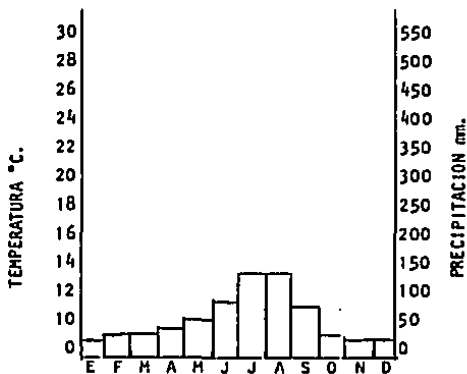
Tlajomulco de Zúñiga posee una precipitación media anual de (821.9 mm.), precipitación máxima anual de (914 mm.) y una precipitación mínima anual de (604.9 mm.).

El temporal de lluvias inicia los primeros días del mes de Junio y terminando a mediados del mes de Septiembre (Plan Lerma, Asistencia Técnica 1985, Distrito de Temporal No. 1, Zapopan, Jal.).

En cuanto a Orografía se refiere, el Municipio de Tlajomulco de Zú-

GRAFICA No. 2 .- REPRESENTACION DE TEMPERATURA Y
 PRECIPITACION PARA LA REGION DEL
 MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA
 TOMADO DEL CETENAL, CARTA DE
 CLIMAS.

(A) c (Wo) (W) a (i)
 ESTACION SANTANA



Álga presenta un relieve un tanto irregular, aunque la mayor parte de la región comprende una altitud que varía entre los 1600 y 2100-m.s.n.m.

La zona meridiano en estudio es de 1,650 m.s.n.m.

El municipio presenta las siguientes características de relieve:

<u>RELIEVE</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Plano	80 %
Semiplano	16 %
Plano y semiplano	4 %

La clasificación de suelos a la que corresponde la zona de estudio es la siguiente:

Orden: Suelos zonales.

Suborden: Suelos de color oscuro de prados semiáridos, subhúmedos y húmedos.

Grupo: Suelos chernozem, ricos en materia orgánica y minerales de color negro, que se debe a la acumulación de materia orgánica y minerales de color negro por la acumulación de materia orgánica, además de alto porcentaje de saturación de bases así como la escasez de lluvia y veranos secos y cálidos.

Este grupo de suelos se distingue por su profundidad de hasta 40 -- cm., además de la acumulación de carbonato de calcio en el horizonte C.

La textura es arcillo-arenosa y limo-arenosa.

El 70% de la superficie total de la región en estudio está comprendida por chernozem y la restante por suelo tipo Prairie.

5.1.2 Material Genético.- El material genético utilizado son el híbrido-507 de la Compañía Pioneer, que proviene de la crusa doble con buen comportamiento en las zonas subtropicales. Se compone de cruza simples de templados y tropicales.

El H-507 ha tenido buen comportamiento en las regiones de altitud -

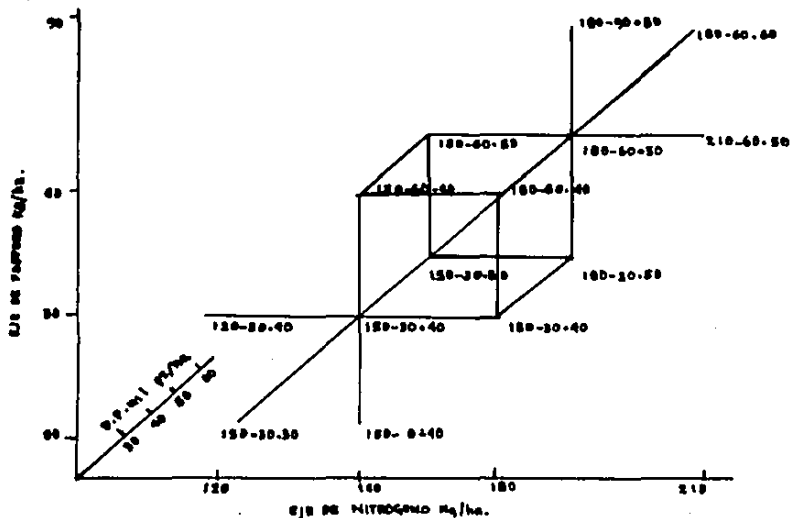


FIGURA REPRESENTACION GRAFICA DE LA MATRIZ PLAN PUEBLO 1 PARA TRES FACTORES.

intermedia del Estado de Jalisco, con rendimientos sobresalientes; la altura de la planta es intermedia-alta y la altura de la mazorca varía de 1.60 mts. a 1.80 mts. De la siembra a la floración, para el Estado de Jalisco es de 79 días aproximadamente para siembra de primavera-verano; dichas características son influenciadas en condiciones de estrés por sequía.

Los granos blancos del 507 son dentados y en una escala de 1-9, el 9 indicando una textura muy dura, su textura del grano es 5. El olate es blanco, sus hojas son relativamente anchas, los tallos y las raíces son fuertes y la resistencia a enfermedades foliares es buena.

- 5.1.3 Insumos.- Para la aplicación de insumos necesarios para asegurar el presente estudio, se requirió de pesticidas agrícolas según se fue requiriendo durante el transcurso del experimento, en sus diferentes etapas del cultivo del maíz. Encontrándose de la siguiente manera:

Herbicidas: Para el control de la maleza en el experimento, principalmente para hoja ancha, se aplicó Primagram (elemento activo), -- Atrazina + Meroclor, a la dosis de 5-6 lt/ha., en 200 litros de agua, aplicación pre-emergente.

Insecticidas: Para el control de plagas en el suelo, se utilizó el insecticida Furadan 5% G (Carbofuran) a la dosis de 20 Kg./Ha. Las principales plagas que se presentaron en el suelo fueron: Gallina Ciega (Phyllophaga spp.), principalmente.

Para el control de plagas en el cultivo se utilizó el insecticida Furadan 5% G. (Carbofuran) a la dosis de 20 Kg./Ha. y Parametil 50- (ingrediente activo), a la dosis de 1.5 Lt/ha., para el gusano trozador (Agrotis ipsilón), Frailecillo (Macrodactylus infuscatus) y gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), siendo éste último el de mayor índice de ataque hacia el cultivo.

En el experimento sólo se presentó una enfermedad en alta actividad conocida comúnmente por el agricultor como "roya o chaulxtle" (Puccinia sorghi) y carbón de la espiga (Sphaceloteca relliana), esta-

última sin afectar de alguna manera al cultivo en estudio.

En cuanto a fertilizantes, se utilizó como fuente de Nitrógeno Urea 46% N., como fuente de Fósforo se utilizó Super Fosfato de Calcio - Triple 46% P_2O_5 y como fuente de Potasio el Cloruro de Potasio 60% K_2O .

5.1.4 Material Mecánico.

5.1.4.1 Maquinaria Agrícola.- El material mecánico utilizado para la realización de las prácticas en el cultivo es el siguiente:

- Tractor. Se utilizó para la práctica agrícola de preparación - del terreno.
- Arado de Discos. Se utilizó para la preparación del terreno -- que en este caso constó de barbecho.
- Rastra de Discos. De igual manera, se utilizó para la preparación del terreno constando de un rastro cruzado.
- Cultivadora. Se utilizó en la siembra para el surcado y posteriormente en la escarda.
- Mochila para aspersiones de pesticidas, con capacidad de 15 lts. manual.

5.1.4.2 Aperos de Labranza.- Los aperos de labranza que se utilizaron -- fueron los siguientes:

- Azadón.
- Cazanga 6 Oz. Utilizada principalmente para el deshierbe y des-- hierbe.
- Hilaza. Cordel - delimitación del terreno.
- Estacas. Utilizándose para delimitación de parcelas o unidades experimentales.
- Machete. Para la destrucción de maleza.

5.1.4.3 Equipo de Laboratorio.- Se utilizó:

- Balanza tipo reloj de tripié, capacidad 20 Kg.
- Tensiómetro digital de humedad para grano.

CUADRO No. 4.- CALCULOS DE SIEMBRA.

TRAT'S.	HILES DE PLANTAS/Ha.	PLANTAS POR PARCELA	PLANTAS POR SURCO	DISTANCIA CM. ENTRE PLANTAS	
13	30	58	14	43.0	A
1					
3					
5					
7	40	76	19	31.5	B
9					
11					
T					
2					
4					
6					
8	50	96	24	25.0	C
10					
12					
15					
16					
14	60	116	29	20.5	D

CUADRO No. 5.- DISTRIBUCION Y SORTEO DE TRATAMIENTOS EN EL PREDIO

IV	2	4	11	5	4	15	9	T	6	13	10	7	12	1	8	16	3
III	1	9	14	5	16	12	15	T	13	10	8	4	11	6	7	3	2
II	13	16	12	3	6	2	4	1	T	7	9	8	14	15	5	11	10
I	15	3	10	8	14	5	T	7	11	1	16	2	6	13	9	4	12

5.2 Métodos.

5.2.1 Diseño Experimental Estadístico.-

Se llevó a cabo el experimento bajo condiciones de temporal (primavera-verano), el maíz utilizado fue el P-507.

El experimento consta de un total de 17 tratamientos de los cuales los 14 primeros involucran los 3 factores en estudio: N, P_2O_5 y Densidad de población.

Dos tratamientos (15 y 16) que involucran los tres factores en estudio más la aplicación de Potasio.

Un tratamiento que involucra al Testigo. A este tratamiento no se le aplicó fertilizante alguno y la Densidad de población fue de --- 40,000 plantas/Ha., la densidad utilizada por el productor.

El Cuadro 4 nos presenta la distribución de los factores en estudio de acuerdo a la matriz Plan Puebla 1.

Se realizaron cuatro repeticiones que multiplicadas por los 17 tratamientos en estudio dan un total de 68 surcos.

Cada parcela consta de cuatro surcos teniendo una longitud de 6 metros; la distancia entre surcos fue de 0.8 metros, dando así un total de superficie aproximada de 1,860 m² ya incluyendo los bordos sembrados con maíz en la periferia, con el fin de protección. Se trabajó con el diseño experimental "bloques al azar" y el diseño estadístico "Plan Puebla 1" diseñada por Turrent, F.A. (1978).

5.2.2 Parámetros a Evaluar.- Durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo, se observaron y registraron diferentes factores involucrados en la producción, como: número de plantas acamadas, número de mazorcas/tratamiento y rendimiento en Kgs. de grano.

5.2.3 Metodología o Desarrollo del Experimento.- Una vez hecha la distribución y sorteo de tratamientos en el predio y ya delimitada el --- área para el desarrollo del experimento, se procedió a la siembra en la fecha ya prevista y bajo condiciones apropiadas.

CUADRO No. 6.- DISTRIBUCION DE LOS FACTORES EN ESTUDIO, DE ACUERDO A LA
MATRIZ PLAN PUEBLA I.

TRAT.	N	P ₂ ⁰ ₅	K ₂ ⁰	D.P. MILES PLANTAS/Ha.
1	150	30	0	40
2	150	30	0	50
3	150	60	0	40
4	150	60	0	50
5	180	30	0	40
6	180	30	0	50
7	180	60	0	40
8	180	60	0	50
9	120	30	0	40
10	210	60	0	50
11	150	0	0	40
12	180	90	0	50
13	150	30	0	30
14	180	60	0	60
15	180	60	50	50
16	180	60	100	50
T	0	0	0	40

La siembra se realizó en forma manual, depositándose dos semillas - por "golpe"; una vez ya germinada la semilla, se procedió a la realización del "aclareo o deshierpe" dejando una planta por mata a la distancia calculada. Los cálculos para la siembra se encuentran en el Cuadro 4; la distribución de los tratamientos en el Cuadro 5.

En cuanto a la distribución para la aplicación de fertilizante, se manejó de la siguiente manera:

1. A los 22 días de sembrado el experimento, se aplicó 1/3 del Nitrógeno total, usando como fuente Urea más todo el Fósforo fuente Superfosfato Triple.
2. A la segunda escarda se aplicó el resto (2/3) del Nitrógeno total, de igual manera utilizando Urea como fuente de Nitrógeno.

Para una mejor aplicación, el fertilizante se mezcló en una bolsa - por surco.

Los factores y espacios de exploración en estudio se dan a continuación:

F a c t o r :	Espacio de exploración:
Nitrógeno	120, 150, 180, 210, KG/Ha
Fósforo	00, 30, 60, 90, KG/Ha
Potasio	00, 50, 100, KG/Ha
Densidad de población	30, 40, 50, 60, miles de pts./Ha.

Los espacios de exploración y densidad de población se eligieron en base a los utilizados en la región por el productor, además de las recomendaciones hechas por la S.A.R.H. y la Compañía Pioneer. El Cuadro 6 nos presenta la distribución de los factores en estudio, - de acuerdo a la matriz Plan Puebla I.

En cuanto a la aplicación de agroquímicos se refiere, se realizó -- con aspersora hidráulica tipo mochila; generalmente se asperjaba -- muy temprano o ya muy tarde, con el fin de que el aire no entorpeciera las aplicaciones.

En cuanto a la cosecha del experimento, se realizó por parcela útil (dos surcos centrales de cada tratamiento o unidad experimental, --

registrando datos como plantas cosechadas, número de mazorcas, peso de las mismas, pérdidas y daño por plaga.

Una vez ya cosechado, el rendimiento de maíz se le llevó a una corrección por falla de matas (método de Iowa, citado por Puentes et al., 1963), también se corrigió por desgrane, llevándose a un 14% de humedad.

- 5.2.4 Análisis Estadístico.- Después de haber obtenido los rendimientos de la cosecha de las parcelas útiles (dos surcos centrales de cada tratamiento), se procedió a traspolar los rendimientos experimentales a nivel comercial, tomando en cuenta factores como desgrane, -- población real, superficie, humedad del grano (14%), dando como resultado en Ton/Ha. a nivel experimental y siendo estos multiplicados por un factor 0.8, para estimarlos a un nivel comercial o de -- productores.

Con los rendimientos de grano a nivel comercial, se efectuó el análisis de varianza, con la finalidad de conocer los efectos de bloques y/o tratamientos, siguiendo los criterios de decisión que a -- continuación se describen.

Criterio de Decisión:

Si $F_c(A) > F_t(A)$ rechace H_0 .

Si $F_c(A) < F_t(A)$ acepte H_0 .

- 5.2.5 Análisis Económico.- Una vez que se obtuvieron los análisis de varianza y conociendo los efectos obtenidos, ya sea entre bloques y/o tratamientos mostrándose así la evidencia de respuesta o significancia a determinados factores, se procedió a realizar el análisis económico; para la interpretación económica del experimento se siguió -- el método gráfico-estadístico, procedimiento descrito por Turrent -- (1978), para conocer la respuesta a los factores en estudio y para calcular la dosis óptima económica de Capital Ilimitado (DOECI) y -- la dosis óptima económica de Capital Limitado (DOECL).

Para conocer el efecto principal obtenido mediante las comparaciones entre los factores en estudio, se utilizó el método automático--

de Yates, descrito por Cochran y Cox (1974) así, por medio del cual se obtienen los efectos factoriales medios; enseguida se calculó el efecto mínimo significativo (EMS) y la diferencia mínima significativa (DMS).

Para la realización del análisis económico se procedió previamente al cálculo de costos.

- 5.2.6 Cálculo de Costos.- Para la estimación de la dosis óptima económica de los factores en estudio, se consideraron los precios vigentes hasta el 20 de enero de 1988.

Para el cálculo del costo de densidad de siembra se procedió como base al Tratamiento T (Testigo), con una densidad de siembra de --- 40,000 ptas./Ha.

Método de Cálculo de Costos.

a) Costos de Siembra:

1 Kg. de maíz 3,300 granos aproximadamente.

Bajo un supuesto del 85% de poder germinativo, tendrá 2,800 granos viables/1 kg.

Para 10,000 plantas/Ha. se requieren 3.57 Kg. de semilla; un Kg. de semilla H-507 (Pioneer) tiene un costo de \$4,351.00, por lo tanto el costo de la semilla para 10,000 plantas será de ----- \$ 15,533.00.

La siembra en la región de estudio se caracteriza por ser mecánica, por lo que el costo por sembrar cualquier densidad es de --- \$80,000.00 (ver Cuadro 7).

b) Costos de Fertilizantes:

En el Cuadro 8 se aprecian los costos de cada uno de los conceptos en el costo total.

Precio de garantía del maíz: \$ 245.00/Ton.

Cosecha y desgrane: \$ 37,000.00/Ton.

Acarreo al mercado: \$ 14.4

Total: \$51,400.00

Precio real de un Kg. de maíz en el campo: \$193.60.

CUADRO No. 7.- CALCULO DE COSTOS DE SIEMBRA DE ACUERDO A LA DENSIDAD DE POBLACION.

IDEAL (Pt/Ha)	DISTANCIA DE SIEMBRA (m.)	NO. DE SEMILLAS EN UN Kg.	VALOR DE UN KG. DE SEM.	COSTO/SEM BRAR 1 Ha.	COSTO DE SIEMBRA
30,000	0.43	3,300	4.351	80,000	15,533
40,000	0.315	3,300	4.351	80,000	142,046
50,000	0.25	3,300	4.351	80,000	157,579
60,000	0.205	3,300	4.351	80,000	173,112

CUADRO 8.- COSTOS UNITARIOS DE NITROGENO Y FOSFORO.

CONCEPTO:	NITROGENO		FOSFORO	
	UREA	\$/Kg.	S. F. T.	\$/Kg.
Precio de mercado		521.73		658.72
Acarreo \$14,400.00/Ton.		31.30		31.30
Aplicación 200 Kg./Jornal		84.84		84.84
(Costo Variable)				
T O T A L :		637.87		774.86

/ Precios con vigencia al 31 de Enero de 1988.

/ El costo jornal-hombre es de \$7,805.00.

5.2.7 Dosis Optima Económica de Capital Ilimitado (DOECI).-

Esta dosis se relaciona con los Ingresos netos (más costos fijos) asociados con cada uno de los tratamientos del factorial 2^k de la matriz. Localizándose en la esquina del cubo o del tratamiento -- que se asocie con la máxima ganancia posible, considerándose como el más cercano en términos relativos, al tratamiento óptimo económico de Capital Ilimitado (DOECI).

En la matriz Plan Puebla I (PPI), existen solamente dos de las -- ocho esquinas del cubo por las que se prolongan las tres aristas -- que concurren a dichas esquinas.

Dosis Optima Económica de Capital Limitado (DOECL).-

La DOECL se obtiene mediante el cálculo de la tasa de retorno del Capital Variable (TRCV) asociada con cada tratamiento y el tratamiento asociado con la máxima TRCV, es considerado como el tratamiento óptimo económico de Capital Limitado.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

Después de haber obtenido el producto de la cosecha, realizado por parcela útil (dos surcos centrales) de cada tratamiento, se procedió a -- convertir los rendimientos experimentales a nivel comercial (Ton/Ha.).

Contándose las plantas y mazorcas existentes, pesándose estas últimas en el campo, para una posterior obtención de la determinación de humedad, tomando 20 mazorcas como muestras por tratamiento; se desgranaron y se determinó la humedad por tratamiento.

En este experimento se realizaron una serie de correcciones, como siguen a continuación:

- a) Corrección por falla de matas: Utilizándose el método de Iowa, citado por Puentes et al (1963), siguiendo la fórmula.

$$F. \text{ IOWA} = \frac{PI - 0.3 (PI - P_c)}{P_c}$$

donde:

PI = población Ideal

P_c = población cosechada

0.3 = constante de IOWA

- b) Porcentaje de desgrane. Para la obtención de este dato se escogen 20 - mazorcas al azar (de las ya cosechadas), se pesan registrando el resultado, posteriormente se desgranán esas 20 y se pesa el grano, se registra el resultado.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de desgrane} = \frac{\text{Peso en grano}}{\text{peso en mazorca}}$$

donde:

<u>20 mazorcas</u>	<u>Kg.</u>
Peso en mazorca	6.600
Peso en grano	5.175
% de desgrane =	$\frac{5.175}{6.600}$
% de desgrane =	78.4
FACTOR DE DESGRANE:	0.784

- c) Factor de corrección de humedad hasta 14%. - Para el cálculo de peso de cada tratamiento al 14% de humedad, se siguió el siguiente razonamiento matemático:

$$\frac{100 - \% \text{ de humedad del grano en la cosecha}}{86}$$

Ejemplo de Cálculo:

Para el tratamiento 1 (C) repetición 1, se obtuvo un rendimiento en ma zorca de aproximadamente 10,050 Kg./Ha. peso en campo, que multiplicado por 0.784 que corresponde al factor de desgrane, nos resulta un ren dimiento de 7.88 Kg./Ha. que multiplicado por 1.25 factor por correc ción de matas, nos resultan 9.85 Kg./Ha. de grano a humedad cosechada, que fue el 21.2%; utilizando la fórmula antes descrita:

$$\frac{100 - 21.2}{86} (78.8) = 8.452 \text{ Kg./Ha. al } 14\% \text{ de humedad}$$

En el cuadro 10 aparecen los rendimientos a humedad corregida de cada tratamiento por repetición.

6.1 Análisis Estadístico.

Los rendimientos de maíz comercial en Ton/Ha. estimados para cada -- tratamiento por repetición, fueron utilizados para realizar el análisis -- de varianza, esto con la finalidad de estimar si existieron diferencias -- significativas entre bloques: tratamientos.

Ver el siguiente Cuadro 9, donde se presente el análisis de varianza (Anova).

CUADRO 9.- ANALISIS DE VARIANZA Y CRITERIO DE DECISION.
(ANOVA)

F.V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRAT'S	14	56.7	4.05	8.438	1.92	2.52
BLOQUES	3	22.1	7.37	11.396	2.84	4.31
ERROR	42	20.18	0.48			
TOTAL:	59	98.98				

$$C.V. = 16.98\%$$

Ya habiendo obtenido los resultados del análisis de varianza, tenemos el siguiente criterio de decisión:

Si F.C. (A) > F.T. (A) acepte H_0

Si F.C. (A) < F.T. (A) acepte H_1

Para efecto de bloques:

11.396 > 1.92 al 5%

11.396 > 2.52 al 1%

Para efecto de tratamientos:

8.438 > 2.84 al 5%

8.438 > 4.31 al 1%

Y de acuerdo al criterio de decisión, se constata que sí existió diferencia altamente significativa en la variable respuesta por efecto de bloques y tratamientos al 1% de significancia, por lo que se acepta H_1 - (Hipótesis Alternativa). Una vez obtenidas las diferencias entre tratamientos y bloques, se procedió a la realización del análisis económico para definir cuál de los tres factores en estudio existió respuesta en cuanto al efecto factorial medio y conocer cuál tratamiento de los cuestionados fue el que alcanzó la dosis óptima económica.

6.2 Respuesta a Nitrógeno.

Factor Nitrógeno.- Espacio exploratorio
120, 150, 180, 210 Kg.

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	D.P. (miles)	Rendimiento (Kg./Ha.)
1	150	30	0	40	7.792
5	180	30	0	40	9.887
9	120	30	0	40	9.205

En este cuadro, se observa que el tratamiento (1) 150-30-40,000 N. - P y D. P. respectivamente, tuvo un rendimiento promedio experimental de 7.792; mientras que el tratamiento (5) 180-30-40,000, al cual se le aumentó el nivel de Nitrógeno, obtuvo mayor rendimiento que el tratamiento (1) 150-30-40,000. Asimismo, observando el tratamiento (9) 120-30-40,000 al cual se disminuyó el nivel de Nitrógeno y manteniendo de igual manera el-

nivel de P_2O_5 , (K_2O), así como densidad de población en los otros tratamientos, se observa un incremento mayor en el rendimiento que al tratamiento (1) 150-30-40,000 y menor que al tratamiento (5) 180-30-40,000.

Por lo tanto, se podría inferir que sí existió incremento en el rendimiento al elevar el nivel de Nitrógeno de 120 a 180 Kg./Ha.

6.3 Respuesta a Fósforo.

Factor Fósforo.- Espacio exploratorio
00, 30, 60, 90.

Tratamiento	N	P_2O_5	K_2O	D.P. (miles)	Rendimiento (Kg./Ha.)
1	150	30	0	40	7.792
3	150	60	0	40	9.687
2	150	30	0	50	8.455
4	150	60	0	50	10.6

En el tratamiento (1) 150-30-40,000 tuvo un rendimiento promedio de 7.792 Kg./Ha., mientras que el tratamiento (3) 150-60-40,000 fue de 9.687 Kg./Ha., observándose un incremento en el rendimiento al aumentar el nivel de Fósforo.

De igual manera sucedió con el tratamiento (2) 150-30-50,000 con un rendimiento promedio de 8.455 Kg./Ha. y el tratamiento (4) 150-60-50,000 con 10.6 Kg./Ha., observando un incremento en el rendimiento al elevar el nivel de Fósforo de 30-60 Kg./Ha.

Asimismo, incrementar el nivel de Fósforo de 60 a 90 Kg./Ha.

Trat.	N	P_2O	D.P.	Rendimiento (Kg./Ha.)
6	180	30	50,000	8.9
8	180	60	50,000	9.925
12	180	90	50,000	9.415

En el tratamiento (8) 180-60-50,000 existe un incremento en rendimiento respecto al tratamiento (6) 180-30-50,000 y en el tratamiento (2)-180-90-50,000, existe un decremento respecto al tratamiento (8).

CUADRO 10.- RENDIMIENTOS A HUMEDAD CORREGIDA DE CADA TRATAMIENTO POR REPETICION. (TON/Ha.)

REPET. TRAT'S	I	II	III	IV	X
1	8.70	9.59	5.50	7.38	7.79
2	8.08	11.99	10.59	3.16	8.45
3	8.28	9.81	10.46	10.20	9.69
4	9.26	9.88	10.68	12.58	10.6
5	7.34	8.66	11.85	11.70	9.89
6	8.45	8.91	10.87	7.37	8.9
7	7.48	8.33	9.65	8.26	8.43
8	10.02	10.23	9.83	9.62	9.92
9	9.35	9.31	9.55	8.61	9.20
10	12.31	10.57	8.17	8.93	9.99
11	9.36	9.98	8.96	9.23	9.38
12	8.45	11.29	10.20	7.72	9.41
13	8.41	6.93	6.40	5.02	6.69
14	10.38	10.67	12.06	6.78	9.97
15 K*	8.25	11.37	11.19	10.92	10.43
16 K*	1.88	11.39	13.04	9.86	9.04
T	8.42	10.71	11.11	8.13	9.59

6.4 Respuesta a Potasio.

Factor Potasio.- Espacio de exploración

00, 50, 100 Kg./Ha.

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	D.P. (miles ptas./Ha.)	Rendimiento (Kg./Ha.)
8	180	60	0	50	9.925
15	180	60	50	50	10.43
16	180	60	100	50	9.042

En este cuadro observamos si existió respuesta por parte del Potasio o no, teniendo un espacio de exploración de 00-50-100 Kg./Ha. de K₂O, representados por los tratamientos 8, 15 y 16 respectivamente, notándose -- que el tratamiento (15) 180-60-50-50 tuvo un rendimiento promedio de -- 10.43 Kg./Ha., observándose en éste un incremento en el rendimiento promedio con respecto al tratamiento (8) 180-60-00-50 cuyo rendimiento promedio fue de 9.925; sin embargo, en el tratamiento (16) 180-60-100-50 al -- aumentar el nivel de Potasio se abatió el rendimiento promedio de éste a 9.042.

Deduciendo así, que el nivel óptimo promedio bajo estas condiciones fue de 180-60-50-50.

6.5 Respuesta a Densidad de Población.

Factor Densidad de Población.- Espacio exploratorio

30, 40, 50, 60 (miles Pt./Ha.)

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	D.P. (Miles ptas./Ha.)	Rendimiento (Kg./Ha.)
2	150	30	0	50	8.45
1	150	30	0	40	7.79
13	150	30	0	30	6.69
14	180	60	0	60	9.97
8	180	60	0	50	9.92
7	180	60	0	40	8.43

Viendo el resultado significativo de 1.76 Kg./Ha. de la diferencia en -- tre el tratamiento (13) de 30,000 ptas./Ha. y al elevarse el número de --

Ptas./Ha. a 50,000 del tratamiento (2), notándose en éste un incremento - en el rendimiento promedio de la misma manera con la diferencia que existe entre el tratamiento (7) y (14), al elevarse la densidad de población en este último obteniendo así un mayor rendimiento promedio.

Infiriéndose así, que la densidad de población en la que se logró un incremento porcentual mayor en el rendimiento, fue la de 60,000 pt./Ha., - como lo representa la gráfica 10.

6.6 Análisis Económico.

En el análisis económico realizado por el método gráfico-estadístico, Cuadro 11, se observa que los efectos factoriales medios (EFM) obtenidos por el método automático de Yates y al comparar éstos con EMS al 10%, resultaron significativos para los factores estudiados: Fósforo (P), Densidad de población (D), dentro de los tratamientos que forman el factorial- 2^k .

En cuanto a la estimación del tratamiento óptimo económico, fue necesario emplear un criterio sobre la tasa de retorno al Capital Invertido - en los Costos Variables que debe recibir el productor. El tratamiento óptimo económico tanto de Capital Ilimitado (TOECL) como Capital Limitado - (TOECL) no existe, debido a que ningún tratamiento se apega a las condiciones establecidas por el método gráfico-estadístico.

CUADRO 11.- ALGORITMO DEL ANALISIS ECONOMICO POR EL METODO GRAFICO-ESTADISTICO.

TRAT. No.	N Kg/Ha	P ₂₀₅ Kg/Ha	D.P. Pz/Ha	K ₂ O Kg/Ha	Not. de Y	Rend. total	Efecto Factor medio Ton/Ha	Rend. prom. y Ton/Ha.	C.V.a. \$/Ha.	Ing. Net. +C. fijos \$/Ha.	b Incr. al rend. Ton./Ha.	Incremento Ing.neto \$/Ha.	TRACV _E IN/CV.
1	150	30	40,000		L	24.93	7.37 M	7.07	118.926	1,249'0	- 0.60	- 235.1	- 1.98
2	150	30	50,000		d	27.04	0.42 D	6.94	134.459	1,209'1	- 0.73	- 275.8	- 2.05
3	150	60	40,000		p	30.98	0.72 P	7.24	142.172	1,259'5	- 0.43	- 225.4	- 1.58
4	150	60	50,000		Pd	33.92	0.15 PD	8.21	157.705	1,431'7	- 0.54	- 53.2	- 0.33
5	180	30	40,000		n	31.65	0.13 N						
6	180	30	50,000		nd	28.48	-.22 ND						
7	180	60	40,000		np	26.98	-.90 NP						
8	180	60	50,000		npd	31.76	.05 NPD						
								0.412	EMS 10z				
9	120	30	40,000			29.46		7.37	99.790	1,327'0	- 0.30	- 157.9	- 1.58
10	210	60	50,000			31.97		7.99	195.977	1,350'9	- 0.32	- 134.0	- 0.68
11	150	00	40,000			30.02		7.51	95.680	1,358'2	- 0.16	- 126.7	- 1.32
12	180	90	50,000			30.14		7.54	200.007	1,259'6	- 0.13	- 225.3	- 1.13
13	150	30	30,000			21.41		7.35	103.393	1,319.5	- 2.32	- 169.4	- 1.59
14	180	60	60,000			31.90		7.98	192.374	1,382'5	- 0.31	- 132.4	- 0.69
15	180	60	50,000			33.38		8.35	176.841	1,439'7	- 0.68	- 45.2	- 0.26
16	180	60	50,000			28.93		7.23	176.841	1,222'9	- 0.44	- 262.0	- 1.48
T	000	00	40,000			30.69		7.67	0	1,484'9			
								0.860	DMS 5z				

CHE = 0.48; 42 GL

EMS = 10z, $42GL \sqrt{\frac{CHE}{K-2}} = 1.682 \sqrt{\frac{0.48}{2 \times 4}} = 0.412$ Ton/Ha. Efecto mínimo significativo.

DMS = 5z, $42GL \sqrt{\frac{CHE}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}} = 2.018 \sqrt{\frac{0.48}{\frac{1}{4} + \frac{1}{8}}} = 0.862$ Ton./Ha. Diferencia mínima significativa.

a Costo variable de tratamiento, $CV = nN + pP + dD$, donde n es el costo por Kg. de N, P es el costo por Kg. de P₂₀₅ y d el costo de 1,000 plantas.

b Se usa la fórmula $IN + CF^a \cdot Y - CV$, donde d es el valor del Kg. de maíz, Y es el rendimiento promedio de - maíz.

c TRCV significa: Tasa de Retorno de Capital Variable.

FIGURA 12.- RESPUESTA DE MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE FOSFATADO EN UNA LOCALIDAD DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL. (1988).

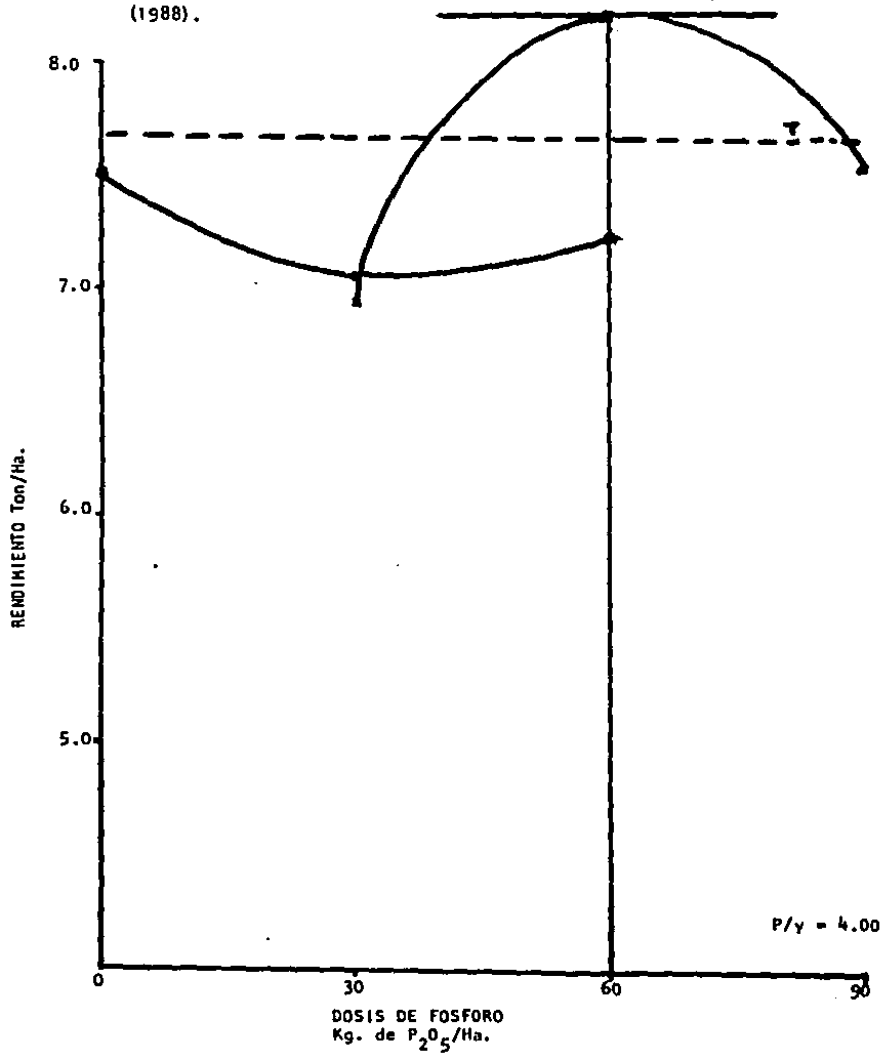
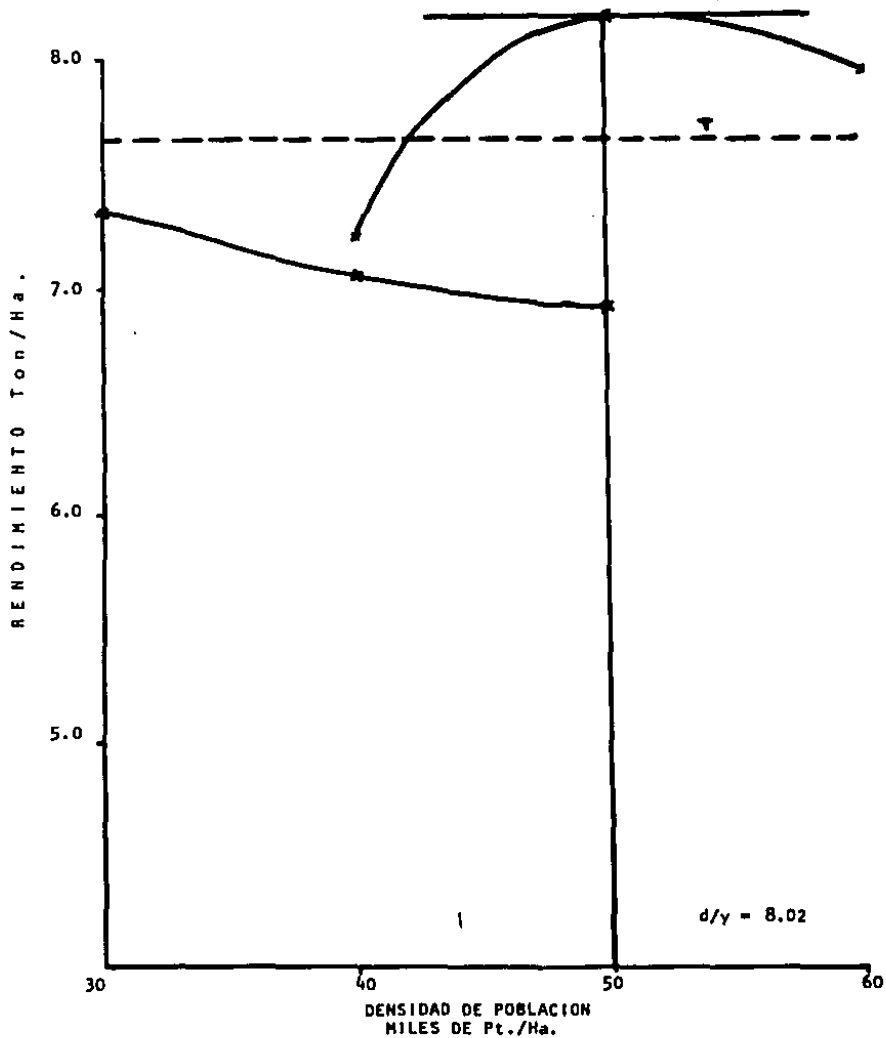


FIGURA 12.-RESPUESTA DE MAIZ A LA DENSIDAD DE POBLACION EN UNA LOCALIDAD DEL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO. (1988).



VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una vez ya obtenidos los resultados del experimento, se concluye de la siguiente manera de acuerdo a Objetivos e Hipótesis planteadas.

- 1) Se cumplió al llevarse a cabo la segunda aproximación tecnológica en el uso de insumos (dosis de fertilización) así como densidad de población.
- 2) Se cumplió al demostrar que no existió respuesta del maíz P-507 hacia el factor Potasio a los niveles 50 y 100 Kg./Ha., sino todo lo contrario, se abatió el rendimiento al aumentar la dosificación de este factor.
- 3) De igual manera, se cumplió al llevarse a cabo un registro agrológico de este cultivo.
- 4) Que los resultados ya emitidos en este experimento serán de gran ayuda para posteriores consultas de investigaciones y productores, en base a hipótesis.

En cuanto a la hipótesis planteada, se comprueba que si existió variación en rendimiento de grano de maíz al aplicárseles las diferentes dosis de fertilización.

Asimismo, los espacios de exploración utilizadas para nitrógeno, fósforo y densidad de población, suprimieron las deficiencias de esos factores.

Se recomienda:

1. El nivel más bajo de nitrógeno en estudio como límite máximo de aplicación (120 Kg. de N/Ha.), debido a que no presentó aumento en el rendimiento al incrementarse sus niveles a 150, 180, 210 Kg. N/ha.

NOTA: Es lógico pensar que un cultivo de gramíneas crecerá con deficiencias al faltarle el nutriente nitrógeno.

2. Se acepta que al aplicar 60 Kg./Ha. de P_2O_5 se encuentra el nivel óptimo de rendimiento, tanto estadística como económicamente.
3. Que el nivel óptimo para el factor densidad de población a utilizar sea el de 50,000 plantas/Ha. y a la vez, tenerlo como referencia de límite mínimo para próximos ensayos.
4. Se recomiendan los niveles 120 Kg./Ha. de nitrógeno, 60 Kg./Ha. de fósforo y 50,000 plantas/Ha. de densidad de población, para posteriores investigaciones.

RESUMEN

Dada la importancia del maíz como producto básico esencial en la alimentación y a la problemática en la producción actual, que ha mermado su producción en tanto que la demanda crece, es de suma prioridad el lograr un conocimiento más profundo de su cultivo así como de la misma planta.

Por tal motivo, se realizó este ensayo con fertilizantes químicos y diferentes densidades de población, para estimar la respuesta del maíz, para incrementar los rendimientos por unidad de superficie o bien, bajar los costos de producción, por lo que se realizó un previo estudio de las condiciones y características de la región, dándose por concluido y tomando en cuenta los objetivos, hipótesis y metodología a desarrollar.

OBJETIVOS:

Obtener la mejor dosis óptima económica de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población, que nos reditue los máximos ingresos netos por unidad de superficie, por lo que se exploró un espacio de 120 a 210 Kg./Ha. de Nitrógeno, de 30 a 90 Kg./Ha. de Fósforo y de 30 a 60 mil pt./Ha. de densidad de población.

Utilizándose el diseño experimental, bloques al azar con 17 tratamientos y 4 repeticiones y un diseño estadístico matriz Plan Puebla I. Se obtuvo en el análisis óptimo económico realizado por el método gráfico-estadístico, se observa significancia en los factores fósforo (P) y densidad de población (D) comparándolos al Efecto Mínimo Significativo (EMS); más sin embargo, no existió un tratamiento óptimo económico para Capital Ilimitado como para Limitado, quedando el nivel más bajo de 120 Kg./Ha. de Nitrógeno, 60 Kg./Ha. de Fósforo y 50,000 Plantas/Ha. de densidad de población.

VIII. A P E N D I C E .

CUADRO 1A.- ANALISIS QUIMICOS Y FISICOS DE SUELOS, PRACTICADOS AL PREDIO EN QUE SE ENCUENTRA UBICADO EL EXPERIMENTO.

DETERMINACION:	PROFUNDIDAD (cm.)	
	0 - 30	30 - 60
Materia orgánica	2.82	1.24
Calcio	med-alto	med-alto
Potasio	ex-rico	ex-rico
Magnesio	med-alto	med-alto
Manganeso	bajo	bajo
Fósforo	medio	bajo
Nitrógeno nítrico	medio	medio
Nitrógeno amoniacal	medio	medio
PH 1:2	6.7	7.2
Densidad real (g/cm ³)	2.256	2.267
Densidad aparente (g/cm ³)	1.403	1.130
Capacidad de Campo (%)	37.229	38.006
P.M.P. (%)	19.908	20.329
Agua aprovechable (%)	17.321	17.677
Textura		
Arena (%)	35.28	47.28
Lima (%)	26.00	24.00
Arcilla (%)	38.72	28.72
Clasificación textural	Fr	Fra
C.I.C. (me/100 g)	33.2	37.2
CATIONES INTERCAMBIABLES		
	0 - 30	30 - 60
Calcio	10.35	12.65
Magnesio	8.05	10.35
Sodio	1.886	3.082
Potasio	1.380	1.196
Conductividad eléctrica en el extracto de saturación (mmhos/cm.)	0.76	0.67
IONES SOLUBLES (me/litro)		
Calcio	1.8	1.6
Magnesio	2.2	1.0
Sodio	3.6	4.1
Carbonato	0.0	0.0
Bicarbonato	1.6	1.8
Cloruros	1.0	3.9
Sulfatos	5.0	3.9
P.Si.	2.5	4.0
Clasificación por salinidad y sodicidad:	Normal	Normal

CUADRO 2A.- SUPERFICIE Y USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE TLAJOMULCO DE ZURIGA, JAL.

USO:	EJIDAL (Has.)	PEQUERA PROPIEDAD (Has.)	TOTAL (Has)
Agrícola riego	1,341	2,683	4,024
Agrícola temporal	13,559	8,085	21,644
Pecuaría	10,353	5,268	15,621
Forestal	11,245	5,053	16,298
Otros usos:	3,492	5,477	8,969
		TOTAL:	66,557

IX. BIBLIOGRAFIA.

- AGUILA, R.E., 1986. Optimización de la D.O.E. de la densidad de siembra y Fertilización en Maíz (*Zea mays*). Var. B-15 en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Guadalajara.
- ALDRICH, S.R. y LENG, E.R. 1974. Producción moderna del maíz. Editorial - Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. pgs.
- ARELLANO, V.J.V. 1983. Metodología de investigación en maíz. CAEVAMEX --- INIA-SARH. Chapingo, México. pgs.
- BRAVER, O. 1983. Fitogenética aplicada. Editorial Limusa, S.A. México. -- pgs.
- BUCKMAN, H.O., N.C. BRADY. 1971. Naturaleza y propiedades de los suelos.- Editorial Montaner y Simon, S.A., Barcelona, España. pgs.
- CARROLL, W.P. 1966. Cultivos; Aclimatación y Distribución. Editorial Acribia, Zaragoza, España. pgs.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS. 1980. El cultivo del maíz en México.- Editorial C.I.A. México. pgs.
- DARPOUX, R. Y M. DEBELLEY. 1969. Plantas de Escarda. Editorial Mundi-prensa. Madrid. pgs.
- FAD. 1978. "Maíz". Editorial Litográfica Ingramex, S.A., México. pg. 48.
- FITZ PATRICK, E.A. 1978. Introducción a la ciencia del suelo. Editorial - Publicaciones Cultural, S.A. México, pgs.
- HUBERT, K.W. 1983. Mantengamos viva la tierra; causas y remedios de la erosión del suelo. Boletín de Suelos de la FAD. Roma. pgs.
- JACOB, A. y H.V. VEXKULL. 1966. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Editorial Verlagsgesellschaft für ackerban, Alemania, pgs.
- JUGENHEIMER, W.R. 1985. Maíz. Editorial Limusa, S.A. México. pgs.
- LITTLE, T.M., F.J. HILLS. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en la agricultura. Editorial Trillas. México. pg. 270.
- MARTINEZ, G.A. 1963. Algunas notas sobre el uso económico de los fertilizantes. Memorias I, Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México. pgs.101-109.
- POEHLMAN, J.M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, S.A. México. pg. 453.

- POEY, D.F. 1978. El mejoramiento integral del maíz. Editorial C.P. de Chapingo, México. pgs.
- REYES, C.P. 1984. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas, -- S.A. México. pg. 344.
- RODRIGUEZ, A. 1965. Abono del maíz. Publicaciones de Capacitación Agraria. Madrid, España. pgs.
- ROBLES, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, S.A. México. pg. 591.
- ROJAS, G.M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. Segunda ed. Editorial McGraw-Hill. México. pg.
- S.A.R.H. 1986. Papeles. El maíz, alimento del hombre. Editorial Cocoyoc, - S.A. México.
- _____ CAEJAL. 1987. Programa de maíz Jalisco. México. pg. 28.
- _____ CIAMEC. 1983. Informe CIAMEC 1985, Editorial C.P. de Chapingo, - México.
- _____ INIA. 1982. Ciclos del cultivo. Editorial Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México. pg. 86.
- SMITH, H.R. y L.H. WILKES. 1979. Maquinaria y equipo agrícola. Editorial-Omega, S.A., Barcelona, España. pgs.
- TANAKA, A. y YAMAGUCHI, J. 1981. Producción de materia seca; componentes del rendimiento del grano en maíz. Editorial Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pgs. 124.
- TISDALE, S.L., W.L. NELSON. 1984. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Hispano-Americano, S.A., México. pgs.
- TURRENT, F.A. y J.R. LAIRD. 1985. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. No. 1, del del C.P. de Chapingo, México. pg. 14.
- VILLANUEVA, O.B. y ORTIZ, S.A. 1980. Edafología. Editorial Universidad - Autónoma de Chapingo, México. pgs. 306-307.