

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL CULTIVO DEL MAIZ (*Zea mays*) A LA
APLICACION DE DIFERENTES FERTILIZANTES
FOLIARES EN TUXCUECA JAL.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

HECTOR RAUL SOSA CISNEROS

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. Septiembre 1990



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ... ESCOLARIDAD

Expediente

Número ... 0460/90

17 de Julio de 1990

C. PROFESORES:

ING. SALVADOR HURTADO Y DE LA PERA, DIRECTOR
DR. DIEGO GONZALEZ EQUIARTE, ASESOR
ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

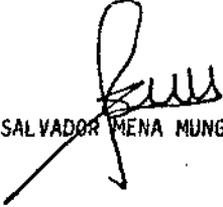
■ **RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays) A LA APLICACION DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOLIARES EN TUXCUECA, JALISCO**

presentado por el (los) PASANTE (ES) HECTOR RAUL SOSA CISNEROS

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO


ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

17/90

Al contratar este oficio cite fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección **ESCOLARIDAD**...

Expediente

Número **0460/90**.....

17 de julio de 1990

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (ios) Pasante (es)

HECTOR RAUL SOSA CISNEROS

titulada: "RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays*) A LA
APLICACION DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOLIA-
RES EN TUXCUECA, JALISCO"

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR



ING. SALVADOR HURTADO Y DE LA PEÑA

ASESOR

ASESOR



DR. DIEGO GONZALEZ EGUIARTE



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

mam

Al contestar este oficio cñese fecha y número

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Por sus esfuerzos y sacrificios que realizaron para lograr de mí un profesionalista y persona - de bien. Con admiración, respeto y mi eterno y sincero agradecimiento.

A MIS HERMANOS:

*JUAN PEDRO, ANA SILVIA, LUZ MARIA, LUIS ALFONSO,
JOSE ANTONIO, JUAN MANUEL, JOSE DE JESUS, JORGE
ALBERTO, ADOLFO Y ERIKA LILIANA:*

Con gran cariño y agradecimiento por formar parte de la familia que somos y para que se superen y logren su mayor anhelo.

A MI ESPOSA:

Por la comprensión y apoyo que siempre me ha brindado.

A MI HIJA:

Por la alegría que trajó a nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA:

Por su acertada dirección y apoyo en la elaboración del presente trabajo.

AL DR. DIEGO GONZALEZ EQUIARTE:

Por toda su valiosa colaboración y atenciones otorgadas para la realización del presente escrito.

AL ING. SALVADOR MENA MUNGUA:

Por su colaboración desinteresada.

¡ GRACIAS !

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

RESUMEN

En los últimos años se ha trabajado con la fertilización foliar como un auxiliar del fertilizante químico incorporado al suelo y en trabajos anteriores se han obtenido respuestas positivas en diferentes tipos de cultivos. Sin embargo, en el caso del maíz se menciona que no es factible aplicar fertilizante foliar, ya que se requiere mayor mano de obra y por lo tanto un aumento económico que con el rendimiento obtenido no compensa lo invertido.

La elaboración del presente trabajo nos permite tener una idea concisa de lo anteriormente mencionado para el caso del cultivo con el cual se trabajó.

El experimento se estableció en la parcela denominada "Potrero Grande" situada aproximadamente a 1.5 km. al sur de la población de Taxcueca, Jal., en el ciclo P-V 1987.

La preparación del terreno consistió en un barbecho y 2 pasos de rastro.

Se empleó el diseño experimental parcelas divididas con 3 repeticiones. La superficie que se utilizó para la siembra fue de 1152 m². Cada parcela individual fue formada por 4 surcos de 6 ms. de largo y de 0.8 ms. de separación entre cada uno de ellos. La siembra se realizó el 12 de junio de 1987. La población fue de 50,000 plantas/Ha.

Antes de la siembra se aplicó la mitad de nitrógeno y todo el fósforo mezclado con el insecticida dyfonate para el control de plagas de suelo. Como fuente nitrogenada se usó la urea y como fuente fosfórica el superfosfato de calcio triple.

Después de la siembra se aplicó Gesaprim Combi 2 Kg/Ha + Primagram 2 Lts/Ha en 200 Lts. de agua y 50 días después se dio un deshierbe manual.

La cosecha se llevó a cabo el 10 de noviembre del mismo año, cortándose 44 plantas de los 2 surcos centrales de cada parcela individual.

De los productos y tratamientos probados no hubo respuesta significativa, ya que el que rindió más fue el Testigo (sin aplicación foliar, únicamente al suelo); estimándose que la falta de respuesta se debió a que la planta obtuvo todo su requerimiento nutricional con el fertilizante sólido; haciendo con esto innecesaria la aplicación del fertilizante foliar a este cultivo y con las condiciones que con este trabajo se realizó.

También cabe hacerse notar que el cultivo anterior fue una leguminosa (garbanzo), especie que puede dentro de ciertos límites y para ciertos nutrimentos, aumentar la fertilidad del suelo.

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Pág.

<p>CUADRO No. 1 Recomendaciones de fertilización elaborado por el Servicio de Extensión Agrícola de la Unviersidad de West Virginia (Jacob 1973) - - - - -</p>	29
<p>CUADRO No. 2 Efectos de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de maíz y el contenido de proteína del grano (Purdue, University, Lafayette Indiana. Tomado de Barber y Olson, 1968) - - - - -</p>	33
<p>CUADRO No. 3 Análisis de varianza para la característica agronómica de rendimiento de la variedad HM-318 en Tuxcueca, Jal. Ciclo Primavera-Verano 1987 - - - - -</p>	44
<p>CUADRO No. 4 Rendimiento de grano en el ensayo de fertilizantes foliares en el cultivo de maíz. Primavera-Verano, Tuxcueca, Jal. 1987. Expresado en Ton/Ha - - - - -</p>	46
<p>CUADRO No. 5 Prueba de medidas para la variable rendimiento - - - - -</p>	48
<p>CUADRO No. 6 Comparación múltiple de medias en base a Tukey 0.05 - - - - -</p>	49

CUADRO NO. 7	Estimación de un producto para determinar cuál fue la mejor aplicación - - - - -	50
CUADRO No. 8	Estimación de una aplicación para determinar cuál fue el mejor producto _ - - - -	50
FIGURA No. 1	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del maíz, bajo dos condiciones de producción - (Adaptado de Barber y Olson 1968). - - - - -	35

C O N T E N I D O

Pág.

R E S U M E N

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CAPITULO 1.	INTRODUCCION	1
CAPITULO 2.	OBJETIVOS	3
CAPITULO 3.	REVISION DE LITERATURA	4
3.1.	Fertilización foliar	4
3.1.1.	Historia de los fertilizantes foliares	5
3.1.2.	Ventajas y desventajas de la fertilización foliar	6
3.1.3.	Mecanismo de absorción de los fertilizantes foliares	7
3.1.3.1.	Absorción estomática	8
3.1.3.2.	Absorción cuticular	8
3.1.4.	Factores que modifican la efectividad de los nutrimentos aplicados al follaje	9
3.1.4.1.	Ecológicos	9
3.1.4.1.1.	Temperatura	9
3.1.4.1.2.	Luz	10
3.1.4.1.3.	Humedad relativa	10
3.1.4.1.4.	Precipitación Pluvial	10
3.1.4.1.5.	Viento	11

	Pág.
3.1.4.1.6. Hora del día - - - - -	11
3.1.4.2. Físico-Químicos - - - - -	11
3.1.4.2.1. p.H. de la solución - -	11
3.1.4.2.2. Concentración de la solución - - - - -	11
3.1.4.2.3. Tamaño o dimensión del Ión - - - - -	11
3.1.4.2.4. Solubilidad del Com--- puesto en agua - - - -	12
3.1.4.2.5. Uso de Surfactantes - -	12
3.1.4.2.6. Uso de sustancias ener géticas - - - - -	12
3.1.4.3. Fisiomorfológicos - - - - -	13
3.1.4.3.1. Estado de desarrollo de la planta - - - - -	13
3.1.4.3.2. Cutícula - - - - -	13
3.1.4.3.3. Número y tamaño de los estomas - - - - -	13
3.1.4.3.4. Morfología de la hoja	14
3.1.4.3.5. Edad de la hoja - - - -	14
3.1.4.3.6. Estado nutritivo - - -	14
3.1.4.3.7. Lugar de la aplicación	14
3.1.4.3.8. Humedad de la superfi- cie de la hoja - - - -	14
3.1.5. Resultados de trabajos relacionados con fertilización foliar en maíz - - - - -	15

3.2. Fertilización al suelo - - - - -	15
3.2.1. Fertilización nitrogenada - - - - -	16
3.2.2. Fertilización fosfatada - - - - -	17
3.2.3. Factores que afectan la respuesta de los cultivos a la fertilización - - - - -	17
3.2.3.1. Suelo - - - - -	17
3.2.3.1.1. Contenido de <u>Nutrimen</u> tos - - - - -	17
3.2.3.1.2. Contenido de humus - - -	18
3.2.3.1.3. Reacción (p.H.) - - - -	19
3.2.3.2. Clima - - - - -	19
3.2.3.2.1. Agua - - - - -	20
3.2.3.2.2. Temperatura - - - - -	20
3.2.3.2.3. Intensidad lumínica - -	20
3.2.3.3. Genotipo - - - - -	21
3.2.3.3.1. Tipo de planta y va- riedad - - - - -	21
3.2.3.4. Manejo - - - - -	21
3.2.3.4.1. Rotación de cultivos - -	21
3.2.3.4.2. Fitoprotección y comba- te de malezas - - - - -	22
3.2.3.4.3. Densidad de siembra - -	23
3.2.3.4.4. Dosificación de ferti- lizantes - - - - -	23

3.2.3.4.5. Epoca y método de fertilización	24
3.2.4. Movimiento de los nutrimentos en el suelo	24
3.2.5. Factores que afectan la respuesta del maíz a los fertilizantes	26
3.2.5.1. Resultados de investigación en maíz	30
3.2.6. Importancia de la fijación de nitrógeno por las leguminosas	36

CAPITULO 4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización del experimento	37
4.2. Clima	37
4.2.1. Latitud	37
4.2.2. Altitud	37
4.2.3. Temperatura	38
4.2.4. Precipitación	38
4.3. Suelo	38
4.3.1. Textura	38
4.3.2. p.H.	38
4.4. Material utilizado	39
4.4.1. Variedad	39
4.4.2. Fertilizantes sólidos	39
4.4.3. Fertilizantes foliares	39

	Pág.
4.4.4. Insecticidas - - - - -	40
4.5. Diseño experimental - - - - -	40
4.5.1. Tratamiento utilizado - - - - -	40
4.6. Procedimiento Experimental - - - - -	41
4.6.1. Preparación del terreno - - - - -	41
4.6.2. Siembra - - - - -	41
4.6.3. Fertilización - - - - -	42
4.6.4. Labores de cultivo - - - - -	42
4.6.5. Control de plagas - - - - -	42
4.6.6. Cosecha - - - - -	42
 CAPITULO 5. RESULTADOS Y DISCUSION - - - - -	 43
 CONCLUSIONES - - - - -	 54
 APENDICE - - - - -	 56
 LITERATURA CITADA - - - - -	 63

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

1. INTRODUCCION

En la actualidad, uno de los muchos problemas que afronta la humanidad y tal vez el de mayor importancia es el crecimiento desmedido de la población que se multiplica constantemente ante una superficie de tierra, con escasas o nulas posibilidades de expanderse, y que es la que nos provee de alimentos. Teniendo en cuenta lo anterior se presenta la inminente necesidad de incrementar la producción, problemática ante la cual, toda y cada una de las personas vinculadas al agro, tenemos la mayor responsabilidad.

Sin duda alguna el maíz es uno de los principales cereales del mundo, ocupando el segundo lugar en producción después del trigo. Además junto con el trigo y el arroz, representa el 80% de la producción mundial de cereales.

Ante esta panorámica surge la siguiente pregunta: ¿Cómo lograr este aumento de producción al ritmo con que aumenta la población? Sin duda alguna es difícil la respuesta a este cuestionamiento, sobre todo porque la investigación no es fructífera totalmente de un día para otro, ni de un año al siguiente, sino que requiere de varios años y que en el transcurso de éstos son nuevos los problemas que se deben afrontar.

En los últimos años se ha trabajado con la fertilización foliar como un auxiliar del fertilizante sólido y en trabajos anteriores se han obtenido respuestas positivas en diferentes tipos de cultivos; sin embargo en el caso del maíz, se ha mencionado que no es factible aplicar el fertilizante -

foliar, ya que se requiere por una parte mayor mano de obra y por otra un aumento de la inversión, que con el rendimiento obtenido no compensa la inversión.

Es pues la elaboración del presente trabajo una justificación para llegar a una conclusión que nos dé una idea concisa de lo anteriormente mencionado.

2. OBJETIVOS

- * *Cuantificar el rendimiento del cultivo de maíz con diferentes aplicaciones de fertilizantes foliares.*

- * *Evaluar la respuesta del cultivo a cinco productos comerciales de fertilizantes foliares, usados como un auxiliar de la fertilización incorporada al suelo.*

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. Fertilización Foliar.

Los elementos básicos que las plantas utilizan para la formación de sus tejidos y órganos son considerados esenciales y la falta de algunos de ellos anularía directamente la vida de las plantas o la limitaría por graves trastornos para los procesos fisiológicos.

El método de aplicación foliar se ha utilizado para reducir ciertos problemas que no pueden ser solucionados cuando se aplica fertilizante al suelo, como es en el caso de suelos de reacción ácida o alcalina, (según folleto de publicación, "nutrientes foliares cosmocel"), en el que los micronutrientes y el fósforo pasan a formas insolubles y no pueden ser absorbidos por la planta, o bien, en aquellos suelos ligeros en los que fácilmente son lixiviados los nutrientes y no son utilizados por la planta.

La adición foliar de nutrientes no es sustituto de la aplicación al suelo, según Norton (1962) excepto para elementos trazas usados en pequeñas cantidades por la planta. En la mayoría de los casos, es solo un suplemento de la fertilización al suelo. Por otra parte no todos los tipos de planta responden a la aplicación foliar de nutrientes; muchas características físicas y químicas de las hojas afectan la utilización adecuada del fertilizante, y hay más peligro por quemaduras en esta práctica que en adiciones al suelo.

La fertilización foliar ha sido considerada de importancia, principalmente en cultivos de tipo perenne (frutales), con el objetivo primordial de corregir deficiencias de micronutrientes de una manera rápida y menciona Sabbagh (1978), que sin embargo el uso de la fertilización foliar en plantas de cultivo anual, puede ser efectivo cuando existen problemas de fijación y movilización de nutrientes en el suelo.

3.1.1. Historia de los fertilizantes foliares.

La fertilización foliar según se menciona en el folleto "Nutrientes foliares CosmoCel", es probablemente tan antigua como cualquier otra práctica agrícola. Habiéndose encontrado respuestas satisfactorias a la fertilización foliar desde hace más de 100 años, donde demuestran los macronutrientes al igual que los micronutrientes pueden ser absorbidos por el follaje.

El descubrimiento de los fundamentos científicos de nutrición mineral a través de las hojas, se sitúa generalmente a mediados del siglo pasado, época en que las sales minerales de fierro fueron aplicadas directamente con rociadores al follaje de las plantas para corregir la clorosis. Sin embargo, la fertilización foliar ha venido tomando gran importancia en los últimos años debido a las ventajas que presenta sobre la fertilización al suelo, considerándosele como fertilización complementaria (Nutrientes foliares CosmoCel).

3.1.2. Ventajas y desventajas de la fertilización foliar.

Se considera una ventaja específica de la fertilización foliar señala Aldrich y Leng (1974), el que los nutrimentos aplicados al follaje penetren en las hojas con rapidez y puedan ser disponibles para la planta en los momentos críticos.

La ventaja de la fertilización foliar se manifiesta según mencionan Davis y Lucas (1954), cuando existen suelos con problemas de fijación, retrogradación o lixiviación de elementos, lo cual trae como consecuencia desórdenes por deficiencias en las plantas cultivadas. También se manifiesta la ventaja si la planta expone máxima superficie floral.

Los macroelementos necesarios para la planta, mencionan Aldrich y Leng (1974), pueden aplicarse favorablemente, aunque solo sea una parte de la necesidad total, no obstante resulta un aporte significativo.

Una de las desventajas es el porcentaje bajo de la aplicación foliar y que el contacto es por unas horas y hay que repetir o usar sustancias poco solubles en agua y pegarlas a las hojas a través de un coadyuvante. Además menciona Pápadakis (1974), las hojas no pueden solubilizar y absorber -- sustancias poco solubles como las raíces, las cuales poseen características físicas y químicas que les favorecen.

Es de mucha importancia el hecho de que las aplicaciones foliares -- deben realizarse en las primeras horas de la mañana o bien al atardecer para

evitar quemaduras al follaje y pérdidas por evaporación y conseguir, así mencionan Wittwer y Jyung (1965), una mayor absorción de los nutrimentos.

Una desventaja general según señala Bastin (1970), es cuando las lluvias son prolongadas, las hojas, sobre todo las viejas, pueden abandonar sales, minerales y sustancias orgánicas.

3.1.3. Mecanismo de absorción de los fertilizantes foliares.

La cutícula según se indica el folleto de Publicación "Nutrientes Foliares Cosmocel", es la primera barrera que debe de atravesarse antes de que la aplicación química de un fertilizante foliar pueda ponerse en contacto con el protoplasma vivo de la planta.

Los solutos pueden penetrar a la hoja por distintas rutas, menciona Currier y Dybing (1959), siendo éstas, los estomas y la cutícula; la información obtenida hasta ahora no permite definir cuál de las dos es más importante pudiéndose decir únicamente que ambas ocurren bajo circunstancias apropiadas y que la predominancia de una o de la otra depende de la interacción de numerosos factores.

Por otro lado Wittwer y Jyung (1965) coinciden en que lo que ha contribuido a un mejor entendimiento de la absorción foliar, son los estudios recientes sobre permeabilidad de nutrimentos a través de láminas circulares aisladas y citan que los trabajos de Yamada, et-al (1964), proporcionan una evidencia convincente de que la penetración a través de la cutícula podría -

explicarse como un proceso típico de difusión, independientemente de la presencia de estomas y que las membranas cuticulares son más permeables a los cationes que a los aniones.

El p.H. es determinante en la absorción de los fertilizantes foliares, encontrándose que con un p.H. entre 3 y 6 el fósforo en forma de fosfato sódico alcanzó la máxima absorción; el fósforo en forma de fosfato de potasio la obtuvo en un p.H. entre 7 y 10 y el fósforo en forma de fosfato de amonio en todos los valores del p.H. Concluyéndose que el p.H., la solubilidad, la retención de humedad y la cristalización en la superficie de la hoja, son factores determinantes en el grado de absorción (folleto "Nutrientes Foliares Cosmoce".).

3.1.3.1. Absorción estomática

Existe casi la absoluta certeza de que la penetración a través de los estomas no se lleva a cabo bajo condiciones normales, pues se encuentran llenos de aire y no permiten la entrada de agua; sin embargo mencionan Dybing y Currier en 1961, que si a la solución que se aplique no se le agrega un surfactante, es factible la entrada de esa solución al interior de la planta por esta vía.

3.1.3.2. Absorción cuticular

La absorción a través de la cutícula ha sido ampliamente demostrada. La absorción cuticular según Currier y Dybing en 1961, se realiza por di

fusión y es modificada por los factores que afectan a este proceso; la penetración al principio es rápida (durante las primeras horas) y después se va reduciendo gradualmente. Sin embargo mencionan Koontz y Biddulph en 1957, -- que a pesar de que después de las primeras 30 horas se reduce marcadamente la velocidad de la absorción; el 60% de la solución es absorbida después de las 96 horas.

3.1.4. Factores que modifican la efectividad de los nutrimentos aplicados al follaje.

Los factores que modifican la efectividad de los nutrimentos aplicados al follaje se pueden clasificar, señalan Currier y Dybyng (1959), en:

- * Ecológicas.
- * Físicoquímicos
- * Fisiomorfológicas.

3.1.4.1. Ecológicas.

3.1.4.1.1. Temperatura, - Aumenta la absorción con los incrementos de temperatura dentro del rango de 10 a 21°C. Sin embargo, mencionan Tutkey et-al (1961) que a temperaturas más bajas, la absorción es más efectiva por el follaje que por las raíces.

En general las aplicaciones foliares, señalan Wittwer y Jyung (1965), deben de realizarse cuando la temperatura ambiental no sea mayor -

de 21°C, y la humedad relativa no menor del 70%, ya que al ocurrir lo contrario el agua de la solución fertilizante se evapora rápidamente produciéndose en la superficie foliar zonas de concentración demasiado elevadas que pueden causar quemaduras o bien disminuir la vida de la solución sobre la hoja y reducir la absorción.

3.1.4.1.2. Luz.- Promueve la absorción directamente por estimular la apertura del estoma, e indirectamente por permitir la fotosíntesis, lo cual establece según Currier y Dybing (1959) un gradiente de presión osmótica continuo entre las hojas y raíces permitiendo el transporte de los compuestos aplicados al follaje.

Hay mayor absorción menciona Tukey et-al (1961) en la luz que en la oscuridad.

3.1.4.1.3. Humedad relativa.- Condiciones de alta humedad relativa retardan el secamiento de la pelidula asperjada, favorecen la apertura del estoma, aumentan la permeabilidad en la cutícula, aumentan la absorción y el transporte de los nutrimentos aplicados, debido al parecer según señalan Currier y Dybing (1959) a la reducción de la transpiración, redundando en la inversión del proceso, aumentando por consiguiente el transporte por el floema.

3.1.4.1.4. Precipitación pluvial.- Lluvias después de la aplicación pueden lavar parcial o totalmente la solución asperjada y además, mencionan Currier y Dybing (1959) que puede reducirse la cantidad de soluto potencialmente absorbible.

3.1.4.1.5. Viento.- Este factor tiene su efecto principal en la remoción del microclima húmedo que se forma alrededor de las superficies asperjadas debido a lo cual, menciona Yamada et-al (1965), la película de solución se mantiene en contacto con el aire de menor humedad relativa, lo que induce a la evaporación más rápida de la solución, o bien a la energetización de las moléculas con mayor energía contenidas en el viento.

3.1.4.1.6. Hora del día.- Hay mayor absorción según Tukey et-al (1961) al amanecer que al atardecer.

3.1.4.2. Físico-Químicos:

3.1.4.2.1. P.H. De la solución.- Se ha encontrado que la máxima absorción ocurre a un p.H que se encuentra entre 2 y 3 mencionan Tukey et-al (1961), dependiendo de los cationes.

3.1.4.2.2. Concentración de la Solución.- Hay una absorción total mayor señala Tukey et-al (1961), al aumentar la concentración de las soluciones aplicadas al follaje, pero reduciéndose la cantidad absorbida con respecto a la aplicada.

3.1.4.2.3. Tamaño o dimensión del Ión.- Se ha encontrado que existe una relación inversa entre el tamaño del Ión y su penetración a través de la cutícula manifestándose según señala Yamada et-al (1965), que compuestos inorgánicos son absorbidos más fácilmente y en mayor cantidad que compuestos orgánicos.

3.1.4.2.4. Solubilidad del Compuesto en Agua.- Casi la totalidad de las aplicaciones de compuestos químicos que se dirigen al follaje señalan Cu rrier y Dybing (1959), se realizan como soluciones acuosas, habiéndose encontrado que la solución aumenta conforme se incrementa el grado de solubilidad de los compuestos aplicados.

3.1.4.2.5. Uso de Surfactantes.- Estos productos han sido aplicados ampliamente como aditivos en las aplicaciones de soluciones de follaje de -- las plantas (fertilizantes foliares, fitorreguladores y hormonas, herbicidas y fungicidas, etc.), el surfactante generalmente aumenta la cantidad absorbida a causa de los siguientes factores, según indican Eddings y Brown (1967). Reduce la tensión superficial del líquido, aumentando así su cobertura; faci lita la remoción del aire que se encuentra entre la solución y la cutícula de la hoja, actúa como cosolvente o agente solubilizante y al aparecer induce la penetración a través del estoma.

3.1.4.2.6. Uso de sustancias energéticas.- Se ha probado que las sus tancias energéticas (sacarosa, glucosa, maltosa o galactosa) han aumentado - significativamente el transporte de elementos nutritivos aplicados al follaje de plantas que se encuentran desarrollando bajo condiciones de oscuridad, señala Gustafson (1956), además, también se han reportado aumentos en plan tas que se desarrollan en condiciones de luminosidad pero éstos, no son tan marcados como los primeros.

3.1.4.3. Fisiomorfológicos.

3.1.4.3.1. Estado de desarrollo de la planta.- Se han encontrado los máximos beneficios derivados de aplicación comenta Tukey et-al (1961) durante la formación de botones flores y antesis.

3.1.4.3.2. Cutícula.- Todas las superficies externas e internas de las partes aéreas de las plantas se encuentran cubiertas por una capa grasa lipoidal conocida como cutícula. También señala Esau, D. (1959) que se ha identificado sobre las superficies libres del mesófilo de las hojas, sobre las membranas internas de la epidermis en contacto con los espacios aéreos internos y recubriendo las células oclusivas de los estomas. La cutícula va ria sensiblemente de espesor en las diferentes plantas.

3.1.4.3.3. Número y tamaño de los estomas.- El número y tamaño de los estomas varía notablemente en los diferentes espacios.

En un estudio sobre la absorción del Hierro por hojas de sorgo, tomate y frijol, encontraron que el número de estomas por cm^2 , el área ocupada por un estoma y la superficie total ocupada por los estomas de 1 cm^2 de hoja, variaron grandemente entre las especies mencionadas, además mencionan Eddings y Brown (1967), en este trabajo se concluyó que bajo las condiciones del experimento, se encontró que el estoma tuvo un papel más importante en la absorción del I^{on} férrico por hojas que se sumergieron en soluciones acuosas que contenían este I^{on} surfactante, encontrándose además correlación entre el área total ocupada por los estomas y el grado de absorción.

3.1.4.3.4. *Morfología de la hoja.*- La morfología de la hoja es importante en relación a la retención y disposición del material asperjado, - que las hojas de posición horizontal retienen más producto que hojas verticales; y superficies valiosas y ásperas más que superficies lisas. Además - mencionan Currier y Dybing (1959) que en hojas con pubescencias y protuberancias, el aire se puede interponer entre la cutícula de la hoja y la gota del producto asperjado, reduciéndose de esta forma la absorción del mismo. Hojas enroscadas a causa de un déficit hídrico tienen menor poder de absorción.

3.1.4.3.5. *Edad de la hoja.*- Las hojas jóvenes tienen un mayor poder de absorción que las hojas viejas, probablemente debido a que éstas señalan Currier y Dybing (1959) tienen cutícula más gruesa y menor hidratación.

3.1.4.3.6. *Estado nutritivo.*- Altos niveles nutricionales en las raíces señalan Tukey et-al (1961) rebajan la absorción foliar.

3.1.4.3.7. *Lugar de la aplicación.*- Tukey et-al en (1961) determinaron que la absorción foliar del fósforo es mayor a través del haz que del envés de la hoja.

3.1.4.3.8. *Humedad de la superficie de la hoja.*- La presencia de humedad en la superficie de la hoja según señala Tukey et-al (1961) facilita grandemente la absorción foliar.

3.1.5. Resultados de trabajos relacionados con fertilización foliar en maíz.

Aguirre en 1979, obtuvo resultados con efectos significativos en lo que se refiere a la altura de la planta, pero para otros factores analizados como producción de grano y de forraje, no se apreció diferencia significativa alguna. Esto se llevó a cabo en Monterrey, Nuevo León.

En su experimento usó la fórmula de fertilización foliar 20-30-10- y la fórmula del fertilizante sólido incorporado al suelo fue 20-15-10.

Las concentraciones de la fórmula 20-30-10 fueron al 0.5, 1, 1.5, 2 y 2.5%. Aplicó el fertilizante foliar a los 30, 60 y 75 días después de la siembra.

Aldrich y E.R. (1970) hacen mención que hasta la fecha, la nutrición foliar no ha resultado económicamente costeable para la aplicación de nutrimentos principales a los cultivos del maíz. El maíz necesita cantidades tan grandes de NPK que deberían realizarse entre 15 y 20 aplicaciones separadas para suministrar una cantidad suficiente de nutrimentos e impedir la quemazón de las hojas.

3.2. Fertilización al suelo

La fertilización tiene como finalidad incrementar los rendimientos y mejorar las condiciones nutritivas de la planta al aumentar las reservas de nutrimentos ya existente en el suelo. Como regla general, menciona Jacob, Von (1973) basta suministrar los nutrimentos requeridos en mayor cuantía por la planta (N.P.K.) cubriéndose en tal forma la elevada demanda que de ellos origina el incremento de la producción.

En casos extremos, donde los factores climáticos mantienen el rendimiento máximo a un nivel demasiado bajo, la aplicación de un nutrimento simple puede ser suficiente.

Cuanto más altos son los rendimientos que se obtengan bajo favorables condiciones climáticas y de cultivo y mayor sea el tiempo que el suelo haya estado bajo explotación, tanto más importante y necesaria resulta ser la fertilización.

El efecto total de la fertilización podrá ser logrado siempre que todos los factores que influyen sobre el rendimiento sean mantenidos a un nivel óptimo.

3.2.1. Fertilización nitrogenada.

En el aire por encima de cada hectárea, existen 30,000 tns. de nitrógeno, pero el maíz no puede alcanzarlo. La planta de maíz puede tomar el oxígeno, el hidrógeno y el carbono del aire, pero no puede tomar ni un gramo de nitrógeno. En realidad, según menciona Aldrich y Leng (1974), el nitrógeno presenta algunos de los problemas más espinosos e importantes en la fertilización del maíz. El nitrógeno proviene de muchas fuentes, pero no permanece donde se le coloca.

El maíz absorbe casi todo el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3) pero éste solo puede almacenarse en el suelo en pequeñas cantidades a causa de la lixiviación y la desnitrificación.

3.2.2. Fertilización fosfatada

Aunque la cantidad de fósforo en el suelo y en la planta de maíz - es baja en comparación con el nitrógeno y el potasio según señalan Aldrich, - Leng (1974), el fósforo es un elemento importante para la nutrición del maíz. No está sometido a pérdidas por lixiviación en el suelo. Durante el primer año el cultivo no suele obtener más de 15-20% del fósforo aplicado con el - fertilizante. El fósforo se encuentra en el suelo en forma orgánica como el nitrógeno y en forma inorgánica como el potasio.

3.2.3. Factores que afectan la respuesta de los cultivos a la fertilización.

3.2.3.1. Suelo

Las propiedades del suelo y los efectos de la fertilización guardan estrechas relaciones mutuas. Así se tiene, que el efecto de la fertilización depende, por un lado, según señala Jacob (1973) del estado de la fertilidad del suelo y por otra parte, la fertilización correctamente dosificada que contribuye esencialmente al aumento de la fertilidad del mismo.

3.2.3.1.1. Contenido de nutrimentos

El hecho de que un suelo no responda a una aplicación de fertilizantes no significa necesariamente que el mismo posea un elevado contenido de nutrimentos. En un sinnúmero de suelos altamente deficientes en nutrimentos es posible llegar a obtener una satisfactoria respuesta a la fertilización

solo cuando las reservas nutritivas de los mismos han sido reabastecidas una vez más mediante un abundante suministro de fertilizantes. Así, se tiene que en suelos con fuerte empobrecimiento de potasio es necesario realizar primeramente y hasta cierto punto, una saturación con potasio de las micelas coloidales minerales, antes de que este elemento pueda ser puesto a disposición de las plantas en cantidades adecuadas. Sin embargo señala Jacob (1973) también en suelos con alto contenido de nutrimentos y favorables condiciones de crecimiento habrán de aplicarse cantidades adicionales de fertilizantes minerales si es que ha de desearse la obtención de elevados rendimientos y la prevención del descenso de la fertilidad del suelo.

Muchos de los suelos de la Europa Occidental, pertenecientes hoy día a los de mayor productividad de ese Continente, fueron, antes de ser incorporados al cultivo, terrenos de Vermo, casi infértiles. Solo mediante la intensa aplicación de fertilizantes minerales y abonos orgánicos ha sido posible aumentar su producción hasta el nivel que presenta hoy día.

3.2.3.1.2. Contenido de humus.

Es el resultado de la presencia de la materia orgánica en el sustrato geológico del suelo. La materia orgánica del mismo no solo desempeña el papel de portadora y abastecedora de nutrimentos; sino que cumple también muchas otras importantes funciones: Mejoramiento de la estructura edáfica, la circulación y capacidad de humedad del suelo, estimulación de la actividad microbiana, protección contra la erosión, el retardamiento de la fijación irreversible de nutrimentos, elevación de la capacidad de amortiguación del sue-

lo, abastecimiento de sustancias orgánicas con carácter de auxinas, fomentando así el crecimiento.

Por esta razón menciona Jacob (1973), no es de asombrar que el efecto de una fertilización dependa en alto grado de la presencia de ciertas cantidades de humus.

3.2.3.1.3. Reacción (p.H).

Los valores comprendidos entre 6 y 7 resultan ser los más favorables para el aprovechamiento y la efectividad de la mayoría de los nutrimentos vegetales, señala Jacob (1973); sin embargo, es natural que tengan que tomarse en consideración las exigencias específicas de las plantas.

En los suelos ácidos deberá dárseles prioridad a los fertilizantes fisiológicamente alcalinos (nitrato chileno, cianámid de calcio, escorias básicas, harina de huesos, fosfatos), en tanto que en los suelos de reacción alcalina habrán de emplearse preferentemente fertilizantes fisiológicamente ácidos (sulfato de amonio, nitrato de amonio, superfosfato).

3.2.3.2. Clima.

De todo el conjunto de factores ambientales naturales los de carácter climático son aquellos sobre los que el hombre ejerce una influencia menor.

3.2.3.2.1. Agua.

Desde el punto de vista de la planta, una fertilización en forma sólida puede ser únicamente efectiva, cuando los nutrimentos son disueltos por el agua, menciona Jacob (1973), puesto que los vegetales los asimilan solamente de la fase líquida. Además señala que toda cantidad de fertilizantes que exceda de los límites correspondientes deja de tener valor, ya que la insuficiencia de agua impide la correcta absorción y transporte de los nutrimentos por los vegetales, así como su utilización en el metabolismo de los mismos.

3.2.3.2.2. Temperatura.

En general, puede decirse que en las regiones con elevadas temperaturas diurnas y bajas temperaturar nocturnas (suponiendo que los factores restantes sean favorables), señala Jacob (1973), pueden ser empleados por la planta mayores cantidades de fertilizantes que en las zonas donde predominan elevadas temperaturas nocturnas.

3.2.3.2.3. Intensidad luminica.

La luz, bajo determinadas condiciones, puede tornarse en un factor limitante, ejerciendo de esta manera un efecto decisivo sobre el grado y éxito de la fertilización. (Jacob, 1973).

Esto atañe, en particular a los cultivos explotados bajo sombra. Te

niéndose así que entre más intensa sea ésta menor será la cantidad de carbohidratos que puedan ser sintetizados por unidad de superficie foliar y, por consiguiente, menor será también la cantidad de nutrimentos requeridos.

3.2.3.3. Genotipo:

3.2.3.3.1. Tipo de planta y variedad.-

La demanda de nutrimentos y la capacidad de asimilación de los nutrimentos presentes en el suelo, o suministrados a él por medio de la fertilización, así como la reacción a ésta, señala Jacob (1973), varía de una planta a otra.

Las leguminosas cuya extracción de nitrógeno es muy grande, muestran el hecho de que la extracción y la demanda de nutrimentos de los vegetales no son iguales, ya que estas plantas toman el nitrógeno del aire con la ayuda de las bacterias nodulares.

En el caso de variedades locales, resulta casi imposible realizar un aumento de rendimiento mediante el efecto de tratamientos de fertilizantes mejorados, mientras que, señala Jacob (1973) por el contrario, el cultivo de variedades productivas puede denotar un carácter irrentable si no se le fertiliza.

3.2.3.4. Manejo:

3.2.3.4.1. Rotación de cultivos

Es evidente que el éxito de una fertilización está relacionado con

forma estrecha con una correcta rotación de cultivos. Los mejores cultivos anteriores resultan ser las leguminosas, señala Jacob (1973), así como todas aquellas plantas que cubran correctamente el suelo y mantengan, por consi- --- guiente, su buena estructura y adecuada condición de humedad.

En la ejecución de la fertilización deberá tomarse en consideración no solo las exigencias del cultivo a fertilizar, sino también la demanda de nutrimentos y la fertilización anterior de los cultivos que integran el sistema de rotación.

Los cultivos únicos presentan elevadas exigencias unilaterales del suelo (contenido de nutrimento).

3.2.3.4.2. Fitoprotección y combate de malezas

La explotación de plantas agrícolas en forma de cultivos únicos, - fomenta la presencia en masa de enfermedades y plagas; sin cuyo combate la - fertilización no podrá alcanzar un completo éxito.

Además menciona Jacob (1973), existen relaciones entre la fertiliza- ción, la fitoprotección y el combate de malezas. La cianamida de calcio y - la hainita, no solo se aplican por su efecto fertilizante, sino también por su acción herbicida. Una fertilización oportuna fomenta el desarrollo ini- cial de las plantas agrícolas, protegiéndolas de la maleza y permitiéndoles su pronta recuperación de ataque de insectos.

Las plantas bien alimentadas resultan ser más resistentes al ataque de plagas y enfermedades.

3.2.3.4.3. Densidad de siembra

La óptima densidad de población por unidad de superficie para una misma especie y variedad de planta varía ampliamente; Jacob (1973); ello depende del abastecimiento del suelo en nutrimentos y agua, y de la cantidad de luz incidente que recibe el vegetal. Por regla general, cuando mayor es la densidad de siembra, tanto más elevadas deberán ser las dosis de fertilizantes a aplicar, a fin de alcanzar un efecto óptimo.

3.2.3.4.4. Dosificación de fertilizantes

El nivel de las dosis óptimas de fertilización está determinado según Jacob (1973), por la clase de cultivo, la variedad, los métodos culturales a seguir y la situación económica prevaleciente, o sea la relación que existe entre el costo de los fertilizantes y los precios de los productos agrícolas.

La aplicación de dosis muy bajas, especialmente de fósforo y potasio, no llegan a producir en la mayoría de los casos algún efecto; si lo producen será insignificante, no justificando el desembolso realizado.

3.2.3.4.5. Época y método de fertilización.

El efecto total de una fertilización no depende solamente de la -- aplicación correcta del fertilizante y de su dosificación adecuada, sino también de su suministro en el momento conveniente. Además menciona Jacob (1973) esto último es de particular importancia para los suelos con bajo contenido de nutrimentos, así como para aquellos cultivos cuya necesidad nutritiva está limitada a un determinado periodo de tiempo.

Sin embargo, debido a las diferentes funciones que ejercen los nutrimentos individuales en la planta, así como a su distinta capacidad de movilización en el suelo y al hecho de no ser siempre requeridos por la planta a un mismo tiempo, resulta imposible determinar una regla general al respecto.

El problema de la época de aplicación del fertilizante, se encuentra estrechamente relacionado con el método de aplicación a seguir (voleo, -- bandas, aspersión).

3.2.4. Movimiento de los nutrimentos en el suelo

El movimiento de los elementos en el suelo es muy lento, siendo -- según Domínguez (1978) máximo para los nitratos (hasta 5 cm/día) y mínimo para el fósforo (hasta 1 cm/día).

Sin embargo este mismo autor menciona que los movimientos del agua por efecto de la gravedad o de la capilaridad pueden, en ocasiones, alejar -- los elementos de las raíces. En particular, cuando se eliminan por drenaje

los excedentes de agua, se pueden producir importantes pérdidas de elementos nutritivos, que, dependen lógicamente de la concentración que exista en la solución del suelo. Siendo más considerables en el nitrógeno por su gran solubilidad que para el fósforo.

El nitrógeno es muy soluble en las tres formas principales en que se encuentra en los abonos. Señala Domínguez (1978), nítrica, amoniacal y ureica o amídica, siendo retenido únicamente en su forma amoniacal por el complejo de cambio hasta su transformación a la forma nítrica. Tiene por tanto, una gran movilidad, siendo transportado fácilmente por el agua en sus movimientos por gravedad y capilaridad.

Por otra parte, a causa de la actividad microbiana, el nitrógeno es inmovilizado y liberado alternativamente, lo que produce grandes fluctuaciones en el contenido de nitrógeno en la solución del suelo.

La movilidad del fósforo es insignificante como se mencionó ya anteriormente, debido a la pequeñísima solubilidad de los compuestos más frecuentes en el suelo; por la misma razón menciona Domínguez (1978), gran parte de este elemento soluble aplicado en los abonos se insolubiliza con relativa rapidez, al reaccionar en el suelo y llegar a un equilibrio con las diferentes formas de fósforo que existen en dicho medio (esto es, en disolución, absorbido y formando parte de compuestos de hierro, aluminio o calcio bastante insolubles).

Así pues, es esencial que este elemento se coloque cerca de las raíces.

ces y que se procure, especialmente en suelos pobres, reducir su contacto con el suelo y por tanto, su reacción con él.

El fósforo queda fácilmente fijado en el suelo (suelos calizos y suelos ácidos especialmente) en formas que no son asimilables para los cultivos.

3.2.5. Factores que afectan la respuesta del maíz a los fertilizantes.

En la selección de suelos para el cultivo del maíz, deberán ser descartados todos los de tipo extremo, tales como los de carácter ligero-arenoso o guijarrosos y arcilloso-pesados, dado que no permiten el sano desarrollo radical de la planta.

Un suelo limoso, profundo, no muy pesado y bien aireado, es lo más indicado para este cultivo señala Jacob (1973) aún cuando también llega a prosperar en suelos arenosos y calcaréos. En suelos aluviales y vírgenes produce, igualmente, buenos rendimientos.

El maíz agota el suelo en forma considerable, siendo únicamente bajo un correcto abastecimiento de nutrimentos cuando puede proporcionar rendimientos satisfactorios. Además, menciona Jacob, Von (1973), su rápido desarrollo origina el que esta planta presente ya en sus primeras fases de crecimiento, una elevada demanda de nutrimentos fácilmente aprovechables.

Según Long (1953) citado por Jacob, Von (1973), una cosecha de ---
2,845 Kg. requiere:

N - - - - - 180 Kg/ha.
 P_2O_5 - - - - - 62 Kg/ha.
 K_2O - - - - - 124 Kg/ha

Soubies (1953), citado por Jacob (1973), también obtuvo resultados semejantes a Long (1953) y reporta las siguientes cantidades, extraídas por cada 50 kg. de grano cosechado:

N - - - - - 2.5 Kg.
 P_2O_5 - - - - - 1.0 Kg.
 K_2O_5 - - - - - 2.0 Kg.

Para las condiciones ambientales de Rodesia, Weinmann (1956), citado por Jacob (1973), cita las siguientes cantidades promedio de nutrimentos:

N - - - - - 67 Kg/ha
 P_2O_5 - - - - - 30 Kg/ha
 K_2O - - - - - 56 Kg/ha
 CaO - - - - - 11 Kg/ha

La armoniosa fertilización es siempre un importante requisito para la obtención de altos rendimientos y plantas sanas, menciona Jacob, Von --- (1973). Además, el estiércol representa un buen abono para el maíz, más, -

debido a la gran demanda de nutrimentos que este cereal requiere durante las primeras fases de crecimiento, que tendrá (estiércol) que incorporarse al suelo, en compañía de una fertilización mineral complementaria.

Una rotación sistemática de cultivos, incluyendo leguminosas, reduce la incidencia de plagas y enfermedades, aumentando a su vez, Jacob, Von (1973); la eficacia de los fertilizantes.

En vista de que el maíz no tolera una reacción ácida del suelo, el éxito de la fertilización depende frecuentemente del adecuado suministro de cal.

Las variedades altamente productivas del maíz, realizan un mejor aprovechamiento de los tratamientos fertilizantes, según Jacob Von (1973), - que aquellas de baja capacidad de rendimiento.

Mientras mejor es el abastecimiento de agua de la planta, tanto más elevadas pueden ser las dosis a aplicar.

En nivel y la proporción de nutrimentos de ellas están regidos tanto por el suministro que se haga o no de estiércol; como por el cultivo anterior, el contenido nutritivo del suelo y las condiciones climáticas prevalentes.

CUADRO 1. Recomendaciones de fertilización elaboradas por el servicio de extensión agrícola de la Universidad de West Virginia (Jacob, 1973).

Cultivo anterior y abonamiento orgánico	Recomendaciones de fertilización/Ha
Maíz después de leguminosas y 15-20 tn/ha de estiercol. (Enterrado con arado).	330 Kg de una fórmula 4-12-14 ó 15-12-5 aplicados en hileras.
Maíz después de leguminosas sin estercoladura	450-550 de la fórmula 5-10-10 enterrados en forma de fertilización de fondo y 336 Kg. de la fórmula --- 5-10-5 aplicados en surcos.
Maíz después de maíz u otro cereal y 15-20 tn/ha de estiercol.	45 Kg de N (224 kg de nitrato de amonio) enterrados con arado y 336 kg. de fórmula 5-10-5 aplicados en surcos.
Maíz después de maíz u otro cereal, sin estercoladura.	78 Kg. de la fórmula 10-10-10 (enterrados con arado) y 330 Kg. de la fórmula 5-10-5 en cobertura.

3.2.5.1. Resultados de investigación en maíz.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Medrano (1972), recomienda aplicar al cultivo del maíz para la localidad de Tecomán Colima, 120 Kg/Ha de nitrógeno adicionando 40 Kg/Ha de fósforo.

Burleson, et-al (1956), citado por Vázquez (1970), condujeron una investigación en el Estado de Texas para estudiar el efecto del nitrógeno sobre los rendimientos de grano de sorgo, forraje y el contenido de proteína de grano.

Sus resultados indicaron que las aplicaciones de 60 y 120 Kg/Ha de nitrógeno aumentaron significativamente el rendimiento.

Raheja, et-al (1958) citado por Vázquez (1970) encontraron en experimentos conducidos en el Valle Imperial de California que las aplicaciones de 40, 90, 160 Kg/Ha de nitrógeno, aumentaron el rendimiento de grano.

Vázquez (1970) observó en el noreste de Tamaulipas que la aplicación de 120 Kg/Ha de nitrógeno fue la dosis óptima estadísticamente, haciéndose notar que la aplicación de dos riegos de auxilio y las lluvias ocurridas durante el ciclo, fueron factores determinantes que permitieron obtener los más altos rendimientos del grano de maíz y sorgo.

Barragán (1973), obtuvo en su trabajo que el mejor tratamiento de fertilizante fue 160-40-00 en una sola aplicación en el ensayo que él efectuó

en el Municipio de Ameca, Jal., donde la finalidad fue determinar el mejor tratamiento de fertilización nitrogenada bajo condiciones de temporal con un riego de auxilio.

Angeles (1954) citado por González (1975) trabajando en condiciones de invernadero con suelos de Chapingo, encontró que los rendimientos de maíz se incrementaron al aumentar la dosis de fertilizante fosfatado.

El Departamento de Suelos del INIA (1969) de acuerdo a sus investigaciones realizadas en el campo experimental del horno con maíz de temporal, sugiere la aplicación de 40 Kg/Ha de fósforo.

Laird et-al (1954), en 5 de 8 experimentos en la parte central de México observaron una respuesta del orden de 0.20 Tn/Ha a la aplicación de 40 Kg/Ha de P_2O_5 . De esta experimentación los autores derivaron la recomendación de aplicar al suelo 60 Kg/Ha de nitrógeno y 20 Kg/Ha de P_2O_5 , dosis que da un 60% de probabilidad de respuesta al fósforo.

Mejía et-al (1971) recomiendan aplicar entre 20 y 40 Kg/Ha de P_2O_5 con densidades de población que varían entre 40 y 60 mil plantas/Ha en la zona del plan de Tlaxcala.

Laird y colaboradores (1954) obtuvieron en 7 de 8 experimentos en diferentes localidades del Estado de Tlaxcala un incremento medio de producción del maíz en grano de 0.66 Tn/Ha al fertilizar con 40 Kg/Ha de nitrógeno.

Mejía et-al (1971) al lograr la segunda aproximación a sus fórmulas de producción en el Estado de Tlaxcala, recomiendan aplicar de 80-160 Kg/N en condiciones de capital ilimitado.

Volke et-al (1972) trabajando en la parte sur del Estado de Tlaxcala, observaron respuesta a la aplicación de nitrógeno y gallinaza en los 29 lotes experimentales que establecieron. La dosis de nitrógeno recomendable - varió de 60-160 Kg/Ha para las diferentes condiciones de producción.

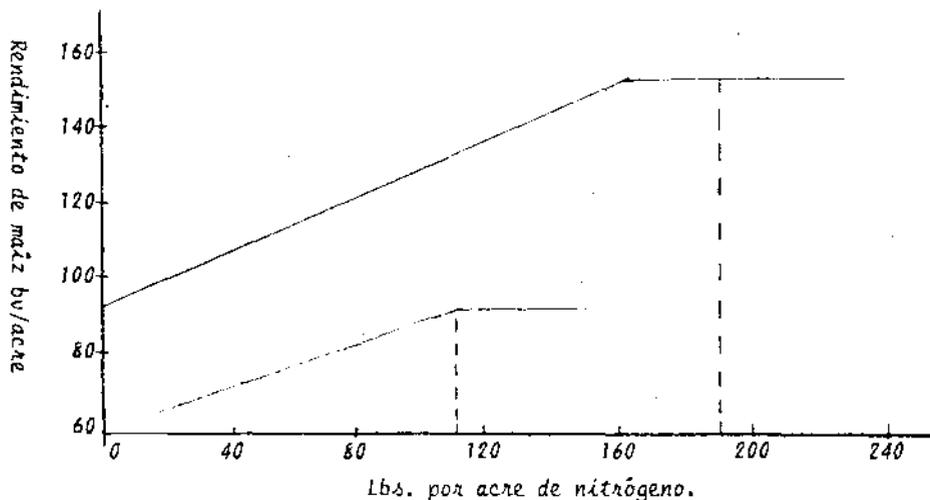
Jones (1968), recomienda la aplicación de fertilizantes nitrogenados en dos fechas; la primera en la siembra y la segunda de 6-8 semanas después. Las dosis que sugiere son: 20 Kg/Ha de nitrógeno y 40 Kg/Ha de fósforo en la primera fertilización; y 40 Kg de nitrógeno/Ha en la segunda fertilización.

CUADRO No. 2.- Efectos de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de maíz y el contenido de proteína del grano (Purdue, University, Lafayette Indiana. (Tomado de Barber y Olson, 1968).

Cantidad de Nitrógeno aplicado Lb/acre	Rendimiento obtenido bu/acre	Contenido de proteína %
0	115	7.8
50	135	8.7
100	139	9.6
150	146	10.2
200	148	10.0

En el maíz la fertilización nitrogenada ha interesado, no solo desde el punto de vista del efecto que ocasiona sobre la producción en términos de rendimiento; sino también en la influencia que tiene la aplicación de nitrógeno sobre la calidad del grano. A este respecto cabe hacer mención del trabajo de Barber y Olson (1968), quienes encontraron de acuerdo con los datos del cuadro anterior, que el contenido de proteína en el grano de maíz, se incrementa en forma aproximadamente lineal conforme los niveles de nitrógeno aplicado ascienden desde cero hasta 150 lb/acre; a partir de este nivel ya no detectaron incremento alguno en el contenido proteínico del grano. Algo similar ocurrió con el rendimiento.

FIGURA 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de maíz, bajo dos condiciones de producción (Adaptado de Barber y Olson, 1968).



Barber y Olson (1968), como lo ilustran en la figura anterior, dejan en claro que la intensidad de la respuesta a la aplicación de nitrógeno en el cultivo del maíz puede ser muy variable y que ésta está en función no sólo de la disponibilidad del Nitrógeno en el suelo; sino también de otros factores que inciden en la producción.

3.2.6. Importancia de la fijación de nitrógeno por las leguminosas.

Se han publicado numerosos datos acerca de las cantidades de nitrógeno que son capaces de obtener por fijación de la atmósfera, los distintos cultivos de leguminosas.

Los datos son muy variables incluso para una misma especie de leguminosa, señala Cubero, Moreno (1983), aunque se observa que ciertos cultivos fijan en mayor cuantía que en otros. Las leguminosas forrajeras en general, parece que fijan más nitrógeno que las leguminosas de grano.

La cantidad de nitrógeno fijado en todo el globo por las leguminosas cultivadas se ha estimado en unas 35×10^6 Tns. anuales, señala Cubero, Moreno (1983).

Comparando estas cifras con el consumo anual de fertilizantes nitrogenados, cuya cuantía se estimó para el año 1975 en unas 43×10^6 Tns. de nitrógeno, vemos pues que la importancia agrícola de la fijación simbiótica de las leguminosas es enorme.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localiación del experimento

El lote experimental se estableció en el ciclo Primavera-Verano de 1987 en la parcela denominada "Potrero Grande" que se encuentra ubicada aproximadamente 1.5 Km. al sur de la población de Tuxcueca, Jalisco.

4.2. Clima

El clima del Municipio de Tuxcueca está clasificado como semi-seco con otoño, invierno y primavera secos, semi-cálido sin estación invernal definida.

4.2.1. Latitud

La población de Tuxcueca se encuentra localizada a $20^{\circ}10'$ latitud norte y $103^{\circ}21'$ longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

4.2.2. Altitud

La altura sobre el nivel del mar que le corresponde a este Municipio es de 1500 mts.

4.2.3. Temperatura

La temperatura media anual que prevalece en esta región es de --- 19.6°C. Los meses de diciembre y enero presentan la temperatura más baja --- con 15.7°C y la temperatura del mes más cálido corresponde a mayo y junio con 22.7°C.

4.2.4. Precipitación

La precipitación media anual fue de 726.8 mm para esta región en el año de estudio.

4.3. Suelo

4.3.1. Textura

De acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio, el tipo de textura fue franco-arcillosa para la parcela donde se estableció el experimento.

4.3.2. p.H.

El p.H. fué 7.1 para la misma parcela.

4.4. Material utilizado

4.4.1. Variedad.

Se utilizó la variedad de maíz Hv-313 de ciclo vegetativa de 135 días, recomendado bajo condiciones de temporal para el Bajío y Jalisco ---- (INIFAP).

4.4.2. Fertilizantes sólidos

El fertilizante sólido empleado para todos los tratamientos fué urea (46%) como fuente de nitrógeno y superfosfato triple (46%) como fuente de fósforo.

4.4.3. Fertilizantes foliares.

Los fertilizantes foliares que se utilizaron fueron los siguientes:

PRODUCTO	FORMULA
New green (especial cereales)	10-10-3
Bayfolan	11-8-6
Cosmocel	20-30-10
Nitrophoska	10+4+7+0.2
Gayfos 900	15-60-0

* La dosis de cada producto se basó a su etiqueta respectiva.

4.4.4. Insecticidas

Se utilizó dyfonate a razón de 20 Kg/Ha para plagas de suelo, aplicándose al momento de la siembra mezclada con el fertilizante.

4.5. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de parcelas divididas con 3 repeticiones.

4.5.1. Tratamiento utilizado

New green	A	Bayfolan	A
(especial -	B		B
sereales)	C		C
	D		D
Cosmoceel	A	Gayfos	A
	B		B
	C		C
	D		D
Nitrophoska	A	A = 1 aplicación (30 días).	
	B	B = 2 aplicaciones (30, 60 días).	
	C	C = 3 aplicaciones (30, 60, jiloteol).	
	D	D = Testigo (sin aplicación).	

4.6. Procedimiento experimental

Se midió y se pusieron estacas para separar las repeticiones, dejando 1 mt. de separado entre cada una.

La parcela experimental constó de 4 surcos de 6 mts. de largo cada uno, por 0.8 mts. de separación entre surco y surco, siendo ésto para cada una de las parcelas individuales.

La parcela útil fueron los dos surcos centrales de cada parcela individual.

4.6.1. Preparación del terreno

Se incorporaron los desechos del cultivo anterior mediante el barbecho, apróximadamente a 30 cms. de profundidad con un arado de discos y se dieron dos pasos de rastra.

4.6.2. Siembra

A un pedazo de lía se le hizo un nudo a cada 25 cms. como seña para depositar la semilla y así obtener una población de 50,000 plantas/Ha.

La superficie total sembrada fue de 1152 m².

La siembra se realizó el 12 de junio de 1987 en húmedo; dándose un

riego de auxilio cuando la planta se encontraba en estado de banderilla.

4.6.3. Fertilización.

El tratamiento usado fue de 180-60-00. Se aplicó la mitad del ni-trógeno al momento de la siembra mezclado con todo el fósforo y la otra mi-tad de nitrógeno se aplicó cuando la planta estaba en banderilla.

4.6.4. Labores de cultivo.

Después de la siembra (antes de la nacencia) se aplicó gesaprim com bi a razón de 2 Kg/Ha mezclado con primagram 2 Lts/Ha. 50 días después se hi zo un deshierbe manual.

4.6.5. Control de plagas.

Debido a que la incidencia de plagas no fue grave, no se aplicaron insecticidas para su control. Sólo se incorporó para plagas de suelo.

4.6.6. Cosecha.

La cosecha se realizó el 16 de noviembre de 1987. Se cosecharon - 44 plantas de los 2 surcos centrales de cada parcela individual.

Se calculó el rendimiento de cada tratamiento en cada repetición y se llevaron a Ton/Ha.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

ANALISIS DE VARIANZA

Para los caracteres de altura y diámetro de mazorca no se obtuvieron diferencias significativas; así como para sus factores, repeticiones e interacciones por lo que se anexarán en el apéndice los cuadros de análisis estadísticos [Cuadros 3A y 4A].

Para el carácter de rendimiento se obtuvo alta significancia y significancia para el factor "número de aplicaciones" e interacción respectivamente, por lo que a continuación se describe su análisis de varianza.

CUADRO 3. Análisis de varianza para la característica agronómica de rendimiento de la variedad HW-318 en Tuxcueca, Jal. Ciclo Primavera - Verano 1987.

F.U.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F 0.05	F 0.01
Sub-Parcelas	59	37.21				
Parcelas Princ.	14	9.49				
Bloques	2	1.3	0.65	0.94	4.46	8.65
Factor Producto	4	2.67	0.67	0.97	3.84	7.01
Error A	8	5.52	0.69			
Factor número de aplicaciones	3	6.85	2.28	6.16	2.92	4.51 **
Producto X número de aplicaciones (Interacción)	12	9.82	0.82	2.22	2.09	2.84*
Error B	30	11.04	0.37			

C.C. = 8.94

* Significativo.

** Altamente significativo.

En el cuadro anterior se observa que hay una alta significancia en el factor número de aplicaciones, lo que nos indica que hay diferencia estadística de rendimiento, lo que sugiere una relación entre la cantidad de veces que se aplique el fertilizante foliar y la respuesta de la planta.

Así también se nota que hay una respuesta significativa en la interacción, lo que explica una respuesta diferente de un producto y para una determinada aplicación.

Por lo que al grado de confiabilidad respecta nos resulta seguro, ya que se obtuvo 8.94 de coeficiente de variación.

Por las diferencias que se obtuvieron, se procedió a elaborar el cuadro de comparación de medias.

CUADRO 4. Rendimiento de grano en el ensayo de fertilizantes foliares en el cultivo de maíz. Primavera - Verano. Tuxcueca, Jal. 1987, Expresado en Ton/Ha.

	New green	CosmoceI	Nitrophoska	Gayfos	Bayfolan	\bar{x}
Una aplicación	7.175	7.080	7.092	6.452	6.912	6.94
Dos aplicaciones	7.593	6.379	6.333	6.601	5.610	6.50
Tres aplicaciones	6.401	6.149	6.801	6.315	6.679	6.469
Testigo	6.837	7.551	7.933	6.465	7.658	7.288

En dicho cuadro se puede observar que el mejor tratamiento numérico fue el Testigo (sin aplicación de fertilizante foliar), seguido por el de -- una, dos y tres aplicaciones respectivamente.

El hecho de que el Testigo haya tenido el mejor rendimiento se puede explicar porque el tratamiento que se usó recomendado por el INIFAP --- 180-60-00 fue suficiente para satisfacer los requerimientos de la planta, -- además tomando en cuenta que hay nutrimentos que se encuentran en forma nativa en el suelo hace suponer que realmente el tratamiento usado es superior al recomendado. Esto es apoyado por Jacob, Von (1973).

Sin embargo, para los tratamientos de una, dos y tres aplicaciones del fertilizante foliar no es del todo positivo, ya que para éstos causó una fitotoxicidad el exceso de fertilización e hizo que se presentaran los rendi-mientos más bajos; lo anterior ha sido apoyado por los trabajos de Barragán (1973), Medrano (1972) y Vázquez (1970), quienes recomiendan tratamientos - aproximados a los indicados por INIFAP, coincidiendo esto, con los resulta - dos logrados por Aguirre (1979), quien no obtuvo respuesta significativa para rendimiento con la aplicación de fertilizantes foliares.

Cabe hacerse notar que el cultivo anterior al establecido para la - realización del presente trabajo, fue una leguminosa (garbanzo), especie que puede, dentro de ciertos límites y para ciertos nutrimentos, mejorar la fer - tilidad del suelo.

CUADRO 5. Prueba de medias para la variable rendimiento

	New green	Cosmoceel	Nitrophoska	Gayfos	Bayfolan	Total X número de aplicación
1 Aplicación	21.525	21.24	21.27	19.35	20.73	104.115
2 Aplicaciones	22.78	19.13	19.00	19.8	16.83	97.54
3 Aplicaciones	19.20	18.44	20.4	18.94	20.03	97.01
0 Aplicaciones	20.5	22.65	23.8	19.39	22.97	109.31
	84.065	81.46	84.47	77.48	80.56	407.975

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

CUADRO 6. Comparación múltiple de medias en base a Tukey 0.05

Aplicaciones:		Productos:	
0 Aplicación	7.287	Nitrophoska	7.039
1 Aplicación	6.941	New green	7.00
2 Aplicaciones	6.502	Cosmocel	6.788
3 Aplicaciones	6.467	Bayfolan	6.713
		Gayfos	6.456

Como se puede observar los mejores tratamientos fueron el Testigo y el de una aplicación. Por lo que respecta a "productos" nos señala que no hubo diferencia en los productos usados, es decir, todos fueron iguales.

Interacción

- 1) Para un producto cuál fué la mejor aplicación?
- 2) Para una determinada aplicación cuál fué el mejor producto?

CUADRO 7. Estimación de un producto para determinar cuál fue la mejor aplicación.

	New green	Cosmocel	Nitrophoska	Gayfos	Bayfolan
B	7.59	D 7.55	D 7.93	B 6.6	D 7.65
A	7.17	A 7.08	A 7.09	D 6.46	A 6.91
D	6.88	B 6.47	C 6.8	A 6.45	C 6.67
C	6.4	C 6.14	B 6.33	C 6.31	B 5.61

CUADRO 8. Estimación de una aplicación para determinar cuál fue el mejor producto.

	New green	Nitrophoska	Cosmocel	Bayfolan	Gayfos
Una aplicación	7.18	7.09	7.08	6.91	6.45
Dos aplicaciones	7.93	7.65	7.59	7.55	6.6
Tres aplicaciones	6.4	6.33	6.31	6.14	5.61
Testigo	6.83	6.8	6.67	6.45	6.37

PRUEBA DE T

$$S \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = \sqrt{\frac{2 [(b-1) (S^2 b) + S^2 a]}{bn}}$$

$$T^1 = \frac{(b-1) (S^2 b) (T \text{ o. of GLb}) + S^2 a (T \text{ o. of GLa})}{(b-1) S^2 b + S^2 a}$$

$$T^1 = \frac{(4-1) (0.37) (2.042) + 0.69 (2.306)}{(4-1) (0.37) + 0.69}$$

$$T^1 = \frac{3.85776}{1.8}$$

$$T^1 = 2.1432$$

$$S \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = \sqrt{\frac{2 [(4-1) (0.37) + 0.69]}{12}}$$

$$S \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.5477$$

Interpretación de la interacción para los productos y las aplicaciones.

- Para la primera interrogante sobre la interacción.

- * Para el producto New Green todas las aplicaciones fueron iguales.
- * Para el producto Cosmoel las aplicaciones Testigo, Una y Dos aplicaciones fueron iguales y solo para el tratamiento de tres aplicaciones fue diferente, esto es, este último se comportó de manera inferior a los demás.
- * Para el producto Nitrophoska las aplicaciones Testigo, Una y Tres aplicaciones fueron iguales, no así para el tratamiento de dos aplicaciones.
- * Para el producto Gayfos todas las aplicaciones fueron iguales.
- * Para el producto Bayfolan el Testigo, Una aplicación y Tres aplicaciones fueron iguales diferenciándose el tratamiento de Dos aplicaciones.

Por lo que se deduce de nuevo que entre menor sea el número de ---- aplicaciones será mejor el rendimiento, en este caso fue el Testigo.

- Para la segunda pregunta de la interacción:

- * Una sola aplicación a los 30 días cualquier producto fue igual.
- * Dos aplicaciones 30 y 60 días el único producto diferente fue el Gayfo, todos los demás fueron iguales.
- * Tres aplicaciones 30, 60 y jiloteo todos los productos son iguales.
- * Sin aplicación (Testigo) se dice que todos los productos fueron iguales puesto que no se aplicó ninguno.

CONCLUSIONES

- * no se presentó respuesta para los caracteres de diámetro y altura - de mazorca; solo el rendimiento se afectó en niveles estadísticamente significativos.

- * La respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares para el cultivo del maíz se vió limitada debido probablemente a que los requerimientos de la planta quedaron satisfechos con el fertilizante sólido, además de los nutrimentos que se encontraban en forma motiva -- en el suelo y de la incorporación de nitrógeno por parte del garbanzo cultivado en el ciclo anterior; influyendo así además un sinnúmero de factores tales como:
 - Suelo (contenido de nutrimentos, contenido de humus, p.H., estructura, textura, etc.).
 - Clima (pp. distribución de la pp. T⁰)
 - Genotipo (variedad y clase de planta).
 - Manejo (labores culturales, métodos de cultivo, combate de maleza, etc.).

- * No se presentó diferencia en la respuesta de rendimiento para ningún producto foliar; es decir todos ellos resultaron estadísticamente iguales en comparación con el Testigo.

- * El tratamiento que más rindió fue el Testigo (cero aplicación de --

fertilizante foliar). Esto significa que no sería recomendable hacer aplicaciones de estos productos por lo menos bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo; por lo que queda a -- consideración seguir ampliando la investigación relacionada con el tema.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

CUADRO 1A. DISTRIBUCION DE PARCELAS Y TRATAMIENTOS EN EL CAMPO EMPLEANDO EL DISEÑO EXPERIMENTAL PARCELAS DIVIDIDAS. VARIEDAD HU-313. TUXCUECA, JAL.

REP. I	C	A	D	B	B	C	A	D	A	D	C	B	D	C	B	A	B	A	D	C
	NEW GREEN				COSMOCEL				NITROPHOSKA				GAYFOS		BAYFOLAN					
REP. II	D	C	A	B	D	B	C	A	D	A	B	C	C	D	A	B	D	C	A	B
	GAYFOS				NITROPHOSKA				COSMOCEL				NEW GREEN		BAYFOLAN					
REP. III	C	B	A	D	D	A	B	C	B	C	D	A	A	C	B	D	C	A	D	B
	COSMOCEL				NEW GREEN				GAYFOS				BAYFOLAN		NITROPHOSKA					

A = 1 Aplicación.

B = 2 Aplicaciones.

C = 3 Aplicaciones.

D = Testigo (0 Aplicaciones).

CUADRO 2A. ALGUNAS CIFRAS SOBRE FIJACION DE NITROGENO EN VARIOS CULTIVOS DE LEGUMINOSAS [Cubero, Moreno, 1983].

CULTIVO	Kg. de N_2 fijado Ha/año
Cacahuate	47
Caupi	84
Guisante, Lenteja	85
Soja	57 - 97
Altramuz	150 - 169
Trebol	104 - 220
Alfalfa	128 - 300

CUADRO 3A. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CARACTER DE ALTURA DE MAZORCA EN EL CICLO P-V DE 1987 EN TUXCUECA, JAL.

F.U.	G.L.	S.C.	c.m.	Fc.	F5%	F 1%
Sub-parcelas	59	.43				
Parcelas principales	14	.13				
Bloques	2	.04	.02	2	4.46	8.65
Factor productos	4	.03	.01	1	3.84	7.01
Error A	8	.06	.01	0	2.92	4.51
Factor número de -- aplicaciones	3	.01	0	0	2.09	2.84
Producto por número de aplicaciones	12	.04	0			
Error B	30	.25	.01			

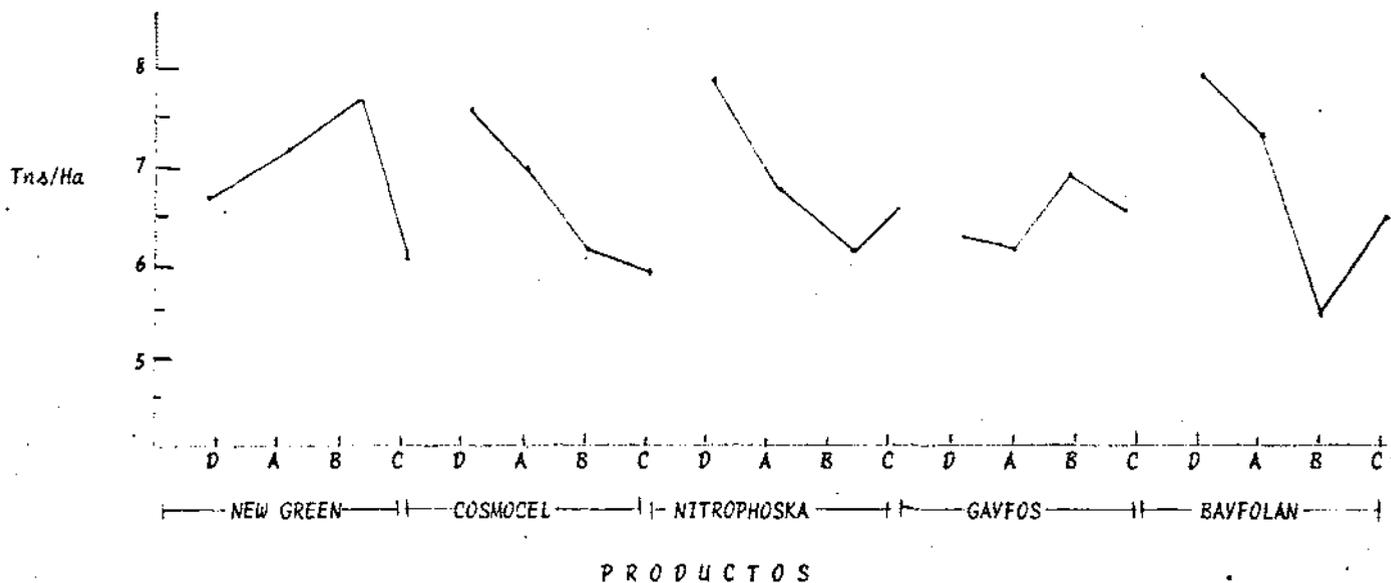
C.V. = 7.8%

CUADRO 4A. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CARACTER DE DIAMETRO DE MAZORCA EN EL CICLO P.V. DE 1987 EN LA LOCALIDAD DE TUXCUECA, JAL.

F.U.	G.L.	S.C.	c.m.	Fc.	F5%	F1%
Sub-parcelas	59	2.08				
Parcelas principales	14	.46				
Bloques	2	.13	.06	3	4.46	8.65
Factor productos	4	.16	.04	2	3.84	7.01
Error A	8	.17	.02	0.33	2.94	4.51
Factor número de aplicaciones	3	.04	.01	2	2.09	2.84
Productos por número de aplicaciones	12	.68	.06			
Error B	30	.9	.03			

C.U. - 3.6%

GRAFICA. RENDIMIENTOS MEDIOS DE MAIZ EXPRESADOS EN Tn/Ha OBTENIDOS CON LA VARIEDAD HU-313, EN EL CICLO P-V DE 1987 EN TUXCUECA, JAL.



CUADRO 5A.- RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELO PREVIO AL ESTABLECIMIENTO
DONDE SE REALIZO EL PRESENTE TRABAJO CICLO PRIMAVERA - VERA
NO 1987. TUXCUECA, JAL.

DETERMINACION UNIDADES		METODO	PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS	
			1	2
TEXTURA				
Arena	%	Hidrómetro	42.36	36.36
Arcilla	"	"	36.00	36.00
Limo	"	"	21.64	27.64
Textura		Bouyoucos	Fr	Fr
Agua Equiv.	%		25.16	15.12
DENSIDAD				
Densidad Apar.	g/cc	Parafina		
Densidad Real	b/cc	Picnometro		
Esp. vacios	%	Cálculo		
MATERIA ORGANICA				
Mat. Orgánica	%	Walkley-Black	1.86	1.24
SALINIDAD Y SODICIDAD				
Cond. Eléct.	m-mhos/cm	Solu-Bridge		
Cationes To- tales	me/l	Cálculo		
Calcio	"	E.D.T.A.		
Magnesio	"	"		
Sodio Soluble	"	Cálculo		
Sodio Intercam- biable	%	Nomograma		
Clasificación				
Bicarbonatos	me/l	Warder		
Carbonatos	"	"		
Cloruros	"	Mhor		
Sulfatos	"	"		
NUTRIENTES				
Calcio	p p m	Morgan	Medio	Medio
Potasio	"	"	Ex. Rico	Bajo
Magnesio	"	"	Med. Alto	Med. Alto
Manganeso	"	"	Bajo	Bajo
Fósforo	"	"	Bajo	Bajo
Nitrógeno Nit.	"	"	Bajo	Bajo
Nitrógeno Amon.	"	"	Bajo	Bajo
PH 1:2		Potenciómetro	7.1	7.1

LITERATURA CITADA

- * Aguirre D., L. (1979) Tesis. Efecto de la fertilización foliar en la producción de grano y forraje y su calidad en la variedad de maíz (Zea mays L) NLVS I.E. Monterrey, ITESM Div. Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Ing. Agr. Zootecnista.
- * Aldrich, R., S. y E.R. Leng (1970). Modern corn production east. Leaf ant Tegiber Cincinnati Ohio U.S.A. pp. 121-124, 158-159.
- * Aldrich R., S. y E.R. Leng (1974) Producción moderna del maíz. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires pp. 130-158.
- * Barber, S.A. y R.A. Olson (1968). Fertilizer Use on corn. In Changing Patterns in Fertilizer Use. Dinawer, R.C. Editor, S.S.S.A. Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.
- * Barrgán N.E., (1973) Tesis. Diferentes dosis nitrogenadas y formas de aplicación en maíz forrajero. Ing. Agr. Fitotecnista Guadalajara, Jal, Méx.
- * Bastin, R. (1970) Tratado de fisiología vegetal. Ed. CECSA pp. 346-347.
- * Cronología del Municipio de Tuxcueca, INEGI.

- * Cubero, J., I. y M. T. Moreno (1983). Leguminosas de grano. Ediciones Mundi-Prensa, Castello 37, Madrid. p. 76.
- * Currier, H.B. y C.D. Dybing (1959). Foliar penetration of herbicides Review presente status weeds 7: pp 195-213.
- * Davis, J.F. y R.E. Lucas (1954) Is leaf feeding Proctical crops and solis. Vol. 6 No. 5 pp. 16-18.
- * Departamento de Suelos. C.I.B. (1969). Guía para la asistencia técnica agrícola en el CIB - INTA - SAG México.
- Domínguez U.A. (1978). Abonos minerales. Ministerio de Agricultura. 5a. Edición. Madrid.
- * Dybing C.A. y H.B. Currier (1961). Foliar penetration by chemicals plant phisical 36: pp. 169-174.
- * Edding, J.L. y A.L. Brown (1967) Absorption and translocation of foliar applied Iron. Plant physical 42: 269-275.
- * Esau, K. (1959). Anatomía Vegetal. Ed. Omega, Barcelona. p.159.
- * Folleto de publicación Nutrientes Foliare Cosmocol.

- * Glez. E.D. (1975) Tesis M.C. Predicción de la respuesta del maíz - a la fertilización fosfatada en el Edo. de Tlaxcala, basada en la - disponibilidad del fósforo del suelo y otras variables de sitio. Chapingo, México.
- * Gustafson, F.G. (1956). Absorption of CO₂ by leaves of Young ---- Plants and its translocation through the plant Amer. J. Bot. 43: 157-160.
- * Jackson H.F., M. Little Thomas (1985) Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas.
- * Jacob, A. y H. Von (1973). Nutrición y abonado de los cultivos - tropicales y subtropicales. 4a. edición. Ed. Euro-americanas.
- * Jones (1968). Circular 321 University of Florida Gainesville.
- * Koontz, H. y O. Biddulph (1957). Factors affecting absorption and - translocation of foliar applied phosphorus, Plant physiol. 32: 463-470.
- * Laird, R.J. et-al (1954). Fertilizantes y prácticas para la produc- ción de maíz en la parte central de México. Folleto técnico No. 13. O.E.E., S.A.G. Méx.

- *Listado de variedades liberadas por el INIA 1942-1985. S.A.R.H. - INIFAP. Méx. D.F. 1987.*
- *Medrano C.F. (1972) Tesis. Ensayo de fertilización en maíz bajo condiciones de riego en Tecomán, Colima.*
- *Mejía H. et-al (1971). Resultados de la investigación agronómica - desarrollado durante 1971 en el área del plan de Tlaxcala. Informe CIMMYT 1971 107 pgs.*
- *Norton, A.R. (1962) Foliar Application of mineral nutrients to Fruit trees. Extension Pologist. University of California Davis.*
- *Papadakis, J. (1974). Los fertilizantes. Ed. Albatros. Buenos Aires.*
- *Patronato de fertilización en el Edo. de Jalisco. Recomendaciones Generales de fertilización de los principales cultivos. INIFAP.*
- *Sabbagh, G.E. (1978) Tesis. La fertilización foliar nitrogenada como práctica para incrementar el rendimiento de grano en el cultivo del maíz en zonas de temporal. Chapingo, Méx. E.N.A. Colegio de Post- graduados. M.C. especialista en suelos.*
- *Stubbs: R.W. et-al (1986) Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. Cimmyt. Méx.*

- * Tukey, H.B., S.H. Wittwer y M.J. Bukovac (1961). Absorption of radionucleoids by above ground plant parts and movement within the plant agric and food. che 10: 102-113.
- * Vázquez, C.F. (1970). Tesis. Fertilización nitrogenada y fosfatada de maíz y sorgo para grano en la región noreste del Edo. de Tamaulipas.
- * Volke H.N. et-al (1972). Segunda aproximación a algunas prácticas de producción del maíz en la parte sur del Edo. de Tlaxcala. Resultados de dos años de investigación 1971-1972, Plan Tlaxcala Cimmyt, Méx. 9 Pgs.
- * Wittwer, S.H. y W.H. Jyung (1965). Pathways and mecanism for foliar absorption of mineral nutrients. Agric. sci Rev. Vol. 2 No. 2 pp. 26-35.
- * Wittwer, S.H. (1967). Foliar application of nutrients. Plant food review national plant food institute Vol. 13, No. 2 pp. 11-14.
- * Yamada Y., S.H. Wittwer y M.G. Bukovac (1965) Penetration of organic compound Though isolated cuticular membranes with special references To C¹⁴ Urea. Plant physiol 40: 170-175.
- * Yamada Y., S.H. Wittwer y H.G. Bukovac, (1964) Ionbinding by surfaces of Isolated cuticular membranes. Plant physiol, 39: 978-982.