

870132

4
2y1

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA



**RESPUESTA EN RENDIMIENTO
DEL MAIZ (Zea Mays L)
BAJO CONDICIONES DE RIEGO
A LA APLICACION DE LOS FERTILIZANTES
EN DIFERENTES ESTADOS FENOLOGICOS**

TESIS PROFESIONAL

FALLA DE ORIGEN

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRICOLA AREA AGROECOSISTEMAS

P R E S E N T A

RAFAEL JULIO MACEDO BARRAGAN

GUADALAJARA, JALISCO 1987



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.

INDICE GENERAL

	PAGINA
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	3
Patrón de crecimiento y necesidades nutricionales de la planta de maíz.	3
Fase Vegetativa inicial.	3
Fase vegetativa activa.	4
Fase inicial del llenado de grano.	9
Fase del llenado activo del grano.	9
Condiciones de aplicación de los fertilizantes.	13
Fertilización nitrógenada.	13
Fertilización fosforada.	15
Fertilización potásica.	16
HIPOTESIS	18
MATERIAL Y METODOS	19
RESULTADOS EXPERIMENTALES	22
DISCUSION	26
CONCLUSIONES	30
RESUMEN	31
BIBLIOGRAFIA	33

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	PAGINA
TABLA 1. Sucesión temporal de la absorción de sustancias nutritivas por el maíz en kg/ha. .	10
TABLA 2. Altura promedio de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.	22
TABLA 3. Producción de materia seca total de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.	23
TABLA 4. Producción de grano en mazorca de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.	24
TABLA 5. Rendimiento de grano de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.	25
FIGURA 1. Porcentaje del fósforo total absorbido -- por la planta.	5
FIGURA 2. Porcentaje del potasio total absorbido -- por la planta.	7
FIGURA 3. Porcentaje del nitrógeno total absorbido-- por la planta.	8
FIGURA 4. Crecimiento y absorción de nitrógeno (% del total).	11

INTRODUCCION

El maíz está presente en la mesa de los mexicanos en todas las épocas del año, en todas las regiones del país y en formas tan diversas como amplias son las necesidades y costumbres de la población. Y quizá por encontrarlo tan integrado a nuestra vida cotidiana, nos sea difícil apreciar la importancia social y económica que representa para el país.

El maíz es el cultivo más importante en la agricultura nacional y la mayoría de los campesinos que cuentan con una porción de tierra cultivable siembran este grano aunque sea para su propio consumo.

Más de la tercera parte de la tierra que se siembra en México se destina al cultivo de este cereal. (SARN, 1986). Además, por su sorprendente capacidad de adaptación y por su importancia y arraigo dentro de la cultura mexicana, su cultivo representa la principal fuente de trabajo y subsistencia de los campesinos mexicanos.

En el Estado de Colima, durante el año agrícola 1986 se destinaron 37 667 hectáreas para el cultivo de este cereal (de las cuales 32 335 se cultivaron en temporal y 5 332 en cultivos de riego), superficie que representa un tercio de la tierra cultivable en el Estado, obteniéndose de ésta una producción de 50 721 toneladas de grano. (SARN, 1986).

Aunque tal grano continúa siendo uno de los principales cultivos, la superficie que se destina a su siembra tiende a reducirse debido a la baja rentabilidad del cultivo. Esta situación demanda la urgente necesidad de incrementar los rendimientos por unidad de superficie para resolver el problema de abastecimiento de este producto básico a la población.

La práctica de la fertilización es uno de los factores -- que contribuyen al aumento de la producción en los cultivos y se ha convertido en una práctica de uso común entre los productores maiceros de la región. Sin embargo, con frecuencia las aplicaciones de estos fertilizantes químicos no se realizan en el momento más oportuno para el cultivo, es decir, en el momento próximo a su máxima demanda de nutrientes, ocasionándose en consecuencia un mal aprovechamiento y pérdida de estos nutrientes esenciales para elevar la productividad de este cereal.

Los objetivos de la presente investigación son:

- 1 Determinar la mejor época para fertilizar al maíz después de la siembra.
- 2 Conocer la respuesta del maíz a la fertilización en las etapas de escarda y floración.

LITERATURA REVISADA

Patrón de crecimiento y necesidades nutricionales de la planta de maíz.

El proceso de crecimiento de la planta de maíz puede ser dividida en cuatro fases: vegetativa inicial, vegetativa activa, inicial del llenado del grano y activa del llenado del grano. (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

La acumulación de nutrientes en la planta de maíz varía con la edad (Millar et al, 1975), al igual que las necesidades nutricionales de la planta, las cuales son diferentes a lo largo de las fases que componen su ciclo vegetativo como a continuación se describe:

Fase vegetativa inicial.- Inicia con la germinación y la formación del sistema radicular y la estructura foliar de la planta. (Aldrich y Long, 1974). Durante ésta etapa brotan las hojas y posteriormente se desarrollan en sucesión acrópeta, --terminando al iniciarse ya sea la diferenciación de los órganos reproductivos o la elongación de los entrenudos, o bien en ambos casos. (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

Esta primera fase de desarrollo de la planta se caracteriza por un crecimiento más bien moderado (Weier, 1978), sin embargo, es muy frecuente que se presenten síntomas de falta de varios nutrimentos, especialmente fósforo, potasio y cinc. (Aldrich y Long, 1974).

Al momento del inicio del crecimiento el maíz demuestra una preferencia diferenciada en la absorción de nitrógeno, fósforo y potasio. (Ustimenko y Bakumovsky, 1980).

La absorción de sustancias nutritivas en ésta etapa se produce lentamente (Glanze, 1980), sin embargo, deben estar al alcance de las pequeñas raicillas de la joven planta, con objeto de asegurar un vigoroso y fuerte desarrollo inicial. (Díaz 1964).

En ésta etapa la planta absorbe rápidamente el potasio -- (Aldrich y Long, 1974) y el suministro de fósforo en sus formas asimilables es indispensable ya que a una insuficiencia inicial de este, no se recupera totalmente con la ulterior aplicación de abonos. (Ustimenko y Bakumovsky, 1980). (Figura 1).

Es necesario pues, para el crecimiento máximo posterior -- que la planta joven de maíz cuente con una buena provisión de fósforo, nitrógeno y potasio en el período inicial de desarrollo. (Iowa State University, 1975).

Fase vegetativa activa.-- En ésta etapa se desarrollan las hojas, el tallo y el primordio de los órganos reproductivos -- terminando con la emisión de los estigmas. (Tanaka y Yamaguchi 1981).

Es durante ésta segunda mitad del ciclo vegetativo cuando

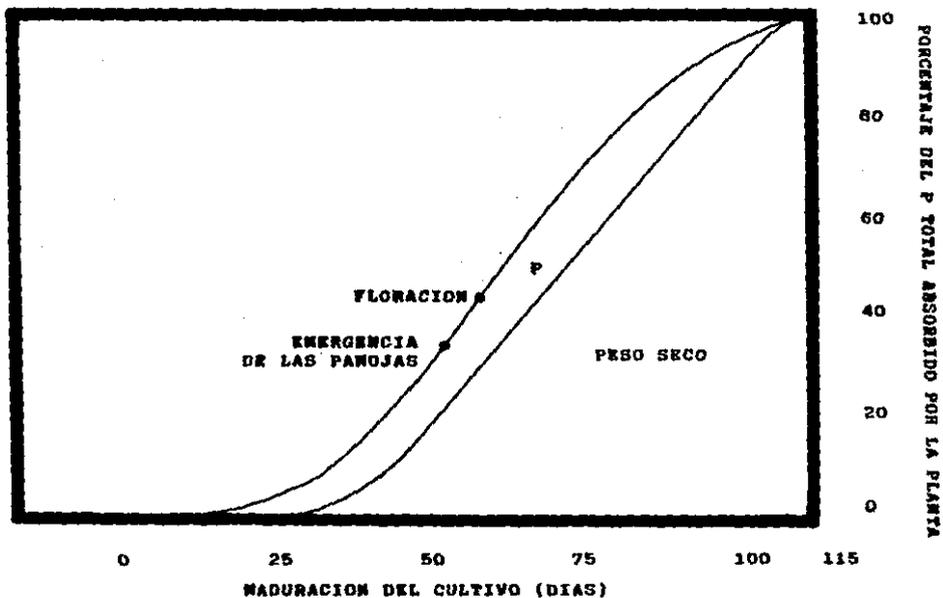


FIGURA 1. Aunque el fósforo se absorbe durante toda la vida de la planta de maíz el principio de la estación constituye el período más difícil. En ese momento, el porcentaje de fósforo es muy alto pero es baja la capacidad de absorción del sistema radicular. (Aldrich y Long, 1974).

van a ser absorbidas la mayor parte de las sustancias nutritivas (Glanze, 1980), iniciando la planta en ésta etapa una absorción de alimentos en forma intensiva. (Diaz, 1964).

En ésta etapa, especialmente en sus tres últimas semanas es el período más expuesto para el desarrollo de la planta, -- por los elevados requerimientos de principios nutritivos, agua y de productos constructivos del metabolismo que hacen que --- cualquier deficiencia sea particularmente seria. (Aldrich y -- Long, 1974).

La penetración del potasio a la planta va en aumento hasta la fase de desarrollo de las panículas, consumiendo más de un 90% de su cantidad máxima (Ustimenko y Bakumovsky, 1980), -- presentándose su máxima demanda tres semanas antes de la flora ción. (SEP, 1981). (Figura 2).

La absorción de nitrógeno por la planta sucede de manera bastante intensiva manteniéndose hasta el período de formación de panículas-floración. (Ustimenko y Bakumovsky, 1980). Tres -- semanas antes de la emergencia de las panojas se presenta la -- máxima velocidad de producción de materia seca y por lo tanto la máxima utilización del nitrógeno. (Aldrich y Long, 1974). -- (Figura 3).

El maíz requiere las mayores cantidades de nitrógeno desde dos semanas antes de la formación de las panículas para ase

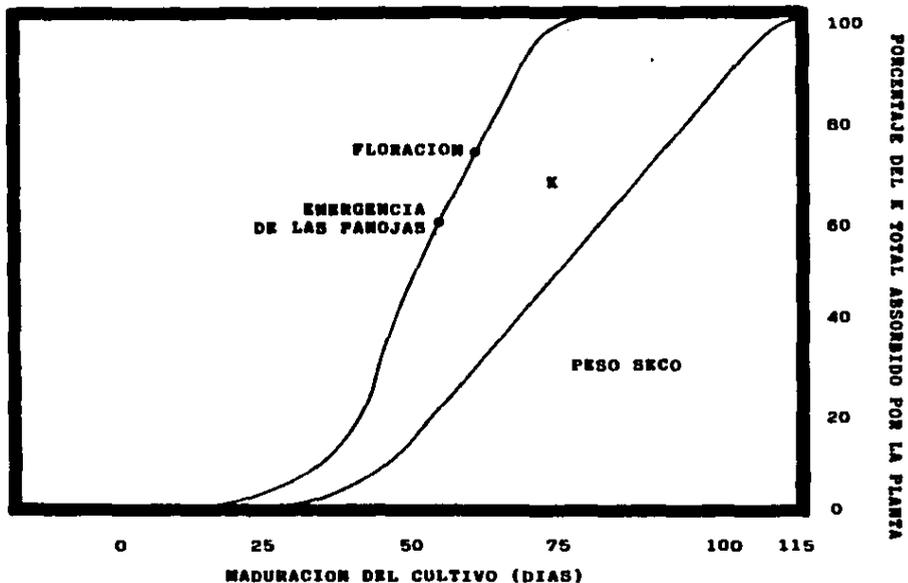


FIGURA 2. Al principio de su vida, la planta de maíz absorbe rápidamente el potasio. Los síntomas de deficiencia se observan, con mayor frecuencia, desde el momento en que las plantas alcanzan una altura de 25 centímetros hasta poco antes de la emergencia de las pajas. (Aldrich y Long, 1974).

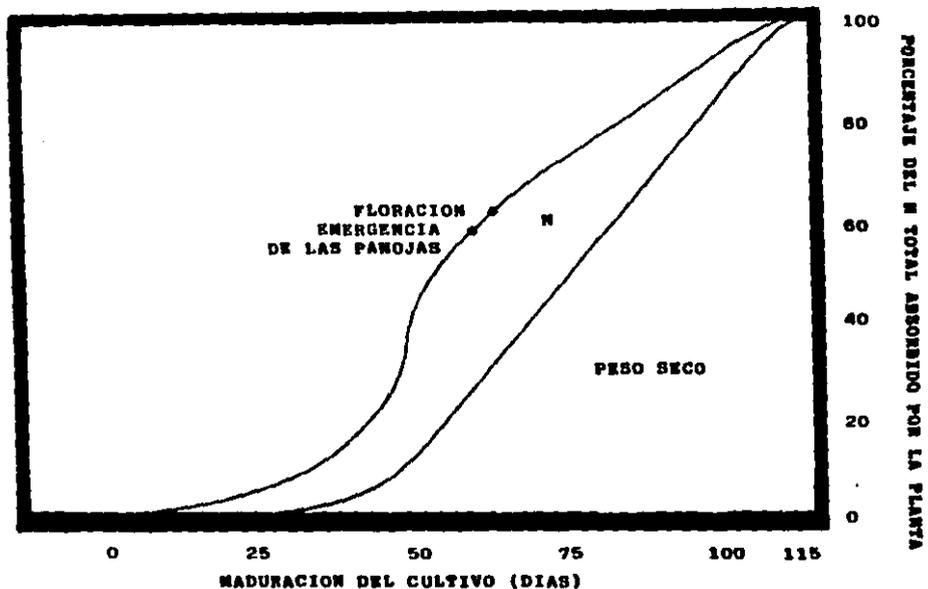


FIGURA 3. Tres semanas antes de la emergencia de las panojas se presenta la máxima velocidad de producción de materia seca y por lo tanto la máxima utilización del nitrógeno. (Al drich y Long, 1974).

rar un adecuado desarrollo de las anteras, formación del polen y polinización necesarios para obtener altos rendimientos. --- (Chapman y Carter, 1976).

Fase inicial del llenado del grano.- Esta fase se considera como transitoria entre la vegetativa y la del llenado del grano. (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

Durante ésta etapa existe una gran necesidad de agua y nutrientes especialmente nitrógeno, originada en la enorme actividad de la planta en floración (Aldrich y Long, 1974), la demanda aumenta rápidamente comparada con el período anterior, duplicándose el consumo de nitrógeno, aumentándose hasta cuatro veces el consumo de ácido fosfórico y el de potasio incrementándose hasta en un 13%. (Díaz, 1964). (Tabla 1).

En éste período crítico el maíz absorbe dos terceras partes del fósforo y tres cuartas partes del nitrógeno que necesita en total, (Gros, 1976), terminando ésta etapa de máxima demanda tres semanas después de la floración masculina. (Chapman y Carter, 1976).

Fase del llenado activo del grano.- Durante ésta etapa el peso de los granos aumenta rápidamente, mientras que el de los órganos vegetativos disminuye ligeramente, sugiriendo esto una translocación de sustancias desde los órganos vegetativos hacia los granos. (Tanaka y Yamaguchi, 1981). (Figura 4). Sin em-

TABLA 1. Sucesión temporal de la absorción de sustancias nutritivas por el maíz en kg/ha.

FASE DE CRECIMIENTO EN EL MOMENTO DEL EXAMEN	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
Planta joven de 28 días	0.19	0.02	0.11
Crecimiento del tallo	3.70	0.70	3.40
Crecimiento del follaje	13.30	2.70	10.80
Comienzo del florecimiento	32.90	7.00	26.10
En plena flor	54.90	14.20	45.40
Durante la formación de mazorcas	91.60	27.60	80.30
Durante la maduración	137.20	47.90	87.10

Fuente: Schrimpf citado por Glanze (6).

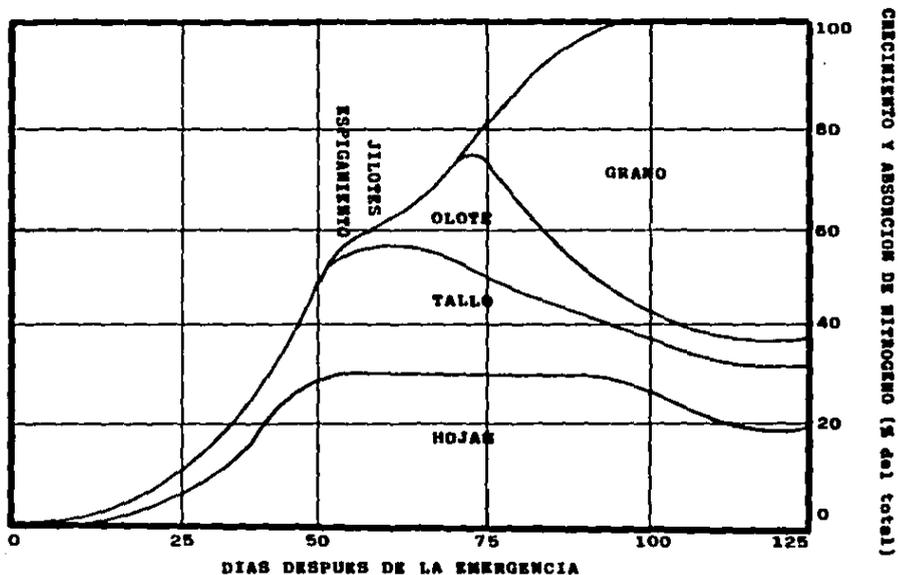


FIGURA 4. Una parte del nitrógeno, así como el fósforo, el potasio y algunas otros nutrientes, se translocan del tejido vegetativo al grano durante la última parte del período de crecimiento. Iowa State University, 1975 citado por Millar et al (11).

bargo Hanway, citado por Tanaka (22), no observó este fenómeno por lo que parece que dicha translocación no contribuye significativamente al peso de los granos.

La demanda de nutrientes en éste período, declina en comparación con el tercer período (Díaz, 1964), sin embargo la escasez de algunos nutrimentos, especialmente nitrógeno puede -- llegar a ser uno de los factores limitantes para el desarrollo del grano. (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

Más del 90% del peso de los granos se deriva de los fotosintatos producidos durante la fase de llenado de grano y queson translocalizados directamente a ellos, por lo cual la producción de materia seca después de la emisión de los estigmas es importante para la producción de grano. (Tanaka y Yamaguchi 1981).

Así pues, la escasez de nutrimentos en ésta etapa impide que se llene todo el grano y determinará si se llenan o no los granos superiores de la espiga, incluso aunque hayan sido polinizados, por tanto las condiciones en éste período determinan el tamaño de los granos. Una condición de fertilidad favorable hace que el grano llene de manera óptima, lo que produce un -- rendimiento más alto que lo esperado. (Aldrich y Long, 1974).

Condiciones de aplicación de los fertilizantes.

Las condiciones de aplicación de los fertilizantes responden tanto a las características propias de los mismos como al comportamiento del cultivo en su eficiencia de absorción por parte de las raíces y a sus requerimientos en las distintas etapas de crecimiento y desarrollo. (Rodríguez, 1982).

La práctica de la fertilización en el maíz, según se requiera, puede realizarse antes de la siembra, en el momento de la siembra o después de la siembra. (Robles, 1978). Se consideran a continuación las etapas en que se practica la fertilización nitrogenada, fosforada y potásica en el cultivo del maíz.

Fertilización nitrogenada.- Las plantas tienen distintos requerimientos de nitrógeno a lo largo de su ciclo presentando se períodos críticos de mayor necesidad, es entonces indispensable una disposición adecuada de este nutriente. (Rodríguez, 1982).

Debido a la gran solubilidad del nitrógeno, es conveniente que se eviten las grandes concentraciones de aplicación. -- (Rodríguez, 1982).

Las posibilidades de las pérdidas de nitrógeno deben considerarse al seleccionar el tiempo en que este puede aplicarse. Teóricamente sería más deseable añadir nitrógeno lo más próximo posible al requerimiento máximo del cultivo. (Tisdale y Nel

son, 1970). Esto es posible fertilizandose de una forma repartida en los momentos críticos a lo largo del ciclo. (Rodríguez 1982).

El abonado nitrogenado, ofrece posibilidades muy variadas. Se puede suministrar todo el nitrógeno de una sola vez en sembrera, a menos que exista el recurso de incorporarlo en profundidad durante la vegetación. (Gros, 1976).

El suministro de nitrógeno puede hacerse en dos aplicaciones, aplicandose un 30% del total antes o durante la siembra y el 70% restante antes de la floración. (SEP, 1981). También puede fraccionarse en partes iguales, aplicándose la mitad al momento de la siembra y la otra mitad 30 días después. (SARH, 1985).

Las aplicaciones totales de nitrógeno después de la siembra también pueden realizarse en diferentes etapas. Se puede aplicar tan pronto como sea posible después de la siembra y antes que la planta alcance 12 pulgadas (30 centímetros) de altura. (Iowa State University, 1975). Puede realizarse dentro de los primeros 20 días después de la siembra (SARH, 1984) o bien antes de proporcionar el primer riego de auxilio. (SARH, 1984).

Existen también diversos periodos de tiempo usados para la aplicación de nitrógeno como abonado de cobertura. (Delorit y Ahlgreen, 1970) indican que en los suelos deficientes de ni-

trógeno disponible, el abonado en cobertera al tiempo de la segunda escarda se usa para aumentar los rendimientos. Puede aplicarse cuando las plantas tienen unos 50 centímetros de altura (Cooke, 1983), cuando las plantas alcanzan la altura de la rodilla de un hombre (Meier, 1978) ó hasta 60 días después de la siembra. (SARH, 1982).

Es interesante notar que las aplicaciones de nitrógeno en la fase que precede a la espiga, cuando la deficiencia fue marcada, fueron eficaces en el incremento de la producción. (Tisdale y Nelson, 1970). En forma similar, un aporte adicional de nitrógeno previo a la iniciación del desarrollo floral incrementa los rendimientos. (Chapman y Carter, 1976).

En ciertas circunstancias se puede realizar hasta tres aplicaciones de nitrógeno al maíz, aplicandose una parte como fertilización de fondo, otra como cobertera cuando la planta a formado su tercera o cuarta hoja y una última aplicación al iniciarse la floración. (Jacob y Uexküll, 1973).

Fertilización fosforada.- La movilidad del fósforo es muy baja, permaneciendo prácticamente en el lugar donde se le aplicó, de allí la importancia de localizar este nutriente en la zona de mayor actividad radicular (cerca de las raíces y semillas). (Rodríguez, 1982).

La cantidad principal de los fertilizantes fosfóricos se-

aplican generalmente como abono básico antes de realizarse la siembra (Glanze, 1980), pudiendo hacerse durante las labores de invierno o con las labores preparatorias de siembra. (Gros, 1976).

El fósforo puede aplicarse también en el momento de efectuarse la siembra (SARH, 1977) o como abono adicional cuando el maíz ha alcanzado la altura de la mano (Glanze, 1980).

En general el aprovechamiento total de las aplicaciones varía entre un 10 y 40% y las pérdidas por lavado son mínimas a diferencia del nitrógeno. (Rodríguez, 1982).

Fertilización potásica.- La movilidad del potasio es intermedia entre las del nitrógeno y el fósforo, no importando tanto el momento justo de la aplicación, pero siendo fundamental conservar un nivel de fertilidad adecuado a través del ciclo. (Rodríguez, 1982).

El potasio se puede aplicar antes o al momento de la siembra (SEP, 1961), más siempre que las condiciones de trabajo lo permitan deberá esparcirse o incorporarse profundamente en el suelo antes de la siembra. (Jacob y Uexküll, 1973).

Los mejores resultados se han encontrado al aplicar al momento de la siembra todo el potasio junto con todo el fósforo y una parte de nitrógeno, completándose posteriormente en la -

segunda labor de cultivo la fertilización con el resto del nitrógeno. (Robles, 1978).

HIPOTESIS

H₀: No se encontrarán diferencias en cuanto a rendimiento de grano en maíz al variar la etapa de aplicación de fertilizantes.

H_a: Se encontrarán diferencias en cuanto a rendimiento de grano en maíz al variar la etapa de aplicación de fertilizantes.

MATERIAL Y METODOS

El experimento se realizó durante el ciclo invierno-primavera 1987, en el predio agrícola "El Coyote" ubicado en la localidad de Madrid en el municipio de Tecomán, Colima.

Se utilizó el método estadístico de bloques al azar, con cuatro repeticiones teniendo un total de cuatro tratamientos que fueron:

Tratamiento A: sin fertilización (testigo).

Tratamiento B: fertilizado a la siembra con media dosis - de nitrógeno y dosis completa de fósforo y a la escarda el resto del nitrógeno.

Tratamiento C: fertilizado a la siembra con media dosis - de nitrógeno y dosis completa de fósforo y a la floración el resto del nitrógeno.

Tratamiento D: fertilizado a la siembra con media dosis - de nitrógeno y media de fósforo y a la floración el resto de la dosis.

Cada una de las unidades experimentales constó de cuatro-surcos con una longitud de 4 metros siendo la superficie de la unidad experimental de 14.8 metros cuadrados.

Para la preparación del terreno se efectuaron dos pasos - de arado y dos de rastra a una profundidad de 30 centímetros.

La siembra se realizó a "tierra venida" utilizandose semi

lla híbrida H-503, la cual se colocó a una profundidad de 5 -- centímetros y una distancia de 20 centímetros entre plantas y -- 80 centímetros entre surcos teniéndose así una población de 80 plantas por unidad experimental.

Se efectuó una labor de cultivo a los 42 días después de la siembra para el control de las malezas existentes y favorecer la fijación de la planta al suelo.

Para la fertilización del cultivo se utilizó la dosis --- 150-60-00 recomendada por el INIA para la región, aplicándose por unidad experimental 1.2 kilogramos de sulfato de amonio -- (con un 20.5% de nitrógeno amoniacal) y 0.2 kilogramos de su-- perfosfato de calcio triple (con un 46% de P_2O_5 soluble en a-- gua), aplicados de acuerdo a las especificaciones detalladas -- para cada tratamiento. La aplicación del fertilizante se realizó en forma de banda sencilla a "chorrillo" a todo lo largo -- del surco.

Durante el ciclo del cultivo se aplicaron un total de nueve riegos incluyéndose el riego de presiembra.

La cosecha se efectuó a los 130 días de la siembra en forma manual y recolectándose toda la planta. Se eliminaron los -- surcos de las orillas y las plantas de las cabeceras para evitar el efecto de bordo.

Los parámetros evaluados fueron: altura promedio de las -
plantas a madurez fisiológica, producción de materia seca to--
tal, producción de grano en mazorca y rendimiento de grano.

TABLA 2. Altura promedio de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.

TRATAMIENTO	FERTILIZACION		ALTURA (MTS)				PRONEDIO
	NITROGENADA	FOSFORICA	REP.1	REP.2	REP.3	REP.4	
A	-	-	2.210	2.010	1.780	1.860	1.970
B	½ SIEMBRA	SIEMBRA	2.440	2.090	2.030	2.220	2.195
	½ ESCARDA	-					
C	½ SIEMBRA	SIEMBRA	2.100	2.200	2.270	2.240	2.203
	½ FLORACION	-					
D	½ SIEMBRA	½ SIEMBRA	2.190	2.100	2.150	2.070	2.128
	½ FLORACION	½ FLORACION					

RESULTADOS EXPERIMENTALES

(1) Cada repetición constó de 20 plantas.

(2) DMS 5%: 0.41 DMS 1%: 0.59 F= 2.69.

TABLA 3. Producción de materia seca total de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.

TRATAMIENTO	FERTILIZACION	FERTILIZACION	PESO DE MATERIA SECA (KGS)				PROMEDIO
	NITROGENADA	FOSFORICA	REP.1	REP.2	REP.3	REP.4	
A	-	-	11.700	8.825	7.500	8.800	8.656
	-	-					
B	½ SIEMBRA	SIEMBRA	13.750	11.575	9.950	11.675	11.738
	½ ESCANDA	-					
C	½ SIEMBRA	SIEMBRA	11.700	11.075	11.500	11.475	11.438
	½ FLORACION	-					
D	½ SIEMBRA	½ SIEMBRA	15.550	8.600	10.700	8.300	10.788
	½ FLORACION	½ FLORACION					

(1) Cada repetición constó de 20 plantas.

(2) DMS 5%: 1.40 DMS 1%: 2.01 F= 3.32.

TABLA 4. Producción de grano en mazorca de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.

TRATAMIENTO	FERTILIZACION	FERTILIZACION	PESO DE LAS MAZORCAS (KGS)				PROMEDIO
	NITROGENADA	FOSFORICA	REP.1	REP.2	REP.3	REP.4	
A	-	-	5.000	3.450	3.375	3.075	3.725
	-	-					
B	½ SIEMBRA	SIEMBRA	5.200	5.225	4.025	5.050	4.875
	½ ESCARDA	-					
C	½ SIEMBRA	SIEMBRA	5.150	4.600	4.600	4.900	4.813
	½ FLORACION	-					
D	½ SIEMBRA	½ SIEMBRA	5.600	3.625	4.850	3.625	4.425
	½ FLORACION	½ FLORACION					

(1) Cada repetición constó de 20 plantas.

(1) DHS 5%: 0.86 DHS 1%: 1.24 F= 3.31.

TABLA 5. Rendimiento de grano de plantas de maíz fertilizadas en diferentes etapas de su ciclo.

TRATAMIENTO	FERTILIZACION	FERTILIZACION	PESO DEL GRANO (KGS)				PROHEDIO
	NITROGENADA	FOSFORICA	REP.1	REP.2	REP.3	REP.4	
A	-	-	3.800	2.650	2.600	2.350	2.850
	-	-					
B	½ SIEMBRA	SIEMBRA	4.175	4.000	3.075	3.800	3.762
	½ ESCARDA	-					
C	½ SIEMBRA	SIEMBRA	4.000	3.625	3.525	3.700	3.712
	½ FLORACION	-					
D	½ SIEMBRA	½ SIEMBRA	4.150	2.800	3.675	2.825	3.362
	½ FLORACION	½ FLORACION					

(1) Cada repetición constó de 20 plantas.

(2) DNS 5%: 0.71 DNS 1%: 1.02 F= 4.54.

DISCUSION

Los valores obtenidos al comparar la altura promedio de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos probados mostraron que éstas alcanzaron un desarrollo similar, no encontrándose una diferencia significativa entre su altura promedio (Tabla 2).

Durante el ciclo vegetativo las plantas mostraron un desarrollo uniforme respecto a su tamaño, no sucediendo así en su coloración, la cual varió desde el amarillo (síntoma de clorosis) en el tratamiento A, al verde claro para los tratamientos C y D, hasta el verde oscuro (coloración normal) para el caso del tratamiento B. Esto último debido principalmente a la variación de las etapas en que estuvieron presentes niveles adecuados de nitrógeno en el suelo, siendo éste elemento responsable de dar su coloración normal a la planta.

Sin embargo en cuanto a la producción de materia seca total si existió una diferencia altamente significativa al compararse aquellos tratamientos sometidos a la aplicación de fertilizantes en contra del testigo sin fertilizar. Los tratamientos fertilizados no mostraron diferencias entre su producción de materia seca total (Tabla 3).

Esto indica que la absorción de sustancias nutritivas por la planta fué similar durante la fase vegetativa activa, periodo

do durante el cual se realizaron las labores de cultivo y se fertilizó al tratamiento B y durante la fase inicial de llenado de grano, etapa en la que se aplicaron los fertilizantes a los tratamientos C y D.

La producción de grano en mazorca fué similar entre los tratamientos fertilizados (Tabla 4), encontrándose que en los tres casos la proporción del peso de las mazorcas con respecto al peso total de la materia seca vario tan solo de un 42% para el tratamiento C a un 41% para los tratamientos B y D.

Es interesante notar que el testigo mostró una diferencia significativa con respecto a los tratamientos C y B en cuanto a la producción de grano en mazorca, presentando además un porcentaje de 43% de peso de las mazorcas con respecto al peso de la materia seca total.

Esto parece sugerir una translocación de sustancias nutritivas desde los órganos vegetativos hasta los granos para compensar así, la escasez de nutrientes en el suelo durante la etapa de llenado de grano, hecho que coincide con las observaciones realizadas por Tanaka y Yamaguchi (1981). En tanto Hanway, citado por Tanaka y Yamaguchi (1981) considera que dicha translocación no contribuye significativamente al peso de los granos, derivándose éste de los fotosintatos producidos durante la fase de llenado de grano y que son translocalizados directamente a ellos.

Esto indica pues, que la producción de materia seca después de la emisión de los estigmas no parece ser muy importante para la producción de grano.

El rendimiento de grano mantuvo un patrón similar de comportamiento entre los tratamientos, es decir, cuando se aplicó fertilizante a las plantas la producción de grano creció, más no mostró diferencias significativas al variarse la etapa de las aplicaciones, mientras que el testigo no fertilizado mostró una diferencia significativa en su rendimiento de grano el cual fué menor (Tabla 5).

Al parecer la aplicación del fertilizante en diferentes etapas del ciclo vegetativo de la planta, tampoco afectó al contenido de olote, el cual se mantuvo entre un 22 y 24% en todos los tratamientos.

Entre los tratamientos evaluados los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos B y C, con aplicaciones totales de fósforo a la siembra y aplicaciones divididas de nitrógeno a la siembra y posteriormente a la escarda y al inicio de la floración respectivamente, lo cual indica que no existió diferencia significativa en cuanto a producción de grano se refiere al variar la etapa de aplicación de fertilizante nitrogenado al cultivo.

La aplicación dividida de fósforo (tratamiento D) no de--

mostró ser eficaz para elevar la producción de grano y de materia seca total al reducirse aunque no en forma significativa - sus rendimientos en comparación a las aplicaciones totales realizadas al momento de la siembra.

Con la adición de fertilizantes al cultivo se logró un incremento en la producción de grano de hasta un 24% comparando al testigo contra el mejor de los tratamientos (tratamiento C).

CONCLUSIONES

1. Los resultados anteriores conducen a rechazar la hipótesis alternativa citada al inicio de la investigación.
2. Es necesaria la aplicación de fertilizantes químicos en el maíz para elevar los rendimientos de grano tanto como los de materia seca total por unidad de superficie.
3. La respuesta del maíz a la fertilización en las etapas de escarda y floración fue similar en la totalidad de los parámetros evaluados. En ambos casos las plantas obtenidas mostraron alturas semejantes y los rendimientos tanto de materia seca como de grano fueron prácticamente los mismos.
4. La fertilización fosfórica se deberá realizar en forma de aplicación total al momento de efectuarse la siembra.
5. La mejor época para realizar la fertilización nitrogenada al maíz después de la siembra resultó el período que va desde el tiempo durante el cual se realizan las labores de cultivo (35 a 40 días después de la siembra) hasta el comienzo de la floración masculina, siendo recomendable en caso de contarse con maquinaria agrícola adecuada la aplicación del fertilizante al momento de efectuarse la escarda.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el municipio de Tecomán, Colima, comparándose las épocas de aplicación de fertilizantes al cultivo de maíz y su influencia sobre el rendimiento de grano.

Para la realización de éste estudio se utilizó el diseño estadístico bloques al azar para cuatro tratamientos y con cuatro bloques.

Los parámetros evaluados fueron: altura promedio de las plantas, producción de materia seca total, producción de grano en mazorca y rendimiento de grano.

Los resultados indicaron que cuando se aplican fertilizantes nitrogenados al maíz ya sea al tiempo de realizarse las la horas de cultivo como al momento de la floración masculina tanto la producción de materia seca como el rendimiento de grano no muestran diferencias significativas. En tanto la fertilización fosfórica reporto similares resultados también al realizarse en forma total al momento de la siembra como en forma dividida a la siembra y a la floración.

Con esto se llegó a la conclusión de que es necesaria la aplicación de fertilizantes químicos al cultivo del maíz, siendo la mejor época para realizar la fertilización nitrogenada el período que va desde el tiempo en el cual se realizan las -

labores de cultivo hasta el comienzo de la floración masculina y para la fertilización fosfórica la aplicación total al momento de la siembra es recomendable.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aldrich, S.R. y E.R. Long. 1974. Producción Moderna del --
Maíz. Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Ai
res. (Argentina). p. 5,6,8,12,13,97,112,121,124.
- 2.- Cooke, G.W. 1983. Fertilización para Rendimientos Máximos.
Primera Edición. CECSA. México, D.F. p. 339.
- 3.- Chapman, S.R. y L.P. Carter. 1976. Producción Agrícola. --
Principios y Prácticas. Primera Edición. Editorial Acribia.
Zaragoza (España). p. 268.
- 4.- Delorit, R.J. y H.L. Ahlgreen. 1970. Producción Agrícola.-
Primera Edición. CECSA. México, D.F. p. 76,78.
- 5.- Díaz del Pino, a. 1964. El Maíz. Segunda Edición. Edicio--
nes Agrícolas Trucco. México, D.F. p. 240,241.
- 6.- Glanze, P. 1980. El Maíz de Grano. Primera Edición. Edicion
es Euroamericanas. México, D.F. p. 126,128.
- 7.- Grós, A. 1976. Abonos. Guía Práctica de la Fertilización.-
Sexta Edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid (España). p-
386,387.
- 8.- Iowa State University, 1975. Manual de Agricultura. Prime-

ra Edición. CECSA. México, D.F. p. 193, 194.

- 9.- Jacob, A. y H. von Uexküll. 1973. Fertilización. Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Subtropicales. Cuarta Edición. Ediciones Euroamericanas. México, D.F. p. 132.
- 10.- Meier, H. 1978. Enciclopedia Sistemática Agropecuaria. Primera Edición. Editorial Aedos. Barcelona (España). p. 288, 289.
- 11.- Millar, C.E., L.M. Turk y H.D. Foth. 1975. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Quinta Edición. CECSA. México, D.F.- p. 336, 338.
- 12.- Robles Sánchez, R. 1978. Producción de Granos y Forrajes.- Segunda Edición. Editorial Limusa. México, D.F. p. 84.
- 13.- Rodríguez Suppo, F. 1982. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. Primera Edición. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F. p. 117,- 118.
- 14.- SARH-INIA-CIAB- CAESIT. 1982. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Primera Edición. Pátzcuaro, Michoacán (México), p. 19.
- 15.- SARH-INIA-CIAGOC-CAEHUI. 1985. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Cuarta Edición. Huimantlillo, Tabasco (México)

- co). p. 43.
- 16.- SARH-INIA-CIAGON-CAELAD. 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Segunda Edición. Abasco, Tamaulipas (México). p. 20.
- 17.- SARH-INIA-CIAN-CAEDEL. 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Segunda Edición. Cd. Delicias, Chihuahua (México). p. 62.
- 18.- SARH-INIA-CIAN-CAELALA. 1977. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Cuarta Edición. Matamoros, Coahuila (México). p. 34.
- 19.- SARH. 1986. El Maíz. Alimento del Hombre. Decimoquinta Edición. Impresora y Editora Cocoyoc, S.A. México, D.F.
- 20.- SARH. 1986. Programa Nacional Agrícola, Pecuario, Forestal y Agroindustrial 1987. Delegación en el Estado de Colima.- Colima (México). Información no publicada.
- 21.- SEP. 1981. Maíz. Manuales de Educación Agropecuaria. Primera Edición. Editorial Trillas. México, D.F. p. 29,30.
- 22.- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1981. Producción de Materia Seca, Componentes del Rendimiento y Rendimiento del Grano en Maíz. Segunda Edición. Editorial del Colegio de Postgradua

dos. Chapingo (México). p. 17,18,22,23.

23.- Tiedale, S.L. y W.L. Nelson. 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Segunda Edición. Montaner y Simón, S. A. Barcelona (España). p. 573,575,577.

24.- Ustimenko, G.V. y Bakumovsky. 1980. El Cultivo de las Plantas Tropicales y Subtropicales. Primera Edición. Editorial Mir. Moscú (URSS).p. 70.