

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

FACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA
FERTILIZACION FOLIAR FOSFORICA
EN MAIZ EN APODACA, N. L.

TESIS

RODOLFO RAMOS TIRADO

1977

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

FACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA FERTILIZACION
FOLIAR FOSFORICA EN MAIZ EN APODACA, N.L.

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR

P O R

RODOLFO RAMOS TIRADO

1 9 7 7

Con eterna gratitud y cariño

A MIS PADRES:

PABLO RAMOS TIRADO (Q.E.P.D.)

CELERINA TIRADO VDA. DE RAMOS

*Quienes con paciencia y amor,
me han enseñado el camino a
seguir en el transcurso de -
mi vida.*

A MIS HERMANOS:

HUMBERTO RAMOS

y

ELENO RAMOS

*Con agradecimiento y cariño
por la ayuda que me brinda
ron para realizar mi carre-
ra.*

A MIS HERMANOS:

SEVERO

HUMBERTO

ELENO

ROGELIO

HECTOR MANUEL

SILVIA

MARTINA

ESTELA.

Con gratitud y amor

a mi novia

SONIA

*De quien siempre recibí
una gran comprensión y
colaboración en el trans
curso de mi carrera.*

*Con agradecimiento,
cariño y admiración
a mi Amigo:*

C.P. JOSE FRANCISCO ALATORRE

*Quien siempre me brindó
su amistad, comprensión,
confianza y ayuda en mis
estudios profesionales.*

*Con agradecimiento y afecto al
ING. HORACIO GOMEZ JUNCO.*

Con sincero agradecimiento y afecto

a mis Asesores y Amigos:

ING. JORGE ELIZONDO M. M.S.

ING. PEDRO REYES C. M.S.

*Por sus enseñanzas y colaboración
en la realización de este trabajo.*

A MIS MAESTROS.

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	7
MAIZ	7
Origen geográfico	7
Origen citogenético y taxonómico	8
Cruza (V - 524 X NLVS - 1 ²)F ₂	9
FOSFORO	11
Importancia en la agricultura	11
Función del fósforo dentro de la planta	14
Fertilizantes fosfatados y sus usos	18
FERTILIZACION FOLIAR	28
Generalidades	28
Importancia económica	29
Procesos fisiológicas en la absorción y - - transporte de elementos aplicados al follaje	30
1.- Absorción	30
2.- Absorción estomática	31
3.- Absorción cuticular	31
4.- Transporte	31
5.- Factores que modifican la efectividad de Los nutrientes aplicados al follaje	32

	Página
<i>Ecológicos</i>	32
<i>Fisicoquímicos</i>	34
<i>Fisiomorfológicos</i>	35
FERTILIZACION FOLIAR FOSFORADA	38
COSTOS	40
MATERIAL Y METODOS	42
RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION	48
<i>Rendimiento en grano seco</i>	48
<i>Mazorcas dañadas</i>	50
<i>Materia seca, olote, floración femenina, acame, - plantas quebradas y altura de mazorca</i>	52
<i>Altura de planta, mazorcas mal polinizadas, mazor cas podridas, mazorcas con hustílagos, humedad de mazorca al cosechar y germinación</i>	54
CONCLUSIONES	56
RESUMEN	57
BIBLIOGRAFIA	60

INDICE DE TABLAS

Tabla No.		Página
1	Resultado del análisis químico (F. Morgan) - expresado en kilogramo por hectárea	43
2	Temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa y precipitación pluvial registradas en el Campo Agrícola Experimental del - - - I.T.E.S.M. localizado en Apodaca, N.L.	46
3	Rendimiento de grano seco, en toneladas por hectárea en maíz, con aplicaciones fosfóricas al suelo y foliar y por ciento relativo - al testigo, en Apodaca, N.L.	48
4	Rendimiento de grano seco, en kilogramos por parcela útil, de 6 tratamientos de fósforo - al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L. con una distribución en bloques al azar y 4 repeticiones	49
5	Análisis de varianza para rendimiento en grano seco, de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, -- N.L.	50
6	Mazorcas dañadas, en por ciento por parcela - útil de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L. -- con una distribución en bloques al azar y 4 repeticiones	51
7	Análisis de varianza para mazorcas dañadas - de 6 tratamientos de fósforo al suelo y fo-- liar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L.	51
8	Promedios de cada tratamiento en por ciento, de materia seca de mazorca al cosechar, olate, floración femenina a los 80 días de la - siembra, acame, plantas quebradas y altura - de mazorca en maíz, con aplicaciones folia-- res fosfóricas en Apodaca, N.L.	53

Tabla No.

Página

9	Análisis de varianza de materia seca de mazorca al cosechar, olote, floración femenina, acame, plantas quebradas, y altura de plantas de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L. ..	53
10	Promedios en cada tratamiento de altura de planta, mazorcas mal polinizadas, mazorcas podridas, mazorcas con hustilago, humedad de mazorca al cosechar y germinación en maíz, - con aplicaciones foliares fosfóricas en Apodaca, N.L.	55

I N T R O D U C C I O N

La década 1966-1976 coincide con un 25% de aumento en la población mundial y con un 30% de aumento en los países en desarrollo. Se espera que el incremento demográfico prosiga a igual ritmo, por lo menos durante las próximas dos décadas. -- Así, la población del mundo pasaría de los 5,000 millones a mediados de los años ochentas y de 6,000 millones antes de que medie la década de los noventas.

Estos hechos nos señalan cuanta gente habrá de sentarse a la mesa a comer. El maíz, trigo y cebada representan el 60% de la producción cerealícola del mundo, o sea la mitad de las calorías totales y la mitad de la proteína total que se consume en los países en desarrollo de Asia, Africa y Latinoamérica.

Se nos pregunta: ¿Se incrementa la producción de cereales tan rápidamente como la población? La respuesta puede ser: en un sentido sí, en otro no.

Durante el tercer cuarto del siglo 20-1950-1975-la producción mundial de cereales mantuvo una tendencia alcista, per cápita. Es decir, se produjo suficiente comida para alimentar a una población adicional, e inclusive para añadir algo extra a la dieta.

Se puede decir que, en promedio, las familias de los países en desarrollo comían un poco mejor en 1975 que en 1950. -

Por supuesto, los promedios mundiales enmascaran la existencia de islotes permanentes de hambre, o áreas de desastre temporales, aunque la gran mayoría de los dos mil millones de seres de los países en desarrollo han estado en mejores condiciones durante los años recientes.

Supongamos que comparamos la producción de cereales de -- los países en desarrollo a mediados de los años setentas con -- la obtenida a mediados de los sesentas. Los informes de cosechas recientes muestran que los países en desarrollo han estado produciendo 358 millones de toneladas anuales de los cinco cereales principales en conjunto, contra 275 millones que producían 10 años antes. El incremento en la producción de granos fue de 30%, lo cual apenas compensó el crecimiento de la población de esos países en esos 10 años. Esto es por el lado positivo.

Hay también un lado negativo. Si nos preguntamos cómo -- los países en desarrollo lograron esos avances de los últimos 10 años, encontramos que la mitad del incremento vino de la -- apertura de las nuevas superficies de cultivos y la mitad vino de incrementos por unidad de superficie. Al final de dicho período de 10 años, los países en desarrollo estaban sembrando -- con cereales 29 millones de hectáreas más que una década antes.

Los rendimientos de los cereales principales no se mantuvieron al parejo con el crecimiento demográfico. Ninguno de -- los cereales principales puede mostrar un incremento de 30% en

su rendimiento durante la década considerada. El trigo fue el cereal con mayor comportamiento (25% en rendimiento).

Más de la mitad de los países en desarrollo mostraron importación neta de alimentos al final del período de 10 años y las importaciones fueron mayores que una década antes.

En el curso de la década que se avecina 1976-1985, el crecimiento demográfico en los países en desarrollo será de nuevo de 30% o poco más, y las necesidades alimentarias se incrementarán otra vez en un 30% o más, si estos países han de mantener su inadecuada dieta actual.

Durante la década 1976-1985, la mayor parte de los aumentos de la producción deberán provenir de mayores rendimientos en la tierra actualmente cultivada. Sin embargo, sólo se puede incorporar al cultivo una superficie relativamente pequeña, y poca tierra se puede transferir de un cultivo a otro. En efecto, parte de los terrenos de cultivo se están transformando en terrenos urbanos, absorbidos por las ciudades en constante crecimiento, a un ritmo que excede al millón de hectáreas por año.

Por tanto, el esfuerzo para producir más alimentos confrontará obstáculos aún mayores durante la década que se avecina.

Si mediante incrementos del rendimiento se ha de producir un 30% más de grano, esto se puede lograr solamente mediante la aplicación de mejor tecnología al nivel de la finca.

El maíz ocupa el tercer lugar entre los granos alimenticios del mundo, después del arroz y del trigo. La importancia del maíz se puede medir según la superficie sembrada (110 millones de hectáreas en el mundo) y por el volumen de la cosecha (300 millones de toneladas).

La mitad de la superficie maicera del mundo se siembra en los países en desarrollo de Asia, África y América Latina. Empero, sólo un cuarto de la cosecha mundial se levanta allí. - Esta contradicción se debe a los bajos rendimientos. En tanto que en los países industrializados de Europa y Norteamérica cosechan en promedio 4,600 Kg./ha. Los países en desarrollo promedian sólo 1,200 Kg./ha.

Los bajos rendimientos en los países en desarrollo ofrecen una amplia oportunidad para mejorarlos. Esta mejora podría beneficiar a por lo menos 500 millones de seres que consumen maíz como alimento principal, ya sea todo el año o bien durante un ciclo de cultivo en que se dispone de otros alimentos básicos. Más aún, las aves y los cerdos son la fuente principal de proteína animal en los países consumidores de maíz, y al mejorarse la parte de ella se dedicará a la producción animal, de manera que mejorará la dieta.

Las restricciones para mejorar el maíz en los países en desarrollo son numerosas: se necesitan variedades que sean más estables en su rendimiento que tengan un porte más bajo, un período de crecimiento más corto, mayor resistencia a plagas y -

enfermedades, mejor calidad proteínica y producción de granos más eficiente. La conjunción de estos pasos es una tarea importante que en los países en desarrollo requiere de más científicos capacitados (8).

Para producir óptimos rendimientos es indispensable que la planta tenga adecuadas cantidades de N, P y K (nitrógeno, fósforo y potasio) asimilables cuando la planta más los necesita. En el caso del maíz, este fuerte requisito de nutrientes se concentra en tan sólo 50 días - desde el vigésimo quinto -- hasta el setentaicincoavo días de desarrollo. Para producir altos rendimientos de grano se requieren plantas bien alimentadas. Porque los nutrientes que desde la raíz circulan ya asimilados, a través del sistema vascular del tallo, a la postre terminan su recorrido en los granos de las mazorcas. Alrededor del 65% de nitrógeno y 25% de la potasa asimilables van a parar en el grano. Más importante aún, más del 70% del fósforo a fin de cuentas llega al grano (3).

La vía más eficaz para suministrar ciertos nutrientes a algunos cultivos, es la aplicación a través de las hojas. Esta "nutrición" foliar presenta una ventaja específica: escapa a la capacidad de los suelos para fijar ciertos nutrientes bajo formas químicas no asimilables por las plantas.

La nutrición foliar se adecua principalmente a los micronutrientes, que se requieren en cantidades muy pequeñas y son eficientemente absorbidos por las hojas.

Hasta el momento, la nutrición foliar no ha resultado económica para la aplicación de nutrientes principales a los cultivos de maíz. El maíz necesita cantidades tan grandes de nitrógeno, fósforo y potasio, que deberían realizarse entre 10 y 20 aplicaciones separadas para suministrar una cantidad suficiente de nutrientes e impedir la quemazón de las hojas.

Cuando la planta de maíz tiene una altura de 15 cm., las hojas no retienen más de un 5% de la pulverización; cuando la planta tiene 60 cm., la cifra probablemente sea menor del 25%. En otras palabras, la mayor parte del fertilizante de una aplicación foliar, en realidad cae al suelo.

Hasta 1965, la nutrición foliar no constituía una vía económica para la fertilización del maíz (1).

Este estudio tiene los siguientes objetivos:

1.- Ver cómo responde el maíz a diferentes dosis de fósforo foliar.

2.- Determinar la factibilidad económica en la práctica de esta técnica mediante utilidad marginal y reutilización.

LITERATURA REVISADA

MAIZ

Origen Geográfico.

El origen geográfico y botánico de la especie es muy discutido y diversas teorías relativas se han formulado. Hay evidencias que muestran que México es el centro de origen y distribución, que la gran variación natural de la especie ha permitido al hombre desarrollar variedades de alta producción y que las antiguas civilizaciones Maya, Azteca, Zapoteca, Totonaca, etc., dejaron a la humanidad un germoplasma de gran valor que es necesario conservar, aumentar y mejorar; que ha sido el maíz desde hace siglos y lo seguirá siendo el cultivo de mayor importancia económica y social, por lo que es necesario incrementar recursos económicos y humanos para mejorar la investigación básica aplicada y el desarrollo de programas para el aumento de la producción unitaria y el desarrollo de su industrialización (30).

A continuación se mencionan algunas teorías que tratan de explicar su origen geográfico según diferentes disciplinas --- científicas, hallazgos arqueológicos y distribución de especies vegetales (33).

Anderson (2) supone que el maíz primitivo se originó en el sureste de Asia y que de allí se extendió hasta el Nuevo -- Mundo en tiempos precolombianos; en realidad esta teoría ha reu

cibido poco crédito. En cambio, Vavilov (39) sitúa el Centro Primitivo de Origen del maíz en lo que él llamó Centro de Origen de Plantas Cultivadas del Sur de México y Centroamérica y como un centro secundario de origen de variedades de maíz a la zona de Valles Altos que incluye Perú, Ecuador y Bolivia.

Origen citogenético y taxonómico.

En lo que respecta al origen citogenético, existe literatura de varios investigadores que sostienen diversas teorías.

A continuación se resume lo más importante (33).

Mangelsdorf y Reyes citados por Prywer (29), emitieron -- una hipótesis tripartita como se menciona a continuación.

1.- El maíz cultivado se ha originado de una forma silvestre de maíz tunicado, nativo de las tierras bajas de América del Sur.

2.- El teocintle, que es pariente próximo al maíz, es un producto reciente de un cruzamiento natural entre maíz y tripsacum. Esto puede ocurrir después de la introducción del maíz por el hombre en América Central.

3.- Los nuevos tipos de maíz originados directamente de estos cruzamientos y que presentan una mezcla de tripsacum, -- comprenden la mayoría de las variedades de América Central y del Norte. Estas nuevas variedades, debido a la introgresión del germoplasma del tripsacum, adquirieron ciertos caracteres

de un valor económico muy importante, como resistencia al calor, a sequía, al frío, a plagas y a enfermedades.

Cruza (V-524 x NLVS-1²)F₂.

La variedad NLVS-1 fue seleccionada de la variedad "Carmen" durante tres ciclos de selección masal método modificado. Y la variedad Carmen conocida también como Santa Engracia fue introducida de Tamaulipas, y es uno de los mejores materiales genéticos que se tienen entre los maíces del noreste de México (30, 31).

La variedad V-524 (tuxpeño planta baja) fue seleccionada por el CIMMYT por el método de selección recurrente familia de hermanos completos de tuxpeño. Las poblaciones resultantes -- son notablemente más bajas, ligeramente más precoces y aparentemente con mejor rendimiento, cuando se han probado bajo una densidad de plantas convencional. El mejor rendimiento aparente puede ser solo una recuperación más completa del grano producido, comparado con las grandes pérdidas ocasionadas por el acame en los materiales originales (9).

Vega (40) encontró que el cruzamiento intervarietal de -- NLVS-1 x V-524 (tuxpeño planta baja), manifestó sus caracteres agronómicos de rendimiento, floración, altura de planta y mazorca intermedias entre sus progenitores. La selección en generaciones avanzadas podría conducir a la formación de una variedad rendidora con planta y mazorca de baja altura. Se estimó

que los híbridos formados con líneas de germoplasma de diversos orígenes tienen estabilidad y buen comportamiento en medios ambientes favorables, en tanto que las variedades NLVS-1 x V-524 y su generación F_1 tienen buen comportamiento en medios ambientes desfavorables, y son estables en los diferentes medios ambientes.

La crusa $(V-524 \times NLVS-1^2)F_2$ se obtuvo de la siguiente forma:

1.- Formación de la crusa

V-524 x NLVS-1

2.- $(V-524 \times NLVS-1) \times NLVS-1$

V-524 x $NLVS-1^2$

3.- $(V-524 \times NLVS-1^2)F_2$

En el campo de Apodaca, N.L., se obtuvo en el ciclo de verano de 1973, asumiendo homocigosis para los caracteres de altura de planta y mazorca, la crusa F_1 entre NLVS-1 (P_1) por el V-524 (P_2). En el año de 1974 se obtuvieron las siguientes generaciones.

1.- $B_1 = F_1 \times P_1$, en la primavera

2.- $B_2 = F_1 \times P_2$, en la primavera

3.- F_2 por fraternales durante el verano (40).

F O S F O R O

Importancia en la agricultura.

Aunque la cantidad de fósforo en el suelo y en la planta de maíz es baja en comparación con el nitrógeno y el potasio, aquel 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 a 20% del fósforo aplicado con el fertilizante. En cualquier día determinado se encuentra menos de 1.1 Kg. por hectárea en solución, en la forma del compuesto químico que el maíz puede absorber. El fósforo se encuentra en el suelo en ambas formas: orgánica, como el nitrógeno, e inorgánica, como el potasio (4).

La disponibilidad del fósforo está determinada por la capacidad fijadora del suelo, la cantidad de fertilizante aplicado y la capacidad de absorción de la planta (22).

La eficiencia de un fertilizante fosfórico depende del tamaño de las partículas del fertilizante, el porcentaje de fósforo soluble en agua, la colocación del fertilizante, de la textura del suelo, del pH y sales del mismo.

Un buen suministro de fósforo ha sido siempre asociado -- con un incremento del crecimiento de las raíces.

Cuando se aplican juntos un fosfato soluble y nitrógeno amoniacal, las raíces de las plantas proliferan extensamente --

en esta área. También hay un incremento en la absorción de -- fósforo, lo cual no ocurre si se usa el nitrógeno en forma de nitrato en lugar de la forma amoniacal. Este fenómeno no ha sido satisfactoriamente explicado. La mayor asimilación de -- fósforo, acompañado del incremento de la proliferación de raíces puede, sin embargo, dar pie al punto de vista de que el -- fósforo incrementa el crecimiento de las raíces.

Varios otros efectos de crecimientos cuantitativos en las plantas son atribuidos a la fertilización fosfórica (36).

Cuando se aplican fertilizantes con fósforo inmediatamente asimilable, ellos reaccionan en un período de horas o días, y en adelante constituyen, compuestos químicos diferentes de los que formaban el fertilizante. A medida que los compuestos de fósforo se disuelven, producen un ácido muy fuerte, que a su vez disuelve otros compuestos del suelo; éstos se combinan con el fósforo para formar compuestos que no son solubles en agua. Por esta razón, el fósforo resulta menos asimilable que en el fertilizante, aunque aún es parcialmente utilizable por el cultivo. A lo largo de un período de meses, estos compuestos se tornan menos asimilables, hasta que por último pasan a formar la gran reserva de fósforo del suelo, lentamente asimilable.

Los compuestos de los fertilizantes fosfatados, solubles en agua, y en nitrato, se convierten en otras formas antes que la semilla pueda germinar y que las raíces nuevas se nutran --

con el fósforo soluble en agua.

La acidez y la alcalinidad del suelo afectan la disponibilidad del fósforo. En suelos de acidez moderada a fuerte, los compuestos principales que se forman por las reacciones químicas incluyen hierro, aluminio y manganeso. En suelos con un pH cercano o superior a 7.0, la mayor parte del fósforo se encuentra ligado, formando compuestos con el calcio. A medida que transcurre el tiempo, el fósforo que forma parte de estos nuevos compuestos es retenido, cada vez más fuertemente.

El fósforo se encuentra en la forma más asimilable en suelos con pH entre ligera y moderadamente ácido. Las reacciones, descritas en el párrafo anterior, para el suelo próximo a los gránulos de superfosfato, también describen el destino en el suelo de todo el fósforo que no está fijado en la materia orgánica o en compuestos orgánicos.

El pH del suelo también afecta a la cantidad de fósforo procedente de la materia orgánica del suelo, que se torna asimilable.

Factores del suelo que afectan la cantidad de fósforo asimilable:

1.- pH del suelo superficial y del subsuelo. La mayor cantidad de fósforo asimilable, en compuestos orgánicos e inorgánicos, se encuentra en suelos de pH entre 5.5 y 7.0.

2.- La cantidad de materia orgánica, ya que ella puede -- contener la mitad o más, del total del fósforo existente en el suelo.

3.- Profundidad de las raíces del cultivo. El fósforo -- está ampliamente distribuido por el suelo; por lo tanto, los -- sistemas radicales profundos y extensos toman contacto con -- más cantidad de fósforo asimilable.

4.- Estructura del subsuelo. En subsuelos compuestos por bloques densos, las raíces están forzadas a alimentarse principalmente en la parte exterior de ellos. Cuanto más grandes y compactos sean los bloques, menor es el volumen total con que cuentan las raíces para su nutrición. (1).

Función del fósforo dentro de la planta.

La mayor cantidad de fósforo que la planta de maíz necesita continuamente es absorbida por las raíces en la forma de -- los compuestos químicos $H_2PO_4^-$ y HPO_4^- . Pequeñas cantidades que absorben en la forma orgánica, es decir, en las formas que quedan después de la muerte de los organismos vivientes. El fósforo es absorbido por las raíces vegetales en la misma forma -- química, ya provenga del fertilizante aplicado durante el año, de residuos en descomposición o de los suministros básicos del suelo (1).

El ión $H_2PO_4^-$ predomina en la solución del suelo a un pH -- abajo de 6.8, en suelos alcalinos calcáreos a un pH mayor de --

7.2 las iones de HPO_4^- son más abundantes pero debido a su forma química son difícilmente tomados por las plantas (26).

El fósforo ayuda a las plántulas a crecer rápidamente en sus primeras fases. Se concentra en las partes de la planta que están creciendo con mayor rapidez. Una buena aportación de fósforo contribuye a dar dureza a la paja de los cereales menores. El fósforo favorece más al desarrollo de las semillas que el de las partes vegetativas (46).

Las funciones que desempeña el fósforo en la planta son muy diversas e importantes. Desempeña un papel primordial en la síntesis de carbohidratos y en el metabolismo de las grasas en general. Por ello una deficiencia fosfórica se traduce en general en una reducción de rendimiento. La deficiencia de fósforo durante el período de floración, ocasiona un desarrollo incompleto de los estigmas, lo cual es a la vez la causa de una mala polinización, de manera que las mazorcas presentan carreras de granos irregulares y defectuosas (19).

El fósforo contribuye favorablemente sobre lo siguiente:

1.- División celular y crecimiento, así como formación de albúmina.

2.- Floración y fructificación así como la formación de semilla.

3.- Maduración de las cosechas atemperando así los efectos de aplicaciones excesivas de nitrógeno.

4.- Desarrollo de las raíces particularmente de las raicillas laterales y fibrosas.

5.- Robustecimiento de la paja en los cultivos de cerea--les ayudando así a prevenir el encamado.

6.- Sobre la calidad de la cosecha, sobre todo de forra--jes y hortalizas.

7.- Resistencia a ciertas enfermedades (7).

Van Slyke (38), le adjudica varias funciones al fósforo - dentro de la planta, dice que tiene influencia en la germina--ción, siendo una práctica común en algunas partes de Estados - Unidos, bañar a la semilla con superfosfato antes de sembrarla; también influye en el desarrollo de la raíz, provocando su de--ficiencia, un pobre crecimiento de ésta, así como de las hojas y tallos en los cereales; también afirma que el fósforo imprime precocidad en los cultivos e influye en el contenido de nitró--geno presente en el grano.

Un gran número de las plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan un sistema radicular raquíticamente desa--rrollado, acompañado de síntomas generales de perturbación en su crecimiento. Las hojas y tallos de las plantas deficientes son muy frecuentemente pequeñas y muestran una coloración ver--de-rojiza, café-rojiza, púrpura ó bronceada. La floración y - la madurez son retardadas, permaneciendo pequeñas las semillas

y frutos. Las mermas de los rendimientos a causa de la deficiencia fosfórica van generalmente acompañadas de un descenso de la calidad del producto (23).

Un adecuado suministro en las primeras etapas de la vida de la planta es importante en el retraso del crecimiento de las partes reproductivas, la calidad del grano se incrementa, aumenta la resistencia a enfermedades y acelera la madurez (36).

Si va a aparecer una deficiencia de fósforo, casi siempre se pondrá de manifiesto antes que las plantas alcancen una altura de 61 cm., por las tres razones siguientes:

1.- Con un crecimiento normal, las plantas jóvenes necesitan un mayor porcentaje de fósforo en sus tejidos que el que precisarán más tarde en la estación.

2.- La capacidad del sistema radicular joven para absorber fósforo no alcanza para satisfacer las necesidades de la planta.

3.- En suelos que se encuentran fríos en el momento de la siembra e inmediatamente después puede ocurrir que el fósforo esté en una forma menos asimilable (debido a una liberación inadecuada de las formas orgánicas), o que las raíces no pueden absorberlo tan bien como posteriormente.

¿Qué puede hacerse para asegurar una cantidad de fósforo suficiente durante este primer período crucial?

1.- Aplicar fertilizante con la sembradora, en una franja cercana a la hilera.

2.- Seleccionar un fertilizante con un mínimo de 50% de fósforo en forma hidrosoluble.

3.- Elegir un fertilizante que tenga alrededor de 0.5 Kg. de nitrógeno por cada 1.5 ó 2 Kg. de P_2O_5 (0.6 a 0.8 Kg. de fósforo). El nitrógeno en la faja fertilizada aumenta la absorción de fósforo, ya sea porque el fósforo se mantiene formando compuestos químicos más asimilables o porque se incrementa el crecimiento radicular en la faja produciendo más raíces para absorberlo (1).

Un exceso de fosfato puede acelerar unilateralmente la madurez a costa del rendimiento vegetativo además de ello, las deficiencias de elementos menores (particularmente hierro y zinc) han sido atribuidos, en ciertos casos, a un exceso de fosfato que origina depresiones en el rendimiento. Tales casos, sin embargo, son excepcionales, ya que un exceso de fósforo es en la mayoría de los suelos muy raro (23).

Fertilizantes fosfatados y sus usos.

Superfosfato.

Es una mezcla de fosfato monocálcico y yeso, contiene del 7.0 al 9.5% de fósforo (16-22% P_2O_5 del que aproximadamente el

90% es hidrosoluble y esencialmente se clasifica todo como disponible (36).

Este fertilizante se obtiene tratando roca fosfórica molida con ácido sulfúrico. Además del fosfato monocálcico solu-ble en agua que proporciona el nutriente, el superfosfato con-tiene sulfato de calcio (yeso) como un residuo de la reacción entre la roca y el ácido. El superfosfato es adecuado para todos los cultivos (10).

El efecto muy favorable del superfosfato en las regiones áridas se debe principalmente a la fácil asimilación de su ácido fosfórico. El contenido de yeso de éste tipo de fertilizante resulta ser también un benéfico factor para los suelos de carácter alcalino (23).

Superfosfato triple.

Contiene cerca del 47% de P_2O_5 , soluble en agua. Se ob-tiene tratando la roca fosfatada con ácido fosfórico. Difiere del superordinario en que no contiene sulfato de calcio. El superfosfato triple es 2.5 veces más concentrado que el superordinario y, por lo tanto, deberá ser aplicado en menores can-tidades. Además, tanto el triple como el ordinario pueden --usarse para el mismo objetivo. Ambos productos pueden obtenerse en el mercado en forma granular, lo que los hace más fáci--les de manejar que en forma de polvo (10).

Contiene cantidades variables de azufre (menos del 3%), - dependiente del proceso de fabricación. Este bajo contenido de azufre es insuficiente para llenar los requerimientos de la cosecha en suelos deficientes en azufre.

El superfosfato triple es una excelente fuente de fertilizante fosforado. Su alto contenido en fósforo lo hace particularmente atractivo, mientras que el transporte, el almacenamiento y el manejo ocasionan cargos que constituyen en gran parte del costo total del fertilizante (36).

Fosfatos de amonio.

Los fosfatos de amonio se producen haciendo reaccionar amoníaco con ácido fosfórico o una mezcla de ácido fosfórico y sulfúrico. Algunos de los fertilizantes a base de fosfato de amonio más ampliamente utilizados son el fosfato monoamónico, fosfato diamónico y el fosfato sulfato amónico.

Los fosfatos de amonio son completamente hidrosolubles se ofrecen normalmente en forma granular, aunque se producen algunos materiales en forma cristalina (36).

El superfosfato amoniacal contiene de 3 a 4% de ácido fosfórico. Permite cambiar fácilmente el amoníaco a forma fertilizadora convenientemente y al mismo tiempo mejora las cualidades físicas del propio superfosfato.

El fosfato monoamónico, puede presentar un análisis del 11% de nitrógeno y un 49% de P_2O_5 es también un fertilizante -

económico cuando se necesita un alto porcentaje. El fosfato diamónico es un material más recientemente empleado conteniendo más del 21% de nitrógeno y un 25% de ácido fosfórico, debe ser muy valioso en suelos con un poder alto de retención de potasio, donde se necesita tanto nitrógeno como fósforo (7).

Fosfatos nítricos.

Los fosfatos nítricos se elaboran mediante la reacción -- del ácido nítrico con el mineral fosfato. Uno de los produc-- tos de la reacción el nitrato cálcico es discutible a causa de su hidrosopicidad. Cuando se añade ácido sulfúrico o fosfóri-- co a una sal de sulfato, la mayor parte del nitrato cálcico es convertido a sulfato o fosfato cálcico.

El resultado de numerosas pruebas agronómicas ha demostrado que estos minerales son generalmente fuentes satisfactorias de fertilizantes fosforados. Cuando se utilizan en la cosecha para proporcionar fósforo hidrosoluble, los fosfatos nítricos pueden ser inferiores aquellos materiales que contiene en un -- alto grado de fósforo hidrosoluble. La fracción hidrosoluble del fósforo total en los fosfatos nítricos puede ir desde 0 -- hasta quizá un 70%.

Los fosfatos nítricos, en general pueden dar los mejores resultados en suelos ácidos y en cosechas con una estación de crecimiento relativamente larga tales como la cosecha de pas-- tos.

Miscelánea de fosfatos.

Diversos materiales que han sido utilizados como fertilizantes a base de fosfatos durante varios años, y unos pocos -- compuestos comparativamente nuevos, que mostraron ser prometedores en convertirse en fuentes significativas de fertilizantes fosforados, incluyen fósforo mineral en bruto, fosfato potásico, fosfato dicálcico, fosfato nitrato-amoniaco, fosfato amoniaco-magnesio y polifosfato de amonio (36).

Roca fosfórica.

Esta se obtiene de los yacimientos naturales y se muele finamente para aplicarse directamente al suelo. Las mejores rocas fosfóricas para este objetivo se encuentran en el norte de Africa y contienen alrededor de 29% de P_2O_5 . Son completamente insolubles en agua y no hay una prueba química satisfactoria para evaluarlas. Para ser útiles deberán ser finamente molidas (10).

Escoria básica.

Es un subproducto de las fábricas de acero que se usa para encalar y como fuente de fósforo. Tiene entre 8 y 10% de P_2O_5 (3.5 a 4.4% de fósforo) del cual, 60 a 90% es asimilable, de acuerdo con la prueba del citrato (1).

Movimiento físico.

El fósforo permanece en el lugar de aplicación; de todos

los nutrientes principales es el que tiene menor movilidad. En las primeras horas o días después de su aplicación, una parte del fósforo soluble se aleja probablemente hasta una distancia de 2.5 cm. del grano. A partir de ese momento, la movilidad es prácticamente nula.

Por ejemplo, los experimentos realizados muestran que, -- después de 50 años de aplicaciones de fósforo a la capa arada, el fósforo ha aumentado muy poco por debajo de 46 cm.

Esta "fijación" del fósforo cuando reacciona con el suelo, resulta importante por varias razones:

1.- El fósforo "fijado" es mucho menos asimilable que el fósforo recién aplicado. Como consecuencia de esto, la cantidad de fósforo que debe aplicarse es mucho mayor que la extrada en los cultivos cosechados.

2.- Las raíces, encargadas de la absorción de nutrientes, deben extenderse continuamente hacia nuevas zonas en busca de fósforo asimilable, pues el fósforo de la solución del suelo no se movilizará muy lejos ni muy rápidamente hacia ellas, como lo hace el nitrógeno. Probablemente, ésta sea una de las razones por las que el maíz cuando alcanza la altura del hombro, no utiliza mucho el fósforo que se encuentra en la faja fertilizada. Para esta fecha, es probable que la mayoría de las raíces recién desarrolladas estén fuera de la faja fertilizada.

3.- No es posible lograr un aprovisionamiento de fósforo en el subsuelo, ya que el fósforo aplicado en la capa arada no se moviliza hasta el subsuelo.

4.- El fósforo no se pierde por lixiviación y, por lo tanto, todo el fósforo contenido en la capa arada puede elevarse fácilmente hasta alcanzar un nivel alto (1).

Los fertilizantes fosforados pueden ser clasificados convenientemente en tres grupos:

1.- Aquellos en los cuales el fósforo es muy soluble en agua.

2.- Otros que no son fácilmente solubles en agua pero si son solubles en citrato de amonio.

3.- Aquellos insolubles en citratos de amonio (27).

En algunas situaciones, una alta solubilidad en agua es absolutamente necesaria; en otras, no tiene importancia. A continuación se presenta los hechos que determinarán la importancia para sus condiciones:

1.- Para la aplicación en fajas cerca de la hilera, en suelos con bajo contenido de fósforo, por lo menos el 50% del fósforo debe ser soluble en agua, en suelos ácidos.

2.- En suelos con pH superior a 7.0, se prefiere una solubilidad en agua del 80%, para la aplicación en fajas.

3.- Para la aplicación al boleo, en suelos ácidos o neutros, el grado de solubilidad en agua no es importante, en el caso de fuentes de fósforo procesados (esto incluye todos, excepto los fosfatos de roca y coloidales).

4.- En suelos alcalinos, se prefiere un mínimo de 50% de solubilidad en agua, incluso para aplicaciones al boleo.

El suministro principal de fósforo para el cultivo del maíz debe ubicarse en toda la capa arada (excepto en suelos alcalinos). Si debe aplicarse una gran cantidad en un suelo con un contenido muy bajo de fósforo, la mejor elección consistirá en aplicar al boleo y enterrar el fertilizante. Una parte del fósforo estará a una profundidad de 15 a 23 cm. para posibilitar su asimilación, en caso de que una sequía, a mediados del verano reduzca la absorción de fósforo cerca de la superficie. Sin embargo, generalmente son satisfactorios los resultados de la aplicación al boleo y del entierro del fertilizante fosfatado.

Para lograr un rápido crecimiento inicial, una parte del fósforo debe colocarse cerca del surco e incluso junto a la semilla o ligeramente por debajo de ella.

Aunque en el pasado los agrónomos no aprobaron el abono lateral en cobertura en fósforo, las investigaciones efectuadas recientemente en Iowa demuestran que satisface las necesidades de fósforo a fines de la estación, siempre que al principio se halla realizado una aplicación en la hilera. La combi-

nación más adecuada de fertilizante para el abonado lateral en cobertura es la de amoníaco anhidro y ácido fosfórico líquido, contenido en tanques distintos y aplicados en fajas separadas. Las soluciones mezcla preparadas con ambos no son factibles, - pues es imposible transportar las grandes cantidades de nitrógeno que se necesitan para la mayoría de las situaciones; sólo 0.5 Kg. de nitrógeno reaccionan con 1.8 Kg de P_2O_5 (0.8 Kg. de fósforo). Si se aumenta la cantidad de NH_3 , ésta no reacciona con el ácido fosfórico y, por lo tanto, debe manipularse como una solución de nitrógeno a presión (1).

Cottofos (ácido fosfórico neutralizado).

Composición:

Fósforo como P_2O_5 F.G. -----	600 gr./Kg.
Neutralizador a base de Nitrógeno Asimilable	150 gr./Kg.
Agentes de penetración -----	40 gr./Kg.

F.G. = Grado Alimenticio (Food Grade).

Recomendaciones generales.

Debe disolverse bien en agua antes de usarse.

Cottofos es un nutriente sólido que contiene una elevada concentración de fósforo para propiciar la fijación de flores y bellotas en formación en el cultivo del algodón. Cottofos contiene aditivos, agentes de penetración y estabilizadores que garantizan la máxima absorción de fósforo si la aplica

ción se efectúa en forma oportuna.

Dosis y época de aplicación por vía foliar.

En algodónero aplicar de 1.5 a 3.0 Kg. por hectárea en la suficiente cantidad de agua para obtener un cubrimiento satisfactorio. En aplicaciones aéreas, usar mínimo 50 litros por hectárea.

Efectuar la primera aplicación cuando las plantas comiencen a "cuadrear". Se recomienda efectuar otras dos aplicaciones a la misma dosis, al iniciarse la floración y al generalizarse la formación de bellotas.

En hortalizas y cultivos semejantes se recomiendan dosis de 1.5 a 3.0 Kg. por hectárea en los períodos críticos de crecimiento y fructificación.

En sorgo y maíz se recomiendan dosis de 1.0 a 2.0 Kg. por hectárea, teniendo cuidado de efectuar las aplicaciones antes o después de la floración.

Compatibilidad.

Siendo Cottofos un nutriente totalmente nuevo, no está completamente determinado su rango de compatibilidad con los insecticidas y fungicidas de uso común, por lo que se recomienda efectuar una pequeña prueba de compatibilidad antes de proceder a su mezcla con otros materiales.

Precauciones.

Cottofos es un producto de baja toxicidad para seres de sangre caliente, no obstante lo cual se recomienda seguir las precauciones elementales en el manejo de este tipo de productos.

FERTILIZACION FOLIAR

Generalidades.

La alimentación foliar, tiene origen en nuestra generación, y constituye uno de los fundamentos más importantes en el progreso de la producción agrícola. En la actualidad esto constituye una práctica en la obtención de grandes cosechas.

Las aplicaciones foliares de nutrientes deberán ser correlativas cuando se proporcionan con un adecuado suministro de otros factores de producción. Mediante una serie de análisis de suelos y evaluación de la calidad de producción de granos y frutos, así como la aparición de deficiencias podemos obtener conocimientos que nos pueden servir de guía para detectar los requerimientos para el desarrollo de las plantas. Podemos esperar con mayor frecuencia deficiencias de micronutrientes en el aumento de la producción de alimentos (malz, papa, remolacha, frijol soya). Estos individualmente, responderían a aplicaciones foliares de nutrientes específicos (42).

La adición foliar de nutrientes no es sustituto de la --

aplicación al suelo, excepto para elementos trazas usados en pequeñas cantidades por la planta. En la mayoría de los casos, es sólo un suplemento de la fertilización al suelo. Por otra parte, no todos los tipos de plantas 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 (28).

Importancia económica.

En base al incremento en producción de las plantas alimenticias, la eficiencia de la fertilización puede ser mayor con aplicaciones foliares que con aplicaciones al suelo. Esto es particularmente cierto para fósforo y ciertos elementos menores (12).

Por medio de la fertilización foliar los nutrientes penetran con rapidez y pueden ser aplicados en los momentos en que los vegetales los requieran con mayor necesidad; además no están sujetos a pérdidas por fijación como ocurre con fósforo -- aplicado al suelo (28).

Por otra parte, los fertilizantes foliares se pueden aplicar mezclados con insecticidas y fungicidas, consiguiéndose un menor costo de aplicación cuando se tienen programas de aspersiones para combatir plagas y enfermedades (12).

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 una mayor absorción de los nutrientes (43).

Procesos fisiológicos en la absorción y transporte de elementos aplicados al follaje.

1.- Absorción.

Los solutos pueden penetrar a la hoja por distintas rutas, siendo éstas, los estomas y la cutícula; la información hasta ahora obtenida 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 (11).

Por otro lado Wittwer y Jyung (43) coinciden en que lo que ha contribuido a un mejor entendimiento de la absorción foliar son los estudios recientes sobre permeabilidad de nutrientes a través de láminas cuticulares aisladas y citan que los trabajos de Yamada (47) proporcionan una evidencia convincente de que la penetración a través de la cutícula, podría explicarse como un proceso típico de difusión, independiente de la presencia de estomas y que las membranas cuticulares son más permeables a los cationes que a los aniones.

2.- Absorción estomática.

Existe la casi 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 si a la solución que se aplique se le agrega un surfactante es factible la entrada de esa solución al interior de la planta por esta vía (14).

3.- Absorción cuticular.

La absorción a través de la cutícula ha sido ampliamente demostrada. La absorción cuticular se realiza por difusión 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 (11). Sin embargo, se reporta que a pesar de que después de las primeras 30 horas se reduce marcadamente la velocidad de la absorción el 60% de la solución fué absorbida después de las 96 horas (24).

4.- Transporte.

Harold y Biddulph (21) estudiando los factores que afectan la absorción y traslación de fósforo aplicado a hojas de frijol, demostraron que la cantidad de fósforo transportado de las hojas tratadas en un periodo de 24 horas aumentó conforme a la cantidad aplicada, y que una gran cantidad de fósforo es trasladado de las hojas más viejas a las hojas jóvenes o superiores, y que éstas últimas no exportan fósforo. Se ha obser-

vado también, que las hojas son fuentes de fósforo para la raíz, en una proporción directa a su proximidad a ésta, y que la transportación del fósforo aplicado al follaje está íntimamente relacionada con el tiempo que tarda en secarse la solución de la hoja. La cantidad de fósforo de la hoja tratada que se movilizó hacia la parte inferior de la planta fue esencialmente mayor que la cantidad que ascendió, pero después de 48 horas la acumulación en la parte superior excedía a la inferior.

5.- Factores que modifican la efectividad de los nutrientes aplicados al follaje.

Los factores que modifican la efectividad de los nutrientes aplicados al follaje se pueden clasificar en: 1) ecológicos; 2) fisicoquímicos (inherentes a la sustancia aplicada) y 3) fisiomorfológicos (inherentes a la planta) (11).

Ecológicos.

a) Temperatura.- Aumenta la absorción con los incrementos de temperatura dentro del rango de 10-21°C. Sin embargo, a temperaturas más bajas, la absorción es más efectiva por el follaje que por las raíces (37).

En general las aplicaciones foliares deben realizarse cuando la temperatura ambiental no sea mayor de 21°C y la humedad relativa menor del 70%, ya que de ocurrir lo contrario, el agua de la solución fertilizante se evapora rápidamente produ-

ciéndose 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 (43).

Por estas razones, se recomienda hacer las aplicaciones foliares de sustancias fertilizantes al amanecer o al atardecer, para evitar las horas del día en que la insolación es más intensa y la evaporación más rápida (5, 13).

b) Luz.- Promueve la absorción directamente por estimular la apertura del estoma e indirectamente por permitir la fotosíntesis, lo cual establece un gradiente de presión osmótica continuo entre las hojas y raíces permitiendo el transporte de los compuestos aplicados al follaje (11).

Hay mayor absorción en la luz que en la oscuridad (37).

c) Humedad relativa.- Condiciones de alta humedad relativa retardan el secamiento de la película asperjada, favorecen la apertura del estoma, aumentan la permeabilidad en la cutícula, aumentan la absorción y el transporte de los nutrientes -- aplicados debido al parecer a la reducción de la transpiración redundando en la inversión del proceso, aumentando por consiguiente el transporte por el floema (11).

d) Precipitación pluvial.- Lluvias después de la aplicación pueden lavar parcial o totalmente la solución asperjada y reducir la cantidad de soluto potencialmente absorbible.

e) 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 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 (48)

f) Hora del día.- Hay mayor absorción al amanecer que al atardecer (37).

Fisicoquímicos.

a) pH de la solución.- Se ha encontrado que la máxima absorción ocurre a un pH que se encuentra entre 2 y 3, dependiendo de los cationes.

b) Concentración de la solución.- Hay una absorción total mayor al aumentar la concentración de las soluciones aplicadas al follaje, pero reduciéndose la cantidad absorbida con respecto a la aplicada (37).

c) 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 que compuestos inorgánicos son absorbidos más fácilmente y en mayor cantidad que compuestos orgánicos (48).

d) Solubilidad del compuesto en agua.- Casi la totalidad de las aplicaciones de compuestos químicos que se dirigen al -

follaje, se realizan como soluciones acuosas, habiéndose encontrado que la solución aumenta conforme se incrementa el grado de solubilidad de los compuestos aplicados (11).

e) Uso de surfactantes.- Estos productos han sido aplicados ampliamente como aditivos en las aplicaciones de soluciones al follaje de las plantas (fertilizantes foliares, fitoreguladores y hormonas, herbicidas, fungicidas, etc.), el surfactante generalmente aumenta la cantidad absorbida a causa de los siguientes factores; (15). Reduce la tensión superficial del líquido, aumentando así su cobertura; facilita la remoción del aire que se encuentra entre la solución y la cutícula de la hoja; actúa como cosolvente o agente solubilizante y al parecer induce la penetración a través del estoma.

f) Uso de sustancias energéticas.- Se ha probado que las sustancias 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, también se han reportado aumentos en plantas que se desarrollan en condiciones de luminosidad pero éstos, no son tan marcados como los primeros (20).

Fisiomorfológicos.

a) Estado de desarrollo de la planta.- Se han encontrado los máximos beneficios derivados de aplicaciones durante la formación de botones florales y antesis (37).

b) *Cutícula.*- Todas las superficies externas e internas de las plantas aéreas se encuentran cubiertas por una capa grasa lipoidal conocida como cutícula. También 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, por lo que obviamente la cutícula es la primer barrera que debe ser superada por las aspersiones de compuestos químicos al follaje de la planta para entrar en contacto con el protoplasma vivo (16).

La cutícula varía sensiblemente de espesor en las distintas plantas. Las condiciones ambientales y otros factores desconocidos influyen sobre su desarrollo. Sobre la superficie de la cutícula que puede ser lisa, presentar pliegues o grietas, pueden observarse acúmulos de cera en forma de gránulos, varillas a menudo acabadas en forma de ganchos, ostras, capas homogéneas como láminas de vidrio o masas viscosas semilíquidas (16), que según Schieferstein (34) no juegan un papel importante en la economía del agua y supervivencia de la planta, pero que sin embargo, reducen la retención de soluciones acuosas en las hojas y afectan la acción de herbicidas y otras aspersiones.

En su lado interior, adyacente a la pared celular, la cutícula está cubierta por una delgada capa de pectina proporcionando una vía de entrada desde afuera de la hoja a las paredes

del perénquima. Grietas y otras imperfecciones de la cutícula imbricada de pequeñas luminillas cerosas soldadas por sustancias pécticas permiten una rápida penetración de las sustancias aplicadas al follaje, dentro y a través de la cutícula lo que constituye el pasaje intercuticular (47).

c) Número y tamaño de los estomas.- El número y tamaño de los estomas varía notablemente en las diferentes especies. -- Eddings y Brown (15) 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 un cm^2 de hoja, variaron grandemente entre las especies mencionadas; en este trabajo se concluye que bajo las condiciones del experimento, se encontró que el estoma tuvo un papel más importante en la absorción del ión férrico por hojas que se sumergieron en soluciones acuosas que contenían este ión surfactante, encontrándose además correlación entre el área total ocupada por los estomas y el grado de absorción.

d) Morfología de la hoja.- Currier y Dyling (11), citan - que la morfología de la hoja es importante en relación a la retención y disposición del material asperjado, que hojas de posición horizontal retienen más producto que hojas verticales y superficies valiosas y ásperas más que superficies lisas. En hojas con pubescencias y protuberancias el aire se puede interponer entre la cutícula de la hoja y la gota de producto asper

jado, reduciéndose de esta forma la absorción del mismo. Hojas enroscadas a causa de un déficit hídrico tienen menor poder de absorción.

e) Edad de la hoja.- Las hojas jóvenes tienen un mayor poder de absorción que las hojas viejas, probablemente debido a que éstas, tienen cutícula más gruesa y menor hidratación (11).

f) Estado nutritivo.- Tukey, Wittwer y Bukovac (37), exponen que altos niveles nutricionales en las raíces rebajan la absorción foliar.

g) Lugar de la aplicación.- Tukey, Wittwer y Bukovac (37), determinaron que la absorción foliar del fósforo es mayor a través del haz que del envés de la hoja.

h) Humedad de la superficie de la hoja.- La presencia de humedad en la superficie de la hoja facilita grandemente la absorción foliar (37).

FERTILIZACION FOLIAR FOSFORADA

La fertilización foliar con fertilizantes fosfóricos ofrece una gran promesa, primero por su absorción a través de las hojas y segundo, porque el fósforo aplicado al suelo es fácilmente revertido o fijado a formas inasimilables (35).

Por estudios realizados en el Estado de Michigan, sobre la absorción, aprovechamiento y utilización del fósforo, aplicado en bandas a tres tipos de suelos (arena, arcilla y orgánica)

co) y en asperciones al follaje del frijol y tomate, bajo condiciones de invernadero, se concluyó que la eficiencia del fertilizante fosfórico, considerando el fósforo recobrado en los frutos, es 20 veces mayor cuando era aplicado al follaje que cuando era aplicado al suelo. Se descubrió además, que el tipo de suelo es un factor determinante ya que la absorción foliar fue 25 veces más eficiente en las arenas pero sólo 6 ó 7 veces en las arcillas y en suelos orgánicos (41).

Según Silverstein y Wittmer (35), la absorción del fósforo por las hojas no es afectada considerablemente por la cantidad de fósforo absorbida por las raíces, a excepción de aquellos casos en los cuales la absorción de fósforo realizada por las raíces es muy alta.

En los suelos calcáreos que se caracterizan por poseer -- una intensa capacidad fijadora de fósforo y una baja disponibilidad de este elemento para las plantas, el fósforo aplicado al follaje ha llegado a ser 20 veces más eficiente que la fertilización del suelo (44).

González (18) aplicando fosfato diamónico con una concentración del 3% en maíz híbrido, obtuvo un incremento del 37% en la producción de grano en comparación con el testigo.

Wittwer (45), informa que del 10-15% del fósforo total necesario para el crecimiento del maíz, frijol y papa, puede ser aplicado por aspersiones semanales con 0.2% de soluciones de ácido ortofosfórico durante la floración y la fructificación.

Esto no siempre incrementa la producción.

Fuentes (17), trabajando en maíz variedad NLVS-1, encontró que el fosfato diamónico puede aumentar el peso seco del forraje integral en 17%, el de las hojas en 7%, el del tallo en 5% y el de la inflorescencia en 28%; no afectó la relación hoja-tallo, hoja-inflorescencia, número de elotes por planta.

Reyes (32), encontró que es factible la substitución de la fertilización fosfatada al suelo por aplicaciones foliares de P_2O_5 en maíz. Económica y técnicamente, es mejor la substitución parcial, siendo el mejor tratamiento aplicar la mitad de la dosis recomendada al suelo (60-24-24) y dos aplicaciones foliares de P_2O_5 . El rendimiento se incrementó casi 53%, sobre el testigo y 31% sobre cuando se usó la dosis recomendada al suelo.

C O S T O S

Costo de producción.

Los costos de producción generalmente se refieren a los gastos realizados por unidad de producto, es decir, que la referencia se hace al costo medio de producir una cantidad dada de un producto (6), hay varios tipos de costos dentro del proceso de producción que determinan si la producción de un bien es o no costeable. Estos tipos de costos son los siguientes:

Costos fijos.- Los costos que se deben efectuar aunque no

se produzca nada, reciben este nombre, se debe poner énfasis - en que los costos no son fijos, hasta que se incurre en ellos.

Costos variables.- Son los que se refieren a añadir insumos variables, se incurrirá en estos costos únicamente si la producción se lleva a cabo y la cantidad de ellos dependerá de las clases y cantidades de insumos utilizados (6, 25).

Costos directos.- Es aquel que puede identificarse directamente con un proceso, trabajo o cualquier otra sección del negocio (4).

Costos indirectos.- Es el que no puede atribuirse directamente a un proceso determinado de trabajo.

Ingreso total.- Los costos fijos más los costos variables son iguales al costo total, los costos totales son muy necesarios al computar el ingreso neto, puesto que el ingreso neto es igual al ingreso total menos el costo total, en el largo plazo, si el ingreso total no es mayor que el costo total, los productores no deberán producir (6).

MATERIAL Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental del I.T.E.S.M., localizado en Apodaca, N.L., durante el ciclo de Verano-Otoño de 1976.

El presente estudio tuvo la finalidad de ver cómo responde el maíz a diferentes dosis de fósforo aplicado al follaje, y determinar la factibilidad económica en la práctica de esta técnica mediante utilidad marginal y redituabilidad.

Se usó la cruz (V-524 x NLVS-1²)F₂, con una densidad de 67,000 plantas/hectárea y dos, cuatro y seis aplicaciones de fósforo al follaje sin aplicar fósforo al suelo, además, dos aplicaciones de fósforo al follaje, aplicando fósforo al suelo, y una aplicación de solamente fósforo al suelo, siendo el testigo sin fertilización.

La fuente del fósforo aplicado al suelo fue el superfosfato triple (46% P₂O₅) y la aplicación se hizo manual, a chorri- llo y abajo del surco y a los 36 días de la siembra. Las cantidades que se aplicaron fueron de 111 y 55.5 kilogramos de su- perfosfato triple/hectárea, correspondiendo a 50 y 25 kilogra- mos de P₂O₅/hectárea respectivamente.

Para las aplicaciones foliares fosfóricas se utilizó Cot- tofos, producto comercial que contiene 600 gramos de P₂O₅ por kilogramo. Se usó una dosis de 2 kilogramos por hectárea, di

sueltos en 400 litros de agua, con una concentración de 0.5%. Las aplicaciones fueron manuales, con bombas aspersoras de mochila, con una capacidad de 12 litros. La primera y segunda aplicación foliar se hicieron a los 45 y 55 días después de la siembra respectivamente, y la tercera, cuarta, quinta y sexta aplicación, se realizaron con un intervalo de 7 días. Las aplicaciones se hicieron al atardecer.

Los 111 y 55.5 kilogramos de superfosfato triple/hectárea aplicado al suelo, corresponden a 0.102 y 0.051 kilogramos de superfosfato triple/parcela útil respectivamente. Y los 2 kilogramos de Cottofos/hectárea aplicado al follaje corresponden a 0.00184 kilogramos por parcela útil.

Las condiciones y cantidad de nutrientes en los que se encontraba el suelo en el momento de la siembra se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultado del análisis químico (F. Morgan) expresado en Kg./ha.

Profundidad	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Sales Ecx10 ³	pH
20 cms.	15	7	10	300	2000	0.28	8.1

Se diseñó un experimento con distribución en bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo la parcela experimental de cuatro surcos y 5 metros de largo, espaciados 92 cms. y la parcela útil los dos surcos centrales

(con un área de 9.2 mts.²), la repetición I y II se separaron mediante un hilo, entre la repetición II y III se dejó una calle de 4.40 mts. y la repetición III quedó separada mediante un hilo de la repetición IV.

Croquis de campo en que se muestra la distribución de los 6 tratamientos que se estudiaron en este experimento llevado a cabo en el Campo Agrícola Experimental del I.T.E.S.M., localizado en Apodaca, N.L.

Los tratamientos que se utilizaron en este estudio son -- los siguientes:

<u>Número</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Días a los que se aplicó después de la siembra.</u>
1	Testigo	Sin fertilización
2	111 Kg./ha de superfosfato triple (SFT) al suelo.	36
3	55.5 Kg./ha. de SFT más 2 aplic. foliares.	36, 55, 61
4	2 aplic. foliares	55, 61
5	4 aplic. foliares	45, 55, 61, 68
6	6 aplic. foliares	45, 55, 61, 68, 75, 82.
1, 2, 3, 4, 5, 6.	Tratamientos.	
I, II, III, IV.	Repeticiones.	
(1), (2), (3), ... (24)	parcelas.	

hilo ↓ 5 mts.	4	3	2	1	5	6	IV
	(24)	(23)	(22)	(21)	(20)	(19)	
hilo ↓ 5 mts.	6	4	3	2	5	1	III
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
hilo ↓ 5 mts.	5	3	1	4	6	2	II
	(12)	(11)	(10)	(9)	(8)	(7)	
hilo ↓ 5 mts.	4	3	6	1	2	5	I
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	

La siembra se hizo el 9 de Agosto de 1976, se sembró en seco un grano por mata separadas a 16.5 cm., la siembra se realizó mano a una profundidad de 5 cm. y la densidad de siembra fue de 67,000 plantas/hectárea. Se dió el riego de siembra y tres de auxilio, una aplicación de DDT al 10%, para combatir el ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), dos limpias, -- dos cultivos y un sobrecultivo.

Se presentó un ligero ataque de gusano barrenador (Zeadia diatraea grandiosella) y del gusano elotero (Heliothis zea), --- para los cuales no se hizo control porque el daño que causaron -- fue pequeño, no se observó ninguna enfermedad durante el ciclo -- del cultivo.

Las condiciones atmosféricas en las que se desarrolló el cultivo se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa y precipitación pluvial registradas en el Campo Agrícola Experimental del I.T.E.S.M., localizado en Apodaca, -- N.L.

	Temperatura °C			Humedad Relativa %	Precipitación Pluvial mm.
	Media	Máxima	Mínima		
Agosto	27.5	33.6	21.3	70	49.5
Septiembre	26.5	31.7	21.3	77	47.5
Octubre	20.0	25.0	15.0	80	66.5
Noviembre	14.1	19.2	9.0	85	117.0
Diciembre	13.4	19.0	7.6	78	28.5

Durante el desarrollo del experimento se tomaron los datos siguientes: número de plantas/parcela útil al empezar la floración y al cosechar, altura de planta y altura de mazorca, esco giéndose al azar cinco plantas de cada parcela, sacándose el promedio, porcentaje de floración masculina y femenina a los 60, 70 y 80 días de la siembra, porcentaje de acame, porcentaje de plan--tas quebradas.

La cosecha se hizo a mano a los 134 días después de la -- siembra y se tomaron los siguientes datos de la parcela útil: pe--so de campo, número total de mazorcas, mazorcas dañadas (por he--ladas, pájaros, etc.), mazorcas mal polinizadas, mazorcas podri--das y mazorcas con hustllago.

Las continuas lluvias que se presentaron por varios días en la época de cosecha, ocasionaron que la cosecha se llevara a cabo aún cuando la mazorca estaba todavía en estado masoso, aunque el grano ya había terminado su formación completa, por lo -- cual, fue necesario tomar una muestra al azar de 5 mazorcas por cada parcela útil, se obtuvo su peso de campo y se metieron a la estufa a una temperatura de 70°C hasta obtener el peso seco (8% de humedad), en base al cual, se obtuvo el rendimiento en grano, por ciento de olate y de grano, por ciento de materia seca, por -- ciento de humedad, por ciento relativo al testigo y por ciento de germinación.

Las mazorcas secas se pesaron en una balanza eléctrica, - se desgranaron, y se pesó por separado el grano y el olate de ca da una de las parcelas, en seguida se calculó el por ciento de - grano y de olate, el por ciento de humedad y el por ciento de mate ria seca. Con el por ciento de materia seca y el peso de campo - total de cada parcela, se calculó el rendimiento de mazorca seca por parcela, con este último dato y el por ciento de grano se cal culó el rendimiento en grano seco por parcela útil. Siendo el - área de la parcela útil de 9.2 mts.², se procedió al cálculo del rendimiento en grano seco en toneladas/hectárea.

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

Los resultados de este experimento se muestran en el presente capítulo mediante tablas, análisis de varianza y comparación de medios de los tratamientos por prueba de Duncan.

RENDIMIENTO EN GRANO SECO

En la Tabla 3, se muestran los rendimientos en grano seco, de los 6 tratamientos de fósforo aplicado al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L., con una distribución en bloques al azar y 4 repeticiones, los cuales no mostraron diferencia significativa.

Tabla 3. Rendimiento de grano seco, en toneladas/hectárea en maíz con aplicaciones fosfóricas al suelo y foliar y porcentaje relativo al testigo, en Apodaca, N.L. cruza (V-524 X NLVS-1²) F₂.

Tratamientos	Rendimiento Tons./ha.	% Relativo al Testigo
Fertilización al suelo	2.04	109.68
F.S. + 2 aplicaciones foliares	2.02	108.60
2 aplicaciones foliares	2.01	108.06
4 aplicaciones foliares	1.98	106.45
Testigo	1.86	100.00
6 aplicaciones foliares	1.80	96.77

F.S. = Fertilización al suelo.

Como se puede ver en la Tabla No. 3, la producción de grano es baja en relación a otros experimentos realizados en - - - otros años y ciclos, esto se puede atribuir a las condiciones ecológicas durante el ciclo de verano - otoño de 1976; por ejem plo, en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, se regis traron temperaturas hasta de 6.7, 0.6 y 1.7°C respectivamente.

La obtención del rendimiento en grano seco/parcela útil, y la media de cada tratamiento, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Rendimiento de grano seco, en kilogramos/parcela - - útil, de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en maíz sembrado en Apodaca, N.L., con una distribu- ción en bloques al azar y 4 repeticiones.

Tratamientos	R E P E T I C I O N E S				Suma	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Testigo	1.93	1.43	2.02	1.45	6.83	1.71
F.S.	2.06	1.47	2.41	1.56	7.50	1.88
F.S. + 2 A.F.	2.62	1.55	1.75	1.50	7.42	1.86
2 A.F.	2.40	1.55	1.96	1.49	7.40	1.85
4.A.F.	2.00	1.79	2.18	1.30	7.27	1.82
6 A.F.	1.32	1.39	2.11	1.81	6.63	1.66

F.S. = Fertilización al suelo.

A.F. = Aplicaciones foliares.

En la Tabla 5, se puede observar el análisis de varianza para la producción de grano seco, el cual muestra una diferen-

cia no significativa entre tratamientos, comprobándose por -- prueba de Duncan que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Sería interesante, que mediante otros experimentos, se -- buscará una posible explicación de lo anterior, en algún otro factor limitante.

Tabla 5. Análisis de varianza para rendimiento en grano seco, de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en -- maíz, sembrado en Apodaca, N.L.

Causas	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	F_{05}	F_{01}
Tratamientos	5	0.16	0.032	0.36 N.S.	2.90	4.56
Bloques	3	1.75	0.583	6.63 **	2.90	4.56
Error	15	1.32	0.088			
Total	23	3.23				

N.S. = Diferencia no significativa

** = Diferencia altamente significativa

C.V. = 16.57%

Prueba de Duncan

\bar{x} 1.66 1.71 1.88 1.85 1.86 1.88

Mazorcas dañadas

El porcentaje de mazorcas dañadas por heladas, pájaros, -- etc., y la media en cada tratamiento, se pueden observar en la Tabla 6. En la Tabla 7 se muestra el análisis de varianza para este carácter.

Tabla 6. Mazorcas dañadas, en porciento por parcela útil, de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L. con una distribución en bloques al azar y 4 repeticiones.

Tratamientos	R E P E T I C I O N E S				Suma	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Testigo	53.37	34.20	30.79	34.70	153.06	38.27
F.S.	54.21	61.14	30.40	32.96	178.71	44.68
F.S. + 2 A.F.	38.70	34.20	39.82	36.27	148.99	37.25
2 A.F.	41.60	30.40	37.76	30.33	140.09	35.02
4 A.F.	56.98	41.78	35.24	28.73	162.73	40.68
6 A.F.	37.76	45.00	26.92	25.48	135.16	33.79

F.S. = Fertilización al suelo.

A.F. = Aplicaciones foliares.

Tabla 7. Análisis de varianza para mazorcas dañadas de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L.

C a u s a s	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	F_{05}	F_{01}
Tratamientos	5	314.15	62.83	1.06 N.S.	2.90	4.56
Bloques	3	936.31	312.10	5.26 **	2.90	4.56
Error	15	890.07	59.34			
Total	23	2140.53				

N.S. = Diferencia no significativa.

** = Diferencia altamente significativa.

C.V. = 12.12%

Prueba de Duncan

\bar{x} 33.79 35.02 37.25 38.27 40.68 44.68

Se puede ver en la Tabla 7, que la aplicación foliar fosfórica no tuvo efecto significativo en el porciento de mazorcas dañadas.

Materia seca, olote, floración femenina, acame, plantas quebradas y altura de mazorca.

En la Tabla 8, se presentan los promedios de cada tratamiento en porciento, de materia seca, olote, floración femenina a los 80 días de la siembra, acame, plantas quebradas y altura de mazorca en maíz, con aplicaciones foliares fosfóricas. Los análisis de varianza, en los cuales solamente se presenta el cuadrado medio para cada carácter, se pueden ver en la Tabla 9. Como se puede notar, ninguno de estos caracteres manifestaron efecto significativo a las aplicaciones foliares fosfóricas.

Tabla 8. Promedios de cada tratamiento en por ciento, de materia seca de mazorca al cosechar, olote, floración femenina a los 80 días de la siembra, acame, plantas quebradas y altura de mazorca en maíz, con aplicaciones foliares fosfóricas en Apodaca, N.L.

Tratamientos	Mat. S. %	Olote %	Flor. %	Acame %	Pl. Queb. %	Alt. Maz. %
Testigo	37.8	22.4	79.0	36.1	18.3	127.0
F.S.	39.8	22.2	88.1	35.3	18.4	128.5
F.S. + 2 A.F.	39.1	21.8	86.3	34.4	23.4	130.5
2 A.F.	41.9	20.0	75.5	32.1	26.0	132.3
4 A.F.	42.2	19.8	82.3	32.4	24.2	129.3
6 A.F.	37.3	22.4	86.9	27.2	23.9	123.3

F.S. = Fertilización al suelo.

A.F. = Aplicaciones foliares.

Tabla 9. Análisis de varianza de materia seca de mazorca al cosechar, olote, floración femenina, acame, plantas quebradas, y altura de mazorca de 6 tratamientos de fósforo al suelo y foliar en maíz, sembrado en Apodaca, N.L.

Causas	G.L.	Mat. S.	Olote	Flor.	Acame	P. Queb.	Alt. Maz.
		C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.
Tratamientos	5	16.8	6.1	100.7	41.1	41.6	38.7
Bloques	3	23.6	5.8	113.3	227.8	60.8	157.2
Error	15	12.4	4.2	63.2	20.0	33.7	91.0
C.V.		8.87%	9.57%	9.58%	13.58%	25.94%	7.43%

Todos los cuadrados medios (C.M.) del renglón "Tratamientos", deben llevar "N.S." = Diferencia no significativa.

Prueba de Duncan para materia seca

\bar{x} 37.26 37.80 39.11 39.77 41.93 42.19

Prueba de Duncan para olote

\bar{x} 19.79 20.00 21.84 22.24 22.42 22.44

Prueba de Duncan para floración femenina

\bar{x} 75.47 78.95 82.26 86.29 86.88 88.13

Prueba de Duncan para acame

\bar{x} 27.21 32.07 32.35 34.35 35.30 36.09

Prueba de Duncan para plantas quebradas

\bar{x} 18.32 18.41 23.44 23.88 24.18 26.00

Prueba de Duncan para altura de mazorca

\bar{x} 123.25 127.00 128.50 129.25 130.50 132.25

Altura de planta, mazorcas mal polinizadas, mazorcas podridas, mazorcas con hustilago, humedad de mazorca al cosechar y germinación.

En este experimento, se estudiaron otros caracteres de importancia agronómica, con el fin de encontrar un posible efecto de aplicaciones foliares fosfóricas en maíz, cuyos promedios en cada tratamiento se pueden observar en la Tabla 10. En este caso no se hicieron análisis de varianza, ya que como se puede notar, los promedios de los diferentes tratamientos en cada carácter, son similares, por lo tanto, se asume que en ninguno de estos caracteres, se manifestó efecto significativo de las aplicaciones foliares fosfóricas.

Tabla 10. Promedios en cada tratamiento de altura de planta, - mazorcas mal polinizadas, mazorcas podridas, mazorcas con hustilago, humedad de mazorca al cosechar y germinación en maíz, con aplicaciones foliares fosfóricas en Apodaca, N.L.

Tratamientos	Alt. de Planta cm	M. mal Polin. %	Maz. Podr. %	Maz. con Hustil. %	Hum. de Mazorca %	Germin. %
Testigo	230.0	35.0	1.1	0.6	62.2	98.5
F.S.	240.0	30.0	1.1	1.2	60.2	98.8
F.S. + 2 A.F.	245.5	31.9	1.7	1.3	60.9	95.8
2 A.F.	238.3	40.9	1.5	1.5	58.1	98.8
4 A.F.	241.8	36.6	0.0	0.7	57.8	98.8
6 A.F.	235.3	38.3	1.5	1.1	62.7	87.3

F.S. = Fertilización al suelo.

A.F. = Aplicaciones foliares.

En este experimento, no se hizo ningún análisis económico, pues al no encontrarse diferencia significativa entre los tratamientos, ni para la producción de grano, ni para otros caracteres agronómicos, se asume que es incostable la aplicación foliar fosfórica en este estudio.

C O N C L U S I O N E S

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento, se hicieron las siguientes conclusiones:

1. Bajo las condiciones de verano - otoño, y con la variedad de maíz (V - 524 X NLVS - 1²)F₂ en que se hizo el experimento, no hubo respuesta significativa de la aplicación foliar fosfórica, ni para la producción de grano, ni para otros caracteres de importancia agronómica.

La posible explicación de lo anterior, debe buscarse en algún otro factor limitarse.

2. La baja producción de grano, con relación a otros experimentos, en otros años y ciclos, se le atribuye a las condiciones ecológicas durante el ciclo de verano - otoño de 1976; por ejemplo, en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, se registraron temperaturas hasta de 6.7, 0.6 y 1.7°C respectivamente.
3. Al no haber respuesta significativa en los tratamientos, ni para la producción de grano, ni para los caracteres de importancia agronómica estudiados, se asume que es incosteable la aplicación foliar fosfórica en este experimento.

R E S U M E N

Este trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental - - Agrícola del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, localizado en Apodaca, N.L., durante el ciclo de Verano - Otoño de 1976.

El presente estudio, tuvo la finalidad de ver como responde el maíz a diferentes dosis de fósforo aplicado al follaje, y determinar la factibilidad económica en la práctica de esta técnica mediante utilidad marginal y redituabilidad.

Se usó la cruz (V - 524 X NLVS - 1²)F₂, con una densidad de 67,000 planta/hectárea y dos, cuatro y seis aplicaciones de fósforo al follaje sin aplicar fósforo al suelo, además, dos - aplicaciones de fósforo al follaje, aplicando fósforo al suelo, y una aplicación de solamente fósforo al suelo, siendo el testigo sin fertilización.

La fuente del fósforo aplicado al suelo fue el superfosfato triple (46% P₂O₅) y la aplicación se hizo manual a chorillo y abajo del surco y a los 36 días de la siembra. Las cantidades que se aplicaron fueron de 111 y 55.5 kilogramos de superfosfato triple/hectárea, correspondiendo a 50 y 25 kilogramos de P₂O₅/hectárea respectivamente.

Para las aplicaciones foliares fosforicas se utilizó - - Cottofos, producto comercial que contiene 600 gramos de P₂O₅ -

por kilogramo. Se usó una dosis de 2 kilogramos/hectárea, disueltos en 400 litros de agua, con una concentración de 0.5%.

Las aplicaciones fueron manuales, con bombas aspersoras de mochila, con una capacidad de 12 litros. La primera y segunda aplicación foliar se hicieron a los 45 y 55 días después de la siembra respectivamente, y la tercera, cuarta, quinta y sexta aplicación, se realizaron con un intervalo de 7 días. Las aplicaciones se hicieron al atardecer.

Se diseñó un experimento con distribución en bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo la parcela experimental de cuatro surcos y 5 metros de largo, espaciados 92 cm, y la parcela útil los dos surcos centrales.

La siembra se hizo el 9 de Agosto de 1976. Se sembró en seco un grano por mata separadas a 16.5 cm, la siembra se realizó a mano a una profundidad de 5 cm se dió el riego de siembra y tres de auxilio, una aplicación de DDT al 10% para combatir ataque de insectos, dos limpias, dos cultivos y un sobrecultivo.

Durante el desarrollo y cosecha del experimento se tomaron los datos siguientes: número de plantas, altura de plantas, porcentaje de floración masculina y femenina, altura de mazorca, rendimiento de grano, porcentaje de olote y de grano, acame, porcentaje de materia seca, porcentaje de humedad, porcentaje relativo al testigo, plantas quebradas, mazorcas dañadas por heladas, germinación, daños de plagas y enfermedades.

La cosecha se hizo a mano a los 134 días de la siembra.

No se hizo ningún análisis económico, pues al no encontrarse diferencia significativa entre los tratamientos, se asume que es incosteable la aplicación foliar fosfórica en este estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento, se hicieron las siguientes conclusiones:

1. Bajo las condiciones de Verano - Otoño, y con la variedad (V - 524 X NLVS - 1²)F₂ en que se hizo el experimento, no hubo respuesta significativa de la aplicación foliar fosfórica, ni para la producción de grano, ni para otros caracteres de importancia agronómica.
2. La posible explicación de lo anterior, debe buscarse en algún otro factor limitante.
2. La baja producción de grano, con relación a otros experimentos, en otros años y ciclos se le atribuye a las condiciones ecológicas durante el ciclo de Verano - Otoño de 1976; por ejemplo, en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, se registraron temperaturas hasta de 6.7, 0.6 y 1.7°C respectivamente.
- 3.- Al no haber respuesta significativa en los tratamientos, ni para la producción de grano, ni para los caracteres de importancia agronómica estudiados, se asume que es incosteable la aplicación foliar fosfórica en este estudio.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Aldrich, R.S. y E.R. Leng. 1974. *Producción Moderna del Malz*. 1a. Ed. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. pp. 112-120, 158.
- 2.- Anderson, E. 1945. *What is zea mayz. A report of Progress -- Chron. Bot.* 9:88-92.
- 3.- Anónimo. 1973. *Fertilizantes: El fósforo y los 50 Días Críticos*. Agricultura de las Américas. p. 20.
- 4.- Backer, M. y L. Jacobsen. 1975. *Contabilidad de Costos*. 1a. Editorial Libros McGraw-Hill de México, S.A. de C.V., pp. 10, 12, 89.
- 5.- Biddulph, O. 1952. *Diurnal Migration of Injected Radio-phosphorus from bean leaves*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58:348-355.
- 6.- Bishop, C.E. y W.D. Toussaint. 1974. *Introducción al Análisis de Economía Agrícola*. 3a. Ed. Editorial Limusa. pp. 45, 79-81.
- 7.- Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1966. *Naturaleza y Propiedad de los Suelos*. 1a. Ed. Editorial Montaner y Simon, S.A., Barcelona, España, pp. 451, 500-503.
- 8.- Centro Internacional de Mejoramiento de Malz y Trigo. 1976. *Revisión de Programas CIMMYT 1976*. 10o. Aniversario - 1966-1976. México. pp. 1-8.
- 9.- Centro Internacional de Mejoramiento de Malz y Trigo. 1972. *Informe 1970-1971. Sobre mejoramiento de malz y trigo*. El Batán, México. pp. 74-76.

- 10.- Cooke, G.W. 1964. *Fertilizantes y sus Usos*. 1a. Ed. Cía. -- Editorial Continental, S.A. México. pp. 32, 34, 35 y 80.
- 11.- Currier, H.B. y C.D. Dybing. 1959. *Foliar Penetration of Herbicides*. *Review Presente Status Weeds*. 7: pp. 195-213.
- 12.- Davis, J.F. y R.E. Lucas. 1954. *Is Leaf Feeding Practical? Crops and Soils*. Vol. 6 No. 5. pp. 16-18.
- 13.- De la Vega, J.J. 1969. *Manera eficaz de realizar un buen abonamiento foliar*. *El Campo* No. 923. pp. 34-36.
- 14.- Dybing, C.A. y H.B. Currier. 1961. *Foliar Penetration by Chemicals*. *Plant Physical*. 36:169-174.
- 15.- Eddings, J.L. y A.L. Brown. 1967. *Absorption and Translocation of Foliar Applied Iron*. *Plant Physical*. 42:269-275.
- 16.- Esau, Katherine. 1959. *Anatomía Vegetal*. Ediciones Omega, Barcelona. p. 159.
- 17.- Fuentes, F.R. 1967. *Efecto de la Aplicación de $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, ZnSO_4 y MgSO_4 al follaje del maíz sobre los rendimientos forrajeros*. Tesis sin publicar. -- I.T.E.S.M.
- 18.- González, E.A. 1968. *Efecto de la Aplicación de Soluciones de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, FeSO_4 y MgSO_4 al Follaje del Maíz sobre su producción de grano*. Tesis sin publicar. --- I.T.E.S.M.

- 19.- Grüneberg, F.H. 1959. *Nutrición y Fertilización del Maíz*. Boletín Verde No. 94.04.22 Verla Gzgesellschaft. Für Ackerlau MBH. Hannover, Alemania.
- 20.- Gustafson, F.G. 1956. *Absorption of CO₂ by leaves of Young Plants and its Translocation Through the Plant*. Amer. J. Bot. 43:157-160.
- 21.- Harold, K. y O. Biddulph. 1956. *Factors Affecting Absorption and Translocation of Foliar Applied Phosphorus*. Proc. Amer. Jour. Bot. 43:143-148.
- 22.- Jacob, A. y H.V. Vexkull. 1966. *Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Subtropicales*. 2a. Ed. H. Veenam and Zorem N.V. Wageningen, Holanda, pp. 45, 57, 82.
- 23.- Jacob, A. y H.V. Vexkull. 1973. *Fertilización*. 4a. Edición. Ediciones Euroamericanas. México. pp. 49-51, 70-72, 132.
- 24.- Koontz, H. y O. Biddulph. 1957. *Factors Affecting Absorption and Translocation of Foliar Applied Phosphorus*. Plant Physiol. 32:463-470.
- 25.- Leftwich, H.R. 1972. *Sistema de Precios y Asignación de Recursos*, 4a. Ed. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. pp. 126-130.
- 26.- McGeorge, W.T. 1942. *Studies of Plant Food Availability in Alkaline-Calcareous Soils, Seeding Test and Soil Analysis*. Ariz. Agr. Exp. Sta. Bol. Tec. 82.
- 27.- Nelson, L.B. 1969. *Changin Patterns in Fertilizer. Used* Published by the Soil Science Society of America Inc. - Madison Wisconsin U.S.A. p. 45.

- 28.- Norton, A.R. 1962. Foliar Application of Mineral Nutrients to Fruit Trees. Extension Pologist. University of California, Davis.
- 29.- Prywer, L.C. 1964. Nuevas Ideas Acerca del Origen del Maíz. Serie de Investigaciones No. 3. Col. Postgraduados, - Chapingo, México.
- 30.- Reyes, C.P. 1971. Genotecnia del Maíz para Tierra Caliente. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México. Public. Mimeo. pp. 6, 21-22, 95.
- 31.- _____. 1971. Mejoramiento del Maíz (Zea mays L.) para las tierras bajas del Noreste de México. Agronomía, I.T.E.S.M. No. 137 y 138. Monterrey, México.
- 32.- Reyes, V.J.A. 1976. Factibilidad Económica de la Substitución Fosforada al Suelo por Aplicaciones Foliare en una variedad de Maíz. Tesis sin publicar. I.T.E.S.M.
- 33.- Robles, S.R. 1975. Producción de Granos y Forrajes, 1a. Ed. Editorial Limusa-Willey, S.A. México. pp. 12-14.
- 34.- Schieferstein, R.H. y W.E. Loomis. 1956. Wax Deposits on -- Leaf Surfaces. Plant Physiol. 31:240-247.
- 35.- Silverstein, O. y S.H. Withwer. 1951. Foliar Application of Phosphatic Nutrients to Vegetable Crops. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58:179-198.
- 36.- Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. 1a. Ed. Editorial Montaner y Simon, S.A. España. pp. 83-85, 239-240, 242-245.

- 37.- 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 Chem.* 10:102-113.
- 38.- Van Slyke, L. 1953. *Fertilizers and Crop Production* Orange Judd Publishing Co. Inc. New York. p. 353.
- 39.- Vavilov, N.J. 1951. *The Origen, Variation, Inmunity and Breeding of Cultivated Plant.* Translated from the Russian by K.S. Chester *Chronica Botanica.* Waltham Mass.
- 40.- Vega, L.R.A. 1975. *Adaptabilidad en Diferentes Medios Ambientales, de Cruzamientos entre germoplasma de Maíz (Zea mayz L.) de clima caliente húmedo y clima caliente seco.* I.T.E.S.M. Tesis M.C. no publicada.
- 41.- Wade, C.G.F. Davis. 1953. *Foliar Application of Plant Nutrients to Crops Growing on Organic Soils.* Mich. Agr. Exp. Sta. East Lansing. 35:373-383.
- 42.- Wittwer, S.H. 1967. *Foliar Application of Nutrients.* *Plant Food Review National Plant Food Institute* Vol. 13, No. 2, pp. 11-14.
- 43.- 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.
- 44.- Wittwer, S.H., F.G. Tenbner y W.W. Mc Call. 1966. *Comparative Absorption and Utilization by Beans and Tomatoes of Phosphorus Applied to the Soil and Foliage.* *Proc. Amerc. Soc. Hort. Sci.* 69:302-308.

- 45.- Wittwer, S.H. 1959. Foliar Feeding can Provide Needed Nutrients. *Crops and Soils*. Vol. 11, No. 10. pp. 17-19.
- 46.- Worthen, E.E. Aldrich, S.R. 1967. *Suelos Agrícolas, su Conservación y Fertilización*. 2a. Ed. Editorial Uthea. - México. pp. 98-100.
- 47.- Yamada, Y., S.H. Wittwer y H.G. Bukovac. 1964. Ionbinding by Surfaces of Isolated Cuticular Membranes. *Plant Physiol.* 39:978-982.
- 48.- Yamada, Y., S.H. Wittwer y M.G. Bukovac, 1965. Penetration of Organic Compounds Through Isolated Cuticular Membranes with Special References to C^{14} Urea. *Plant Physiol.* 40:170-175.