

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

RESPUESTA A FERTILIZACION FOLIAR (P,K) EN EL CULTIVO DE
ALFALFA (MEDICAGO SATIVA, L.)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION SUELOS

P R E S E N T A

MARIO DAVILA SANCHEZ

GUADALAJARA, JALISCO 1983



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Agosto 8, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
MARIO DAVILA S. _____ titulada,
"RESPUESTA A FERTILIZACION FOLIAR (P,K) EN EL CULTIVO DE ALFALFA (Medica
go sativa, L.)."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS

ASESOR

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA.

ASESOR

ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO.

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Ing. M.C. Elías Sandoval Islas
Director de Tesis, por la direc--
ción en la formación del presente
trabajo.

A S E S O R E S

Ing. Florentino Sánchez Samaniego
Por todo el apoyo Técnico

Ing. Andrés Rodríguez García
Por su valiosa colaboración en la
realización de este trabajo.

A mi Universidad, Escuela de Agricultura
Con Respeto y Gratitud

A la Cía. COSMOCEL, S. A.
Por todo el apoyo Técnico y Financiero
para éste trabajo.

DEDICATORIAS —

A Mis Padres:

Manuel y Teresa, quienes con esfuerzo y cariño hicieron posible mi formación profesional.

A ellos, con todo amor y respeto dedico éste trabajo, como testimonio de que cumplieron como Padres. Ofreciéndoles así mismo, cumplir como Hijo.

A Mi Esposa e Hijos:

Antonia Leticia

Ma. Lorena

Mario

Manuel

José Antonio

Marcela y Maria Teresa

Quienes me motivaron para la realización de éste Trabajo.

DEDICATORIAS

A Mis Hermanos:

Ana María

Ma. del Carmen

Manuel

A ellos con cariño y respeto.

Con respeto a mis Maestros:

Que contribuyeron en mi formación

Profesional.

A todas las personas que:

desinteresadamente contribuyeron

en una forma o en otra para la -

realización de éste trabajo.

I N D I C E

	PAG.
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivos	3
II.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1.- Generalidades	3
2.2.- Importancia Económica de la Fertiliza- ción Foliar y Fertilización al Suelo ..	4
2.3.- Ventajas y Desventajas de la Fertiliza- ción Foliar	6
2.4.- Comparación entre la Fertilización Fo- liar y la Fertilización al Suelo	8
2.5.- Absorción y Transporte de Nutrientes y Factores que intervienen en la Fisiolo- gía de la Planta	10
2.6.- Comportamiento de ciertos Nutrientes ..	13
2.7.- Fertilización Foliar y al Suelo de Ma- cronutrientes	13
2.7.1.- Fósforo	13
2.7.2.- Potasio	16
III.- MATERIALES Y METODOS	20
3.1.- Situación del Area de Estudio	20
3.2.- Características Climáticas	20
3.3.- Características de los Suelos	22
3.4.- Diseño Experimental y Tratamientos	25
3.5.- Cosecha y Observaciones de Campo	27

	PAG.
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1.- Análisis de Varianza	31
4.2.- Discusión de Resultados	33
4.3.- Conclusiones y Recomendaciones	34
V.- RESUMEN	36
VI.- BIBLIOGRAFIA	39

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAG.
1	Propiedades Físicas y Químicas del Suelo en donde se estableció el Lote Experimental de Fertilización Foliar del Fósforo en el cultivo de la Alfalfa.	23
2	Reporte de Análisis Foliar en el cultivo de la Alfalfa antes de hacer la aplicación de Fósforo y Potasio.	24
3	Concetración de datos de los Resultados arrojados por los Tratamientos y Repeticiones según el diseño de Bloques al Azar utilizado.	30
4	Análisis de Varianza del Diseño Bloques al Azar con 6 Tratamientos y 6 Repeticiones.	31
5	Prueba de Comparación de Medias de los Tratamientos en estudio	32

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

La alfalfa, llamada algunas veces "La Reina de las Plantas Forrajeras" es una de las plantas más importantes, para la alimentación de la ganadería de las cuencas lecheras del País, por el gran contenido de proteínas y minerales que contiene esta leguminosa. Por lo que su cultivo se ha hecho popular entre los productores y ganaderos de las zonas de riego de dichas cuencas.

Actualmente se cultivan 185 000 hectáreas con esta leguminosa, con una producción total anual de forraje verde de 12 millones de toneladas, lo que significa el sostenimiento de 830 000 vacas por año aproximadamente a nivel nacional.

En el estado de Jalisco la superficie sembrada es de 4 200 hectáreas con una producción anual por hectárea de 78 095 Kg. y con una producción de 328 000 toneladas anuales aproximadamente.

Para que la alfalfa produzca su máximo rendimiento y calidad de forraje, se necesita suelos ricos en materia orgánica, fósforo, potasio y calcio, y cuando un suelo carece de estos elementos, es conveniente incorporárselos a

través de estercoladuras, fertilización y encalados.

Los suelos de la República Mexicana por lo general su contenido de fósforo es variable, pero son ricos en potasio, y por lo tanto es conveniente siempre que se vaya a establecer un cultivo de alfalfa, realizar los análisis de suelo, y una vez establecido es importante realizar el análisis de tejido para tener una mejor idea del estado nutricional de la alfalfa.

Los elementos mayormente nutritivos para el cultivo de la alfalfa en orden de importancia son: el Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Todos ellos contribuyen a los altos rendimientos y calidad de forraje. El Nitrógeno generalmente se aplica en la siembra para estimular el desarrollo de las nuevas plantas, ya que después que éstas han desarrollado nodulaciones en su sistema radicular, lo tomarán del aire para transformarlo en compuestos directamente asimilables. El Fósforo es necesario suministrarlo al suelo o al follaje periódicamente, en cambio el Potasio supuestamente se localiza disponible en abundancia en la mayoría de los suelos de México, pero es necesario hacer adiciones de este elemento ya sea al suelo o al follaje, dado que las aplicaciones al follaje no son muy comunes tratándose de macronutrientes.

O B J E T I V O S

- 1.- Cuantificar la respuesta de alfalfa a la aplicación foliar de Fósforo y Potasio en forma comercial.
- 2.- Determinar la dosificación óptima de Fósforo y Potasio en su presentación comercial.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1.- GENERALIDADES

Uno de los avances científicos de mayor importancia de toda la humanidad fué el descubrimiento de que -- las plantas se nutrían por medio de minerales, ya -- que ésto hizo que los rendimientos se duplicaran varias veces. Papadakis, J. (1974). El descubrimiento de los fundamentos científicos de la nutrición mineral por las hojas, se sitúa a mediados del siglo pasado cuando el francés E. Gris realizó estudios de Fisiología que pusieron de manifiesto la evidencia de absorción por los tejidos de la hoja. De la Vega, J.I. (1969).

En Estados Unidos y otros países desde 1933 se ha -

usado con frecuencia la fertilización foliar y sobre todo en frutales para corregir deficiencia de elementos mayores como N.P.K. aplicados foliarmente. Jones, J.R. T.H. Roberts (1949).

Se considera como fertilizante foliar aquel que se aplica a las plantas generalmente en forma líquida y es absorbido por órganos distintos a las raíces, especialmente las hojas. Aldrich y Leng (1974).

La aplicación foliar de nutrientes no es hoy en día un sustituto de la fertilización al suelo excepto para elementos trazas usados en pequeñas cantidades por la planta. Y la mayoría de las veces es un suplemento de la fertilización al suelo. 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 mediante este método que aplicado al suelo. Morton Air (1962).

2.2 IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA FERTILIZACION FOLIAR Y LA FERTILIZACION AL SUELO.

La importancia de la fertilización foliar aumenta -

cada día, en Hawaii del 75-80% del Nitrógeno y del 50% del Fósforo y 50% del Potasio, además el 100% del hierro que se aplica a las plantaciones de piña se hace al follaje con asperciones. El 100% de Fósforo se aplica de esta manera, en caña de azúcar para tener una buena producción. Wittwer, S.H. (1964).

En la producción de forraje es muy importante, la pangola por ejemplo, con aplicaciones foliares de 40 a 60 Kg. de urea/Ha. el contenido de materia seca y Nitrógeno en el pasto se incrementó de 1.28 a 1.51% de una a tres semanas respectivamente, después del recrecimiento y uno antes de la próxima cosecha. Crespo y Pérez (1975).

Como índice de referencia para la apreciación de las cantidades de fertilizantes a aplicar, puede considerarse por cada dos toneladas de alfalfa henificada que se coseche, un suministro de 20 a 25 Kg. de K_2O y 10 a 20 Kg. e P_2O_5 a fin de restituir los nutrientes extraídos. La omisión de este tratamiento se reflejará inmediatamente en el descenso del rendimiento y en violento desarrollo de las malezas. Bear y Wallace (1964).

Aplicando 4.5 Lbs. de Fe/Acre en chícharo para reducir la deficiencia de Fe, los rendimientos aumentarán en un 40% y a los pocos días se reanudó el crecimiento normal y sólo fueron necesarios dos aplicaciones foliares. Seehiger (1972).

En caña de azúcar la aplicación foliar de hierro, redujo la deficiencia de este elemento en la planta y la incidencia del patógeno *Cephalosporium Sacchari* y el *Pythium Graminicolum* en la raíz. Srivihirasah (1972).

2.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FERTILIZACION FOLIAR.

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

La ventaja de la fertilización foliar se manifiesta cuando existen suelos con problemas de fijación, retrograduación o lixiviación de elementos, lo cual trae como consecuencia desórdenes por deficiencias en plantas cultivadas. También se manifiesta la ventaja si la planta expone máxima superficie floral. Davis y Lucas (1974).

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

Muchos cultivos en primavera o verano tienen grandes necesidades de fertilizantes y la absorción por las raíces es limitada, por otro lado las hojas son pequeñas y limitadas en número, lo que trae como consecuencia una baja superficie foliar para poder maximizar la absorción de nutrientes aplicados al follaje. Biddulph y Cory (1959).

Una de las desventajas es el porcentaje bajo de aplicación foliar y que el contacto es solo por unas horas y hay que repetir o usar sustancias poco solubles en agua y pegarlas a las hojas a través de un coadyuvante. Además las hojas no pueden solubilizar sustancias poco solubles como las raíces la cual posee características físicas y químicas que las favorecen. Davis y Papadakis (1974).

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

maduras al follaje y pérdidas por evaporación y conseguir así una mayor absorción de los nutrientes. -- Wittwe y Jyung (1965).

Una desventaja en general es que cuando las lluvias son prolongadas, las hojas, sobre todo las viejas, - pueden abandonar sales minerales y sustancias orgánicas. Así en estudios hechos en frijol puesto en -- agua destilada durante 24 horas, se comprobó que salieron 7.5 mg. de glúcidos. Por otra parte se ha comprobado que el rendimiento de los cereales puede bajar un 30% en días lluviosos durante el estado lechoso o maduración del grano. Bastin (1979).

2.4.- COMPARACION ENTRE LA FERTILIZACION FOLIAR Y LA FERTILIZACION AL SUELO.

Las plantas al absorber nutrientes por medio del follaje pueden ser eficientes arriba del 1-0%, ya que las raíces se desarrollan mejor y absorben en más -- del suelo, por otra parte las hojas simplifican el problema de inmovilización de los nutrientes y ésto se ha demostrado con radio isótopos, sin embargo para aumentar la eficiencia Papadakis (1974) recomienda que deben sembrarse variedades enanas para evitar la tendencia de crecer de vicio ya que ésto trae co-

mo consecuencia rendimientos bajos en grano, frutos, raíces y azúcar.

La fertilización foliar es el método más eficiente - cuando se trata de elementos secundarios o menores - en pequeñas dosis, sobre todo para corregir deficiencias ya que la respuesta ocurre en menor tiempo que si se aplicase al suelo. Esta deficiencia varía de acuerdo a la tolerancia de las plantas y a los productos químicos que se apliquen. Rubio y Tisdale - (1974).

Las aplicaciones foliares se han encontrado más e ficientes que las aplicaciones al suelo, basadas en Kg. de aumento y producción por Kg. de Nitrógeno aplicado en forma de urea a cebolla, papa, remolacha, y apio. Mc. Call y Davis (1953).

Wihwer y colaboradores trabajando en suelos calcáreos de intensa capacidad fijadora de Fósforo y baja su disponibilidad para las plantas, encontraron que aplicando este elemento foliarmente fue 20 veces más eficiente que aplicado al suelo. En Michigan unos investigadores demostraron que la eficacia de la fertilización foliar sobre la fertilización -

al suelo depende del tipo de suelo y así por ejemplo en suelos arenosos es 25 veces más eficiente solo 6 ó 2 veces en las arcillas y suelos orgánicos. Wade y Davis (1953).

2.5.- ABSORCIÓN Y TRANSPORTE DE NUTRIENTES Y FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA FISIOLOGÍA DE LA PLANTA.

2.5.1.- Transporte y Absorción de los Nutrientes.-

Las superficies internas y externas de las plantas aéreas se encuentran cubiertas por una capa grasa lipoidal conocida como cutícula. Se ha identificado también sobre las superficies libres del mesófilo de las hojas, sobre las membranas internas de la epidermis en contacto con los espacios internos y recubriendo a las células oclusivas de los estomas. Por lo anterior es evidente que la cutícula es la primera barrera que debe ser superada por las aspersiones de compuestos químicos al follaje, para posteriormente entrar en contacto con el protoplasma. Esau Katherine (1959).

La cutícula puede variar de espesor tomando en cuenta el tipo de planta, y a su vez las

condiciones ambientales y otros factores que influyen sobre su desarrollo. Por otro lado - la superficie de la cutícula, la cual puede ser lisa, con pliegues o presentar grietas, - además se puede observar cúmulos de cera en - gránulos, varillas, en forma de ganchos, costuras o capas homogéneas como la resina de vidrio o masas viscosas semilíquidas. Esau Katherine (1959).

Se ha encontrado que la absorción foliar está en relación directa de los estomas y que esta abertura se favorece con mayor humedad atmosférica, temperatura ambiental adecuada y mayor disponibilidad de agua en el suelo, Anónimo (1973).

Se ha descubierto que la abertura y cierre de los estomas ocurre debido a la morfología celular, que bordean al poro (oclusivas) y al llenarse de agua a saturación se alargan y quedan abiertas y flácidas y se cierran si pierden agua. Macvickar, M.H. y Bridger (1963)

Lo que sucede es que la luz al incidir en las

células estomáticas, de alguna forma causa un crecimiento en el contenido de sotos y se reduce así la presión estomática, reduciéndose así también la presión de difusión del agua - lo que provoca la entrada de ésta y aumenta luego la presión estomática. Currier y Dybing (1959).

La tasa de absorción de los nutrientes aplicados foliarmente a la planta varía de acuerdo a la situación ambiental, concentración en la superficie de la hoja y la deshidratación de las gotas aplicadas, el ángulo de contacto de la solución aplicada y la superficie notada. Las hojas jóvenes absorben mejor que las viejas. Kessler y Mossicki (1958).

Elementos de movilidad elevada como N, P, K, y el rubidio, cuando se aplican a las partes aéreas de las plantas, se desplazan fácilmente hacia arriba y a una velocidad comparable a la que siguen cuando se absorben por las raíces. Anónimo (1966).

El Fósforo se acumula rápidamente en los me-

ristemas apicales tales como las puntas de las raíces, los puntos vegetativos del crecimiento, las flores, los frutos y las semillas e incluso en los nódulos de las raíces de las legumbres en cuestión de unas horas. Anónimo (1966).

2.6.- COMPORTAMIENTO DE CIERTOS NUTRIENTES.

La absorción y movilidad de ciertos nutrientes como el rubidio, sodio y potasio son más rápidamente absorbidos y con mayor movilidad en plantas de frijol, mientras que el Fósforo es de movilidad intermedia. Bukouac y Wittwer (1957):.

Nutrientes tales como Ca, Mg, y Fe tienden a acumularse en las hojas y que otros como el K, N y A se mueven rápidamente después de absorbidos. Wihwer (1969).

2.7.- FERTILIZACION FOLIAR Y AL SUELO DE MACRONUTRIENTES.

3.7.1.- Fósforo.- El Fósforo absorbido por las plantas se encuentra en forma de ion H_2P_4 y que éste predomina en solución del suelo a un pH abajo de 6.8 en suelos calcáreos con pH arriba de 7.2 son abundantes los iones HPO_4 que

son difíciles de asimilar. Villarreal)1960).

Aldrich y Tisale dicen que el Fósforo lo absorben la planta en forma de H_2PO_4 y HPO_4 y algunas formas orgánicas en cantidades menores. También dicen que la planta pondría de manifiesto una deficiencia antes de alcanzar una altura mayor de 61 cm debido a su gran demanda y poca capacidad de las raíces de absorber o por que el suelo esté frío y tenga compuestos insolubles.

Del 10 al 15% del Fósforo total que necesitan para el crecimiento del frijol, tomate, papa y maíz, puede ser aplicado por aspersiones semanales con 0.2% de soluciones de ácido fosfórico durante la floración y fructificación, Wihwer (1969).

González aplicando Fósforo diamónico con una concentración del 3% en maíz híbrido, obtuvo un incremento del 37% en la producción de -- grano arriba del testigo. González (1968).

La alfalfa en comparación con las demás legu

minosas forrajeras, por ejemplo Kudzú y Lespedeza, presenta una mayor demanda de ácido fosfórico. Washko (1951). La marchitez de la alfalfa se atribuye en gran parte al agotamiento del suelo en nutrientes especialmente en ácido fosfórico. Washko (1951).

La apreciación de las cantidades de fósforo a aplicar, puede considerarse por cada dos toneladas de alfalfa henificada que se cosechen, necesita un suministro de 10 a 20 Kg de P_2O_5 a fin de restituir el Fósforo extraído por la planta.

La omisión de este tratamiento se refleja inmediatamente en el descenso del rendimiento y en el violento desarrollo de las malezas. Bear y Wallace.

Un abundante tratamiento con ácido fosfórico y Potasio provoca la avidez de nitrógeno en la alfalfa, lo cual le imparte cierta capacidad para fijar y transformar mayores cantidades de Nitrógeno atmosférico, en proteínas. De esta manera no solamente se incrementa el

rendimiento, sino que se mejora también el valor de la alfalfa como cultivo anterior en la rotación, Bear y Wallace.

En la aplicación de fósforo debe hacerse una distinción entre la aplicación de fondo realizada antes de la siembra, y la aplicación en cobertera, ejecutada durante el desarrollo de la planta, con la primera es aconsejable incorporar una dosis preliminar de ácido fosfórico en el suelo, puesto que su aplicación en cobertera implica una deficiente utilización del mismo a causa de su bajo grado de movilidad en el suelo. Groom y Darley -- (1954).

2.7.2.- Potasio.- Experimentos realizados en el cultivo de la alfalfa en Inglaterra muestran que, en promedio, el beneficio máximo se alcanzó con una dosis de 550 a 630 Kg/Ha. de cloruro de potasio de ley de 60%. En suelos ligeros, los mejores resultados se obtuvieron con una aplicación de 880 Kg/Ha. en dosis divididas.

Por otro lado el empleo de fuertes dosis de potasa disminuye el contenido proteico en 2 y 3%, más sin duda, incrementa el rendimiento unitario de la misma. Shotton y James (1953).

La alfalfa, para su nutrición normal, requiere un mayor contenido de potasio del suelo, que los pastos. Esto se explica por el hecho de que en la alfalfa, como en casi todos los miembros de las leguminosas, las raíces tienen una alta capacidad de intercambio, razón por la cual absorben con preferencia las cationes divalentes. Drake y Coby (1952).

Las aplicaciones en cobertera con potasio deberá ser suministrada, si es posible, después de cada corte. En vista de que la alfalfa no es sensible al cloro, se recomienda, en general, el uso de las sales clorhídricas del potasio. En algunas localidades de Austria, donde ocurren deficiencias de azufre, habrá de darse preferencia al empleo del sulfato de potasio a fin de combatir simultáneamente ambas deficiencias. Groom y Darley (1954).

Experimentos realizados en tabaco indican que con la aplicación foliar de soluciones potásicas, la práctica resulta inefectiva para incrementar los rendimientos y calidad. Mecants y Wolts (1966).

Los cultivos tropicales parecen beneficiarse con aspersiones de soluciones potásicas, ya que muchos suelos tropicales son bajos en K y no responden con aplicaciones al suelo. Así - por ejemplo en caña de azúcar el contenido de K en la materia seca fué el mismo, 5 meses - después de aplicar 19 Kg. de K/Ha. como aspersión foliar, que después de aplicar al suelo 200 Kg. de K/Ha. Thorne (1955).

En 1972 Page trabajando en piña, aplicando -- K_5O_4 al follaje durante el período de rápido crecimiento anterior a la floración, encontró respuesta al crecimiento únicamente cuando -- aplicó en el medio de la planta. Estudios hechos por Roy y Seth demuestran que el crecimiento y rendimiento aumentó significativamente en respuesta a las aplicaciones de nitrógeno de 60 y 120 Kg/Ha. y P_2O_5 de 30 a 60 Kg/Ha.

y K_{20} de 30 y 60 Kg/Ha. foliarmente y que para aplicaciones al suelo éstas fueron menos eficiente en un 50% de la cantidad usada foliarmente.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.- SITUACION DEL AREA DE ESTUDIO.

El presente trabajo fue desarrollado durante los meses de Mayo y Junio de 1983. Perteneciente al Municipio de Amacueca, Jal. localizado a los 20°01' de latitud norte y 103°34' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y con una altura sobre el nivel del mar de 1,350 Mt.

3.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

3.2.1.- Generalidades.

Para el análisis de las condiciones climáticas de la zona de estudio, se tomaron los - datos que reporta el Instituto de Astrono--mía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara y de la carta de climas de la Se--cretaría de la Defensa Nacional, correspon--diente a la población de Amacueca, Jal. con un período de más de 10 años.

3.2.2.- Datos Meteorológicos.

Los datos registrados más importantes, se - presentan a continuación:

Temperatura media anual	18 °C a 20 °C
Precipitación pluvial media anual	578.3
Precipitación pluvial máxima anual	752.7
Precipitación pluvial mínima anual	428.0
Promedio de días despejados anual	133.4
Velocidad en Km/Hr S-16	

3.2.3.- Clasificación del Clima.

Esta se realiza de acuerdo a la clasificación de climas según Koppen modificada por E. García, quedando definida de la siguiente manera:

BSI ñ (h) w (w) (i')g

BSI = El menor seco de los estepario

ñ(h)= Semicálido, temperatura media anual -- entre 18 y 22 °C la del mes más frío - 18 °C.

w(w)= Régimen de lluvia de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en el mes seco, - con un porcentaje de lluvia invernal 5 de la anual.

(i')g=Con poca oscilación, entre 5 y 7 °C -- con el mes más caliente antes de Junio.

3.3.- CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

Los suelos que comprende el área de estudio son de origen lacustre y el grado de desarrollo es semidesarrollado predominando las texturas finas a medias con buena profundidad y con drenaje limitado debido a las condiciones físicas y orográficas que presenta la zona, esto da como consecuencia problemas de reacción del suelo predominando las reacciones alcalinas que oscilan entre un pH de 8.9 medio propicio según su reacción para que prosperen la mayoría de las leguminosas por ser exigentes éstas. A este tipo de elementos como es el calcio y por consecuencia en la mayoría de éstos, la presencia de potasio asimilable se ve limitada ya que estos dos elementos presentan antagonismo como con el otro debido a este problema es de esperarse que las aplicaciones de potasio, directamente a la planta sean bien aceptadas para cualquier cultivo.

La Dirección de Estudios del Territorio Nacional (Detenal) clasifica a los suelos del área de estudio como vctHh-ms13 (vertisol pelico predominante y Feozem haplico como suelos secundarios, textura fina y moderadamente salinos).

CUADRO NUMERO 1

Propiedades físicas y químicas del suelo en donde se estableció el lote experimental de fertilización foliar de fósforo y potasio en el cultivo de la Alfalfa (Laboratorio de Suelos y apoyo técnico de la Cuenca Lerma Chapala Santiago).

DETERMINACION	PROFUNDIDAD 30 CM.
1.- Textura	
1.1.- Arena	56.36
1.2.- Limo	14.36
1.3.- Arcilla	29.28
Clasificación de Textura	Franca Arenosa
Relación (pH)	8.67
Conductividad Eléctrica mmhos/cm a 25 °C	0.40
Materia Orgánica	1.42
Nitrógeno Total	0.10
Potasio	1.47
Calcio	1.13
Magencio	6.71

CUADRO NUMERO 2

Reporte de Análisis Foliar en el cultivo de la Alfalfa antes de hacer la aplicación foliar de Fósforo y Potasio.

ELEMENTO	%	P.P.M.	PUNTO DE REFERENCIA (CONTENIDO)
Nitrógeno	4.50		Alto
Fósforo	0.53		Normal
Potasio	2.41		Bajo
Calcio	1.69		Bajo
Magnecio	0.30		Bajo
Manganeso		55	Bajo
Hierro		113	Normal
Zinc		33	Bajo
Cobre		35	Normal
Boro		75	Normal
Sodio		2.18	Normal

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.

En el presente estudio se usó un diseño experimental de "BLOQUES AL AZAR" con 6 repeticiones y 6 tratamientos.

La parcela experimental fué de 2 mt. de ancho por 10 mt. de largo. Para la parcela útil en los lados laterales se eliminaron 20 cm. en cada lado quedando ésta de 1.60 de ancho por 10 mt. de largo, el área total es de 16 mt²; cabe mencionar que el cultivo fue sembrado al boleó y con una cantidad de semilla de 40 Kg/Ha.

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- 1.- 1 Kg. AGRO*-K + 500 cc. INEX**-A en 500 lts. de agua/Ha.
- 2.- 2 Kg. AGRO -K + 500 cc. INEX -A en 500 lts. de agua/Ha.
- 3.- 3 Kg. AGRO -K + 500 cc. INEX -A en 500 lts. de agua/Ha.
- 4.- 4 Kg. AGRO -K + 500 cc. INEX -A en 500 lts. de agua/Ha.
- 5.- 5 Kg. AGRO -K + 500 cc. INEX -A en 500 lts. de agua/Ha.

* 00-40-53

** 31% Penetrante, Dispersante, Humectante.

69% Solvente

100%

RELACION DE PARCELAS, TRATAMIENTOS Y DOSIS DEL PRODUCTO

No. PARCELAS	No. TRATAMIENTOS	DOSIS DEL PRODUCTO (AGRO-K)
1	2	2 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
2	4	4 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
3	3	3 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
4	1	1 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
5	5	5 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
6	6	TESTIGO
7	2	2 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
8	3	3 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
9	5	5 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
10	4	4 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
11	1	1 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
12	6	TESTIGO
13	2	2 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
14	1	1 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
15	4	4 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
16	3	3 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
17	5	5 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
18	6	TESTIGO
19	6	TESTIGO
20	1	1 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
21	3	3 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
22	4	4 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
23	5	5 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
24	2	2 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
25	6	TESTIGO
26	4	4 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
27	3	3 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.

No. PARCELAS	No. TRATAMIENTOS	DOSIS DEL PRODUCTO (AGRO-K)
28	5	5 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
29	2	2 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
30	1	1 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
31	6	TESTIGO
32	1	1 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
33	4	4 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
34	2	2 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
35	3	3 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.
36	5	5 Kg AGRO-K + 500 cc INEX-A en 500 lt de Agua/Ha.

3.5. COSECHA Y OBSERVACIONES DE CAMPO

Cabe hacer notar que la motivación por la cual fueron elegidos los tratamientos fue iniciativa personal. Basado en análisis de suelo y de tejido para resolver un problema con la fertilización foliar de Fósforo y Potasio al cultivo de la Alfalfa, ya que los requerimientos de estos macronutrientes son muy importantes para este tipo de leguminosas.

El 15 de Mayo de 1983 se circularon las parcelas y -- ese mismo día se hicieron los muestreos de suelos y - follaje.

El día 17 del mismo mes se hizo el primer corte a la alfalfa, puesto que este cultivo tenía 102 días de -- nacida.

El día 19 del mismo mes se hicieron las aplicaciones de los tratamientos en las parcelas, tomando en cuenta los resultados de los niveles del fósforo y potasio del análisis de tejido para elegir los tratamientos correspondientes.

El día 5 de Junio se le dió un riego por aspersión de 8 horas de duración.

El día 7 de Junio se aplicó 1.5 lt de paratión metílico al 50% en 500 lt. de agua/Ha. para prevenir al cultivo de plagas del follaje.

Cosecha.- El experimento fué cosechado el 18 de Junio de 1983 contemplando de la fecha de aplicación de los tratamientos a la cosecha un lapso de 28 días.

El producto de cada parcela útil fue depositado en un canasto y pesándose cabe mencionar que en el momento en que la máquina iba cortando la Alfalfa está inme--

diatamente se iba pesando, por lo tanto los resultados fueron en Alfalfa verde.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. ANALISIS DE VARIANZA

En el presente capítulo se reporta principalmente el comportamiento de los tratamientos en estudio, reflejándose primordialmente en el rendimiento en Ton/Ha. de forraje verde de cada uno de éstos.

Los rendimientos de forraje verde total y promedio obtenidos en Ton/Ha se reportan en el Cuadro No. 3.

El análisis de variación se presenta en el Cuadro No. 4

La prueba de comparación de medios de los tratamientos en estudio se presenta en el Cuadro No. 5.

CUADRO No. 3.- CONCENTRACION DE DATOS DE LOS RESULTADOS ARROJADOS POR LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES SEGUN EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR UTILIZADO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES						SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	VI		
1	16.500	15.437	14.937	13.125	12.500	13.750	86.249	14.374
2	15.937	17.000	14.500	17.187	13.125	14.062	91.811	15.301
3	14.312	15.937	14.500	14.375	14.687	14.375	88.186	14.697
4	14.062	15.500	15.187	17.500	12.500	12.500	87.249	14.541
5	16.250	16.125	14.000	14.375	14.375	15.625	90.750	15.125
6	11.875	11.250	10.812	13.562	10.625	11.250	69.374	11.562
TOTALES	88.936	91.249	83.936	90.124	77.812	81.562	513.619	
PROMEDIO	14.822	15.208	13.989	15.020	12.968	13.592		85.600
MEDIA GENERAL	14.267							

CUADRO No. 4.- ANALISIS DE VARIANZA DEL DISEÑO DE BLOQUES
AL AZAR CON 6 TRATAMIENTOS Y 6 REPETICIONES.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	5	56.368	11.270	8.669**	2.60	3.85
REPETICIONES	5	23.872	4.770	3.669*	2.60	3.85
ERROR EXPERIMENTAL	25	32.520	1.300			
TOTAL	35	112.763				

C. V. = 7.9%

CUADRO No. 5. PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

VALORES DE D.M.S. AL 0.05 = 1.356
 VALORES DE D.M.S. AL 0.01 = 1.834

ORDEN DESCENDIENTE DE LOS TRATAMIENTOS	TRATAMIENTO \bar{X}	RENDIMIENTO TON/HA.
2		15.301 TON/HA.
5		15.125 TON/HA.
3		14.697 TON/HA.
4		14.541 TON/HA.
1		14.374 TON/HA.
6		11.562 TON/HA.

$\bar{X}_2 - \bar{X}_5 = 15.301 - 15.125 = 0.176$	Diferencia no Significativa entre sí.
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 15.301 - 14.697 = 0.604$	
$\bar{X}_2 - \bar{X}_4 = 15.301 - 14.541 = 0.760$	
$\bar{X}_2 - \bar{X}_1 = 15.301 - 14.374 = 0.927$	
$\bar{X}_2 - \bar{X}_6 = 15.301 - 11.562 = 3.739$	**
$\bar{X}_5 - \bar{X}_3 = 15.125 - 14.697 = 0.428$	Diferencia no Significativa entre sí.
$\bar{X}_5 - \bar{X}_4 = 15.125 - 14.541 = 0.584$	
$\bar{X}_5 - \bar{X}_1 = 15.125 - 14.374 = 0.751$	
$\bar{X}_5 - \bar{X}_6 = 15.125 - 11.562 = 3.563$	
$\bar{X}_3 - \bar{X}_4 = 14.697 - 14.541 = 0.156$	Diferencia no Significativa entre sí.
$\bar{X}_3 - \bar{X}_1 = 14.697 - 14.374 = 0.323$	
$\bar{X}_3 - \bar{X}_6 = 14.697 - 11.562 = 3.135$	
$\bar{X}_4 - \bar{X}_1 = 14.541 - 14.374 = 0.167$	N.S.
$\bar{X}_4 - \bar{X}_6 = 14.541 - 11.562 = 2.997$	**

4.2.- DISCUSION DE RESULTADOS

Analizando los resultados se observa que respecto a - repeticiones (Cuadro No. 4), éstos muestran una diferencia ligeramente significativa, lo cual indica que se tuvo éxito con la aplicación de este diseño al bloquear la variabilidad presente en el suelo por diversos factores (fertilidad, pH, textura, etc.)

En cuanto a los resultados que los diferentes tratamientos arrojaron indican según el análisis de varianza (Cuadro No. 4), que existe diferencias estadísticas entre sí, por lo que se procedió a realizar la -- prueba de comparación de medios haciendo uso de la diferencia mínima significativa (D.M.S.) mediante la - cual los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 que corresponden a 1, 2, 3, 4 y 5 Kg/Ha. respectivamente de Agro K + INEX, resultaron estadísticamente iguales pero a su vez cada uno resultó altamente diferente estadísticamente al tratamiento 6, (testigo).

Lo anterior hace suponer que bajo las condiciones en las que se trabajó, según el análisis realizado (alto grado de alcalinidad) en el suelo, la fertilización - foliar con estos elementos (P y K) resulta efectiva, y ésta puede ser de acuerdo a la capacidad económica

que muestre cada agricultor, ya que se tiene respuesta favorable con dosis desde 1 Kg hasta 5 Kg/Ha., si se compara con aquel tratamiento en el que no se realiza ninguna aplicación (testigo).

Respecto a la buena conducción del experimento y la confiabilidad del mismo, resulta muy útil el valor que arrojó el coeficiente de variación, el cual es de 7.9 y denota que la información generada es digna de confianza y que las labores de cultivo y otras operaciones realizadas fueron uniformes.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una de las conclusiones más importantes de este trabajo es que la aplicación de Fósforo y Potasio en forma comercial (AGRO K) aplicado al follaje en Alfalfa y bajo condiciones de suelo con pH alto (alcalinidad) resulta efectiva.

Los resultados obtenidos en este trabajo, posiblemente no se den en condiciones de suelo con pH neutro, sin embargo, dado que no es el único factor limitante en cuanto a la absorción de nutrientes por las raíces de las plan

tas, es posible que bajo circunstancias especiales en estos suelos también se presente respuesta a este tipo de aplicaciones foliares, por lo que se recomienda que se continúe haciendo trabajos de este tipo, tanto en suelos alcalinos como ácidos y neutros.

R E S U M E N

Los elementos mayormente necesarios para cualquier -- cultivo en orden de importancia son Nitrógeno, Fósforo y - Potasio. El Nitrógeno se aplica generalmente en la siembra con el propósito de estimular el desarrollo de las nuevas plantas y tratándose de especies como la alfalfa una vez - desarrolladas forman nodulaciones en su sistema radicular que le permite tomar el Nitrógeno del aire para transfor-- marlo en compuestos directamente asimilables. El Fósforo - es necesario suministrarlo al suelo o follaje periódicamen- te, en cambio el Potasio según reportes se localiza en - - abundancia en la mayoría de los suelos de México, sin - - embargo se hace necesario adicionar este elemento ya sea - al suelo o follaje.

Dado que las aplicaciones al follaje de macronutrien- tes no son muy comunes, este trabajo pretendió lograr los siguientes

O B J E T I V O S

- 1).- Cuantificar la respuesta del cultivo de Alfalfa a la aplicación foliar de Fósforo y Potasio en - forma comercial.

- 2).- Determinar la dosificación óptima de Fósforo y Potasio en su presentación comercial.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se desarrolló en la localidad de Amacueca, Jalisco, durante los meses de Mayo y Junio de 1983, las características principales de los suelos donde se desarrolló este trabajo fueron entre otros: suelos de origen lacustre con un grado de drenaje limitado y con predominio de reacciones alcalinas (pH = 8.9).

Este trabajo se hizo en la variedad de Alfalfa más conocida en la región del estudio.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al Azar con 6 repeticiones y 6 tratamientos incluyendo un testigo, el cual no recibió ninguna aplicación. Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1.- 1 Kg/Ha. de AGRO K + 500 cc INEX A
- 2.- 2 Kg/Ha. de AGRO K + 500 cc INEX A
- 3.- 3 Kg/Ha. de AGRO K + 500 cc INEX A
- 4.- 4 Kg/Ha. de AGRO K + 500 cc INEX A
- 5.- 5 Kg/Ha. de AGRO K + 500 cc INEX A
- 6.- TESTIGO (SIN APLICACION)

RESULTADOS Y DISCUSION

Se efectuó el análisis de varianza respectivo encontrándose diferencia significativa para tratamientos por lo que se efectuó una prueba de medios (DMS) y se encontró - que todos los tratamientos son estadísticamente iguales pero diferentes al testigo por lo que se concluye que si hay respuesta a la fertilización foliar con macronutrientes - (P h K) con dosis superiores a un Kg/Ha.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

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

- 1.- Aldrich, R.S. y E.R. Leng. 1974. Producción Moderna de Maíz. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. pp. 130-158.
- 2.- Bastin, R. 1970. Tratado de Fisiología Vegetal. Ed. -- CECSA. pp. 346-347.
- 3.- Biddulph, S.F. 1956. Visual Indication of S₃₅ and P₃₂ Translocation in the Phloem. Amer. Jour. Bot. 43:143-148.
- 4.- Crespo, G., Pérez. 1975. Effect of Urea Foliar Sprays Applied at Different Stages of regrowth of Pangola - - grass (*Digitaria decumbens* Stend).
- 5.- Davis, J.F., R.E. Lucas. 1974. Is Leaf Feeding Practical. Crops and Soils. 6(5); 16-18.
- 6.- De la Vega, J.I. 1969. Manera Eficaz de Realizar un -- buen Abonamiento Foliar. El Campo. 823:34-36.
- 7.- Jones, J.R., T.H. Roberts. 1949. New Fertilizers and - Fertilizar Practices. Academic Press. N.I. Advances In Agronomy. I: 67-69.
- 8.- Norton, A.R. 1962. Foliar Application of Mineral Nu--- triente to Fruits tress. University of California. -- Extensión Pologist.

- 9.- Papadakis, J. 1974. Los Fertilizantes. Ed. Albatros.
pp. 5, 6, 65, 66, 95-97.
- 10.- Silvertein, O., S.H. Wittwer. 1951. Foliar Applica---
tion of Phosphatic Nutrients to Vegetable Crops. Proc.
Amer. Soc. Hort. Sci. 58: 179-198.
- 11.- Withee, L.V., C.W. Carlson. 1959. Foliar and Soil - -
Applications of Grain Sorghum. Agron. Jour. 51:474-476.