



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



**“Evaluación Nutrimental de Tres Alfalfares
en el Valle de México”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :

HUGO CRESCENCIO PEREZ SANCHEZ

Y

JERONIMO GONZALEZ NAVARRETE

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

Pág.

INDICE DE CONCEPTOS.....	111
INDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	
I INTRODUCCION.....	3
II OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	5
III REVISION DE LITERATURA.....	6
3.1 Origen e Historia.....	6
3.2 Importancia Económica.....	7
3.3 Aspectos Agronómicos.....	8
3.3.1 Temperatura.....	8
3.3.2 Humedad.....	8
3.3.3 Adaptación.....	9
3.3.4 Suelos.....	9
3.3.5 Acidez.....	10
3.3.6 Salinidad y Alcalinidad.....	10
3.3.7 Preparación del terreno.....	10
3.3.8 Época de siembra.....	11
3.3.9 Siembra.....	11
3.4 Calidad de la semilla.....	12
3.4.1 Tratamiento de la semilla.....	12
3.4.2 Riego.....	13
3.4.3 Fertilización.....	13
3.4.4 Cosecha.....	15
IV RELACIONES NUTRIMENTALES.....	17
4.1 Nitrogeno.....	17

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.2	Fósforo.....	26
4.3	Potasio.....	27
4.4	Análisis de suelo.....	30
4.5	Análisis de planta.....	31
4.6	Interpretación.....	32
4.7	Niveles críticos.....	33
4.8	Intervalos críticos.....	35
4.9	D.R.I.S.....	36
V	MATERIALES Y METODOS.....	41
5.1	Descripción geográfica de la Zona.....	41
5.2	Características climáticas.....	41
5.3	Temperatura.....	43
5.4	Precipitación.....	43
5.5	Siniestros climáticos.....	44
5.6	Características geológicas.....	44
5.7	Características Edáficas.....	44
5.7.1	Origen y formación de los suelos.....	44
5.7.2	Desarrollo del suelo.....	45
5.7.3	Clasificación del suelo.....	45
5.8	Levantamiento nutricional.....	46
VI	RESULTADOS Y DISCUSIONES	
6.1	Nitrógeno.....	49
6.2	Fósforo.....	57
6.3	Potasio.....	63
6.4	Rendimiento.....	64
6.5	Análisis de suelo.....	70
6.6	Correlación de los parámetros analizados.....	71

VII	CONCLUSIONES	
	BIBLIOGRAFIA.....	71

INDICE DE CUADROS	Pag.
Cuadro (1) Valores críticos para maíz, trigo, y alfalfa (Melsted et al. 1969).....	35
Cuadro (2) Intervalos nutrimentales para alfalfa (Martin y Matocha).....	37
Cuadro (3) Niveles de suficiencia nutrimental para alfalfa (Erickson et al. 1982).....	38
Cuadro (4) Clasificación de los valores de N P K	50
Cuadro (5) Resultado de los análisis de suelo (al inicio y al final).....	61
Cuadro (6) Valores de rendimiento y contenido de N P K (en planta).....	62
Cuadro de correlación entre los parámetros evaluados (sitio Santa Elena #1).....	74
Cuadro de correlación entre los parámetros evaluados (sitio San Mateo #2).....	75
Cuadro de correlación entre los parámetros evaluados (sitio Almaraz #3).....	76

INDICE DE FIGURAS	Pag.
Localización de los tres sitios de muestreo.....	42
Figura (1) Comportamiento del contenido de nitrógeno.....	51
Figura (2) Comportamiento del contenido de fósforo.....	52
Figura (3) Comportamiento del contenido de potasio.....	53
Figura (1A) Temperatura y precipitaciones del mes de mayo de 1990 a enero de 1991.....	56
Figura (4) Rendimiento de materia verde en Ton/Ha.....	66
Figura (5) Rendimiento de materia seca en Ton/Ha.....	67
Figura (7) Intervalos de corte.....	68

RESUMEN

La alfalfa por sus propiedades altamente nutritivas , en el Valle de México tiene gran importancia como alimento primordial para el ganado bovino productor de leche. Su calidad y producción esta limitada por una serie de factores tanto de manejo como agroclimáticos y esto provoca que a través de la vida productiva del cultivar se presenten fluctuaciones tanto en su rendimiento como en los contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Con respecto a este punto existen pocos reportes de investigaciones realizadas en nuestro país. En este trabajo se realizó un levantamiento nutricional en el cual se determinó el contenido de N, P y K, de la alfalfa, en comparación con los rendimiento de forraje y la influencia del manejo para estos dos aspectos mediante un seguimiento de cinco cortes consecutivos.

Para esta investigación se eligieron tres sitios de muestreo en el Valle de México: el sitio de muestreo # 1 (Rancho Sta. Elena), localizado en el municipio de Melchor Ocampo, el sitio #2 (Sn. Mateo Xoloc), y el sitio #3 (el área agrícola de la FES-C). La característica común de estos tres sitios elegidos fue que tuvieran cultivares de dos años de establecidos, no alterando la frecuencia de corte en cuanto al manejo del productor. En cada sitio se evaluó el rendimiento de materia verde, materia seca y contenido de N, P y K, para cada corte. En cada sitio se había contemplado un total de seis cortes pero debido al manejo particular en éstos se redujo, realizándose cinco muestreos para los sitios #1 y 2, y solo tres muestreos para el sitio #3.

Para determinar el grado de fertilidad del suelo a cada sitio elegido, se realizó un muestreo al inicio y otro al final del experimento.

Las muestras obtenidas, tanto de suelo como vegetal, fueron procesadas y enviadas a los laboratorios correspondientes para su análisis.

Los resultados indican que para el sitio de muestreo #2 los rendimientos tanto de materia verde como seca por día son los mejores (459.7 Kg.de materia verde/día/Ha.y de 101.37 Kg.de materia seca/día/Ha.), seguido por el sitio #1, con valores de 288.6 Kg.de materia verde/día/Ha. y materia seca con 68.24 Kg./día/Ha. por último el sitio #3 con valores de materia verde de 283.9Kg./día/Ha.y materia seca con 71.5 Kg./día/Ha.

En cuanto a los contenidos de N, P, K, los tres sitios muestreados presentan valores bajos de Nitrógeno y Fósforo, solo en Potasio se encuentran suficientes. Los análisis de suelos de los tres sitios en estudio, muestran poca variación en lo que respecta al muestreo hecho al inicio del experimento y el otro hecho al final del mismo.

En general los resultados obtenidos demuestran que tanto en número de cortes como en intervalos de corte el sitio mejor explotado es el sitio #2.

INTRODUCCION

La alfalfa está considerada como uno de los forrajes más importantes para la industria lechera y su consumo se extiende a todo tipo de ganado así como aves de corral, por lo que su cultivo se encuentra distribuido por todo el mundo, llegando en la actualidad a ocupar un promedio de 33 millones de Ha., ésto debido fundamentalmente a su alto nivel nutricional.

En 1979 de acuerdo con la Secretaria de Programación y Presupuesto, la superficie de alfalfa establecida ascendía a 238 mil Ha. de las cuales el Estado de México contribuía con 21 150 ocupando el cuarto lugar a nivel nacional; en el año de 1983 la superficie cultivada totalizaba 22824 Ha. que junto con el Bajío complementaban el 50% de la producción nacional; en el ciclo 91-91 la superficie sembrada solo cubría 18 973 Ha. esta cifra denota que aún cuando el Estado de México no abastece sus propias demandas de forraje, tiende a disminuir debido a la mancha urbana que cada día absorbe más suelo con un buen potencial agrícola.

Historicamente la producción agrícola se ha basado en la utilización que las plantas hacen de los nutrientes del suelo sin embargo la adición en forma complementaria de estos nutrientes en sus diversas y variadas formas, con la finalidad de incrementar los rendimientos por unidad de superficie y/o mejorar la calidad alimenticia de dichos productos ha seguido una tendencia a incrementarse constantemente a través de los años.

Los suelos varían considerablemente en relación al periodo de tiempo que pueden ser susceptibles de aprovechamiento sin que los cultivos presenten disminuciones en su rendimiento, debido a la

deficiencia de algún nutrimento en particular. La disminución de la producción depende del tipo de especie vegetal y otros factores agroclimáticos inherentes al medio.

Debido a las características de éste cultivo y a su importancia en el Valle de México, el objetivo del presente trabajo fué evaluar el estado nutrimental de éste forraje mediante un seguimiento de cinco cortes consecutivos y la influencia del manejo para su producción en tres sitios diferentes.

OBJETIVOS

- 1.- Determinar el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en tejidos vegetales de alfalfa correspondientes a cinco cortes de tres cultivares en la región Noroeste del Valle de México.
- 2.- Determinar el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del suelo al inicio y al final del estudio.
- 3.- Evaluar el rendimiento de Materia Verde y Materia Seca por Ha. en cada uno de los sitios y cortes de muestreo.

HIPOTESIS

- 1.- El contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la alfalfa varía con la estación de crecimiento.
- 2.- El manejo agronómico influye en el contenido nutrimental de la alfalfa.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 Origen e Historia.

El origen de esta planta se fijó en el área del Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando esta zona geográfica Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistan, parte occidental de Pakistan y Cachemira. Esto es considerado dada la gran variedad de ecotipos existentes en estado espontáneo en la región (Del Pozo, 1983).

De su centro de origen se extendió después a suelo Europeo gracias a los Griegos y después por los Romanos; con la caída de este imperio, prácticamente desapareció su cultivo. Fué España la encargada de experimentar y después extender su cultivo a México mediante la llegada de los conquistadores adaptándose a nuestros climas y suelos de una manera muy aceptable.

Es curioso mencionar como la técnica utilizada en éste cultivo hace dos mil años es en buena parte similar a la actual, pero más alarmante resulta reconocer que los rendimientos señalados por Columela (citado por Cázarez, 1988) no difieren en mucho de los que se registran actualmente. Los adelantos en el tiempo transcurrido han sido en la práctica relativamente modestos en éste cultivo (Del Pozo, 1983).

La alfalfa geográficamente hablando se encuentra distribuida en todo el mundo; esto es por su gran adaptación a un amplio margen de condiciones de suelos y climas.

3.2 Importancia Económica.

La extensión total del cultivo de la alfalfa en el mundo es de 33 millones de hectáreas; toda Europa practicamente, a excepción hecha

El origen de esta planta se fijó en el área del Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando esta zona geográfica Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistan, parte occidental de Pakistan y Cachemira. Esto es considerado dada la gran variedad de ecotipos existentes en estado espontáneo en la región (Del Pozo, 1983).

De su centro de origen se extendió después a suelo Europeo gracias a los Griegos y después por los Romanos; con la caída de este imperio, prácticamente desapareció su cultivo. Fué España la encargada de experimentar y después extender su cultivo a México mediante la llegada de los conquistadores adaptándose a nuestros climas y suelos de una manera muy aceptable.

Es curioso mencionar como la técnica utilizada en éste cultivo hace dos mil años es en buena parte similar a la actual, pero más alarmante resulta reconocer que los rendimientos señalados por Columela (citado por Cázarez, 1988) no difieren en mucho de los que se registran actualmente. Los adelantos en el tiempo transcurrido han sido en la práctica relativamente modestos en éste cultivo (Del Pozo, 1983).

La alfalfa geográficamente hablando se encuentra distribuida en todo el mundo; esto es por su gran adaptación a un amplio margen de condiciones de suelos y climas.

3.2 Importancia Económica.

La extensión total del cultivo de la alfalfa en el mundo es de 33 millones de hectáreas; toda Europa practicamente, a excepción hecha de las zonas más cercanas al círculo polar ártico.

En la actualidad, puede afirmarse que la alfalfa significa la

quinta parte del área total de forrajes, y un tercio de la superficie sembrada de praderas y forrajes permanentes.

En América, los Estados Unidos, es el país de mayor superficie cultivada de alfalfa, con más de 10 millones de hectáreas, en Canadá alcanza 1'200 000 hectáreas. El aumento del área cultivada de alfalfa en México es mucho más reciente, aunque probablemente más rápido ello convierte a nuestro país en uno de los mayores importadores de semilla del momento (Del Pozo, 1983).

Argentina es el segundo país en superficie sembrada de alfalfa con cerca de 7'500 000 hectáreas.

En Africa, es el cultivo principal de los regadíos por lo que su extensión ha sido paralela a la realización de proyectos de riego.

3.3 Aspectos Agronómicos.

3.3.1 Temperatura.

Se desarrolla en climas relativamente fríos o templados, cálidos y secos; en general se considera que es una planta resistente a heladas; la temperatura a la cual la alfalfa comienza a germinar es de 2 a 3 °C, siempre que los restantes factores (humedad, fertilizantes, etc.), no actúen como limitantes. La germinación es más rápida cuanto más alta sea la temperatura hasta alcanzar un óptimo, aproximado entre los 28 y 30 °C.

Las temperaturas mayores de 38 °C resultan letales para la joven plántula.

3.3.2 Humedad.

Esta planta se desarrolla bien en donde exista abundancia de

humedad aprovechable, como ocurre en los suelos donde se cultiva bajo riego; también es resistente a la sequía, pero entra en un estado de latencia durante los períodos secos y solo reanuda su crecimiento cuando las condiciones de humedad son buenas. Es éste el principal motivo que está ocasionando la restricción al establecimiento de ésta planta forrajera. Datos norteamericanos citados por Del Pozo (1983), señalan que el número de kilogramos de agua precisos para producir un kilogramo de materia seca por planta es de 700 a 800, mientras que los cereales de invierno (avena, cebada y trigo), solamente precisan de 500 a 600, y los cereales de verano (maíz y sorgo), de 300 a 350 kg

3.3.3 Adaptación

Su distribución es amplia; se produce en zonas altas, siendo la altura de 500 a 600 m.s.n.m. la mejor para su desarrollo. Es muy apta para ser cultivada en praderas artificiales sola o asociada con alguna gramínea. Ha sido catalogada como una especie de días largos ya que necesita para florear de 12 a 15 horas diarias de luz.

3.3.4 Suelos.

Crece en una gran variedad de suelos, pero sus rendimientos son mejores en suelos limo-arenosos calcáreos con alto contenido de Potasio y Fósforo; fértiles, profundos y ricos en materia orgánica, con buen drenaje; también se desarrolla en suelos arcillosos además puede desarrollarse sobre suelos moderadamente alcalinos.

3.3.5 Acidez.

Este es uno de los factores probablemente que resulta de mayor trascendencia en la limitación al área de cultivo de la alfalfa en todo el mundo.

Durante la germinación, la acidez no viene a constituir un grave problema, habiéndose logrado porcentajes de germinación aceptables en lotes de semillas sobre agar-agar con pH hasta de 4, sin embargo, con plántulas y plantas establecidas, la vida de la alfalfa resulta precaria incluso con pH más elevados.

El pH óptimo para el desarrollo de éste cultivo sería de 7.2, siendo necesario recurrir a encalados siempre que se estuviera por debajo de 6.8 (Pfitzenmayer, 1974).

3.3.6 Salinidad y Alcalinidad.

La alfalfa es una planta cuyo pH óptimo se sitúa en la zona de neutralidad, si bien tolera mejor la alcalinidad que la acidez. Sin embargo, cuando ésta alcalinidad alcanza valores altos, la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el Fósforo, Hierro, Manganeso, Boro y Zinc, queda reducida llegando en algunos casos hasta límites inadecuados para la vida de la planta. De todas formas, no es la alcalinidad un problema que pueda limitar severamente la implantación de la alfalfa, a no ser que se complique con problemas de salinidad.

3.3.7 Preparación del Terreno.

Preparar adecuadamente el terreno es fundamental para lograr un buen establecimiento de la alfalfa. La preparación del terreno debe

iniciarse cuando haya terminado el ciclo de lluvias y el suelo se encuentre en su punto de humedad, lo cual ocurre generalmente en el mes de octubre.

Primero debe barbecharse a una profundidad de por lo menos 30 cm, para facilitar el buen desarrollo de la raíz de las plantas, en seguida, según el tipo de suelo se deben dar dos ó tres pasos de rastra, para desmenuzar completamente los terrones que queden después del barbecho, y así facilitar la nacencia de la semilla y finalmente es necesario nivelar el terreno para evitar encharcamientos, pues estos provocan pudriciones en la raíz, lo que ocasiona graves daños y pérdidas.

3.3.8 Epoca de Siembra.

La siembra debe de hacerse de preferencia durante los meses de Noviembre y Diciembre, ya que en éste periodo las bajas temperaturas impiden el crecimiento de malas hierbas, lo cual favorece un mejor establecimiento del cultivo. Después de éste periodo, a medida que se retarda la fecha de siembra, aumenta el riesgo de invasión por malezas y plagas.

3.3.9 Siembra.

Para lograr una mejor distribución del agua de riego, antes de sembrar deben hacerse melgas de 4 a 6 mts, de ancho y longitud variable según la pendiente del terreno; enseguida se siembra al voleo, distribuyendo la semilla con la mano, mediante una sembradora del tipo Cyclone ó con maquinaria.

Si la siembra se hace manual, una rastra de ramas puede ser

apropiada para tapar la semilla y si se hace con maquinaria esta tiene la ventaja de cubrirla al momento de sembrar. Cualquiera que sea la forma de sembrar, debe tenerse cuidado que la semilla no quede a una profundidad mayor a un centimetro y medio, para facilitar el nacimiento de las plántulas.

3.4 Calidad de la Semilla.

La semilla debe estar excenta, en todo lo posible, de semillas de maleza y la germinación debe ser alta, con un mínimo de semillas duras. Algunos de los primeros investigadores consideraron que la semilla dura era un seguro contra las heladas, las malezas, los insectos y la sequía. Hoy en día se le ha dado mayor preferencia a las partidas de semillas con un porcentaje menor de dureza, ya que las plántulas que emerjan más tarde casi seguro morirán debido a la competencia y al daño invernal.

3.4.1 Tratamiento de la Semilla.

No se recomienda en general la aplicación de fungicidas para controlar las enfermedades de la semilla.

La experiencia en campo demostró poca o ningún aumento en el rendimiento en los cultivos con el uso de fungicidas (Tesar y Jacobs, 1973).

La alfalfa es una leguminosa que tiene la capacidad de fijar el Nitrógeno atmosférico en el suelo y de ésta forma se abastece de éste elemento. La semilla de alfalfa se debe inocular siempre con la correspondiente bacteria del género *Rhizobium* para asegurar la fijación de Nitrógeno, aunque ya se haya cultivado en la zona. solo

debe inocularse la semilla que se vaya a utilizar el mismo día y no debe exponerse a los rayos del sol ni a la acción del viento, porque el inoculante pierde su eficacia.

Para lograr una población de plantas suficientes ó adecuadas se necesitan 30 Kg de semilla por hectárea; la semilla es uno de los insumos más costosos en el establecimiento de un alfalfar, y no es necesario sembrar cantidades mayores a ésta si se ha hecho una buena preparación del terreno y se siembra en la época indicada.

3.4.2 Riegos.

El primer riego debe hacerse inmediatamente después de la siembra y debe ser lento para evitar el arrastre de la semilla; el segundo, llamado comunmente riego de germinación, debe aplicarse a los ocho días después del primero en forma ligera, y tiene como finalidad ablandar las costras que se forman en la superficie del suelo para que así las plántulas broten con mayor facilidad. Generalmente es necesario dar tres o cuatro riegos más antes del primer corte; después se dan uno o dos entre cortes, dependiendo del tipo de suelo, de la época del año y de las temperaturas que se presenten. En forma general se deben evitar encharcamientos para evitar pudriciones de la raíz.

3.4.3 Fertilización.

Se deben tener en cuenta numerosos factores para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar. La alfalfa comienza a crecer a

principios de primavera y durante el verano hasta fines de otoño. Por lo tanto, hay una demanda continua de nutrimentos durante muchos meses dentro de una amplia serie de condiciones ambientales; es necesario un profundo conocimiento de los efectos de los factores climáticos y edáficos, así como de las prácticas culturales sobre el crecimiento de la alfalfa para mantener en niveles adecuados a todos los elementos esenciales durante la temporada de crecimiento. Por otra parte, es necesario un cabal conocimiento de las propiedades del suelo para formular recomendaciones apropiadas sobre fertilizantes.

Los suelos varían mucho en cuanto a su capacidad de retener nutrientes y agua. La respuesta de la alfalfa al Fósforo y Potasio depende de la capacidad de provisión del suelo en estos elementos. Las precipitaciones y las temperaturas tienen un efecto pronunciado sobre la respuesta de los fertilizantes. Sobre la disponibilidad del Nitrógeno, Fósforo y otros elementos influye la temperatura puesto que otros elementos (nutrientes) se producen a partir de la materia orgánica en descomposición. Así mismo las bajas temperaturas del suelo parecen limitar la absorción de Fósforo y Potasio.

Barber en 1963, informó que en el suelo existe menos potasio en años secos, ya que la planta debe de tomarlo del suelo cuando la concentración de aquel es menor. Sin embargo Jackobs y Col. en (1970), observaron que la alfalfa puede absorber los nutrientes superficiales casi de inmediato aún en condiciones de cierta sequedad. La disponibilidad del Potasio también puede reducirse a causa de excesiva precipitación.

La alfalfa es un cultivo que requiere de Nitrógeno únicamente en su etapa de crecimiento, ya que después, cuando sus raíces han formado nódulos, la planta misma se abastece de éste elemento. La alfalfa correctamente inoculada fija grandes cantidades de Nitrógeno atmosférico, de modo que casi nunca se aplica éste elemento a las poblaciones, excepción hecha de una pequeña cantidad durante la siembra cuando los suelos son bajos en contenido de materia orgánica (Rhykerd y Overdahl, 1971).

3.4.4 Cosecha.

La conservación del buen estado de la parcela es de un interés primordial. Los objetivos a perseguir al marcar un cierto ritmo de explotación deben ser:

- a) Mantener un nivel de reservas en raíces y coronas elevado, permitiendo que se recuperen tras el corte.
- b) Conseguir un máximo de producción de forraje.
- c) Conseguir una calidad de forraje elevado.

Para que las reservas no disminuyan, hay que permitir que se recuperen tras el corte, cuando la planta emite brotes jóvenes, a cargo de los hidratos de carbono previamente acumulados. Este máximo de reservas se movilizan hacia las partes superiores de la planta y se obtienen cuando las plantas comienzan a florecer. Posteriormente, nuevos brotes se producen partiendo de las yemas cuyo desarrollo fué suspendido durante la emisión de brotes anteriores. Un corte tardío podría perjudicar a ésta brotación secundaria.

La cantidad máxima de forraje se consigue cuando la parcela esta

aprovechando la luz al máximo. Es decir, los rayos solares no caen al suelo, sino que son interceptados por una u otra superficie verde del vegetal. Esto es fácil de detectar, porque a partir de este momento puede fácilmente observarse el amarillamiento de las bases de las plantas y de las hojas que en ellas se encuentran. La cantidad y calidad de forraje desciende mucho cuando la alfalfa se encuentra en plena floración, por lo que se recomienda segar la alfalfa cuando inicie la floración (10 % de las plantas presenten flores), o bien cuando, separadas las plantas, se aprecien ciertos síntomas de clorosis en la base de las mismas. En la práctica, ambos criterios suelen coincidir muy frecuentemente.

IV RELACIONES NUTRIMENTALES

La planta de alfalfa, como todas las demás, requiere de los elementos denominados esenciales para su crecimiento y desarrollo. Es fundamental que exista entre ellos un cierto equilibrio, ya que a menudo están de tal manera interrelacionados que el exceso o deficiencia de uno de ellos puede limitar o condicionar la absorción por parte de las plantas de otros, aunque en ocasiones la tolerancia puede ser amplia (Del Pozo, 1983).

Los cortes de la alfalfa, provocan un continuo y progresivo agotamiento de sustancias minerales, de suerte que es bastante probable que se presenten déficits de uno o más nutrimentos, aún en suelos fértiles (Rhykerd y Overdahl, 1972).

Un suministro adecuado y además balanceado de dichos nutrimentos es básico para la producción de plantas de crecimiento sano y de alimentos de calidad. Contrariamente, un desbalance nutrimental entre aquellos disponibles y otros no esenciales para el crecimiento vegetal puede disminuir el rendimiento y en casos extremos causar severos daños a los cultivo (Bolton, 1962).

4.1 Nitrógeno.

El Nitrógeno constituye el elemento de mayor repercusión económica en la agricultura moderna y más concretamente en la producción de forraje. Es parte fundamental de proteínas, protidos y de la molécula de clorofila, determinante en la asimilación fotosintética vegetal; constituyente de enzimas, así como de los ácidos nucleicos, esenciales para la síntesis proteica (Del Pozo, 1983; Mengel y Kirkby, 1978).

La alfalfa correctamente inoculada, fija grandes cantidades de Nitrógeno atmosférico, por lo que éste elemento es poco aplicado a los cultivares, con excepción de una pequeña cantidad al momento de la siembra, cuando los suelos tienen un bajo contenido de materia orgánica.

A pesar de que a través de la actividad simbiótica nodular la alfalfa puede normalmente suplir sus propias necesidades, se presentan situaciones en las cuales la fertilización nitrogenada, si es recomendable. Por ejemplo, al inicio o establecimiento del cultivar en suelos limitados en Nitrógeno, en cultivares de manejo intensivo o en aquellos con muchos años de aprovechamiento (Del Pozo, 1983).

Se ha reportado que una baja cantidad de éste elemento (16 a 27 Kg/Ha), aplicado durante la siembra, resulta benéfica para la alfalfa, pues con ello se facilita el rápido crecimiento inicial de las plántulas, hasta que se formen los nódulos en las raíces y los rizobios estén en condiciones de fijar el elemento del aire (Rhykerd y Overdahl, 1972). Sin embargo, es conocido que, al incrementar la dosis de fertilizante nitrogenado, la eficiencia funcional de los nódulos disminuye (Nelson y Barber, 1964).

En términos generales, se ha observado que la aplicación de Nitrógeno en la alfalfa, una vez establecida, da lugar a resultados poco atractivos o de plano antieconómicos (Jenkins y Bottomley, 1984; Malakoudaiah et al, 1981; Nuttall, 1976), aunque no es raro encontrar respuestas en el rendimiento de materia seca o incrementos en el contenido de proteína cruda de la alfalfa, al realizar aplicaciones de Nitrógeno al cultivo (Feigenbaum y Hadas,

1980; Nelson y MacGregor, 1957).

Otros factores han sido detectados como limitantes o básicos en la respuesta de la alfalfa a la fertilización nitrogenada. Este cultivo resulta más sensible a la acidez del suelo, cuando dependen de la fijación simbiótica para obtener su Nitrógeno, que cuando este último le es adicionado en forma complementaria (Doerge et al, 1985; Munns, 1964); la acidez reduce el desarrollo nodular y por ende la fijación simbiótica del Nitrógeno atmosférico (Martin y Matocha, 1973).

La aplicación de Nitrógeno, también disminuye la nodulación en las especies leguminosas (Bueno, 1981). En frijol, su adición eleva el rendimiento del grano, pero reduce el desarrollo nodular (Chávez, 1975).

Bear (1945), sostiene que la eficiencia de las bacterias fijadoras de Nitrógeno se reduce parcialmente, a medida que el suelo se enriquece en éste nutrimento, ya que las primeras utilizan más de ese Nitrógeno y menos del proveniente de la atmósfera.

Así mismo, el pH del suelo influye determinantemente en la concentración de Nitrógeno en la alfalfa. Al respecto, Mahler (1983), encontró una correlación significativa ($r= 0.87$), entre dichos parámetros y señala que para el caso específico de los andosoles, es necesario un pH de 6.6, como mínimo, a diferencia de otros tipos de suelos, para obtener un adecuado establecimiento de la alfalfa, debido fundamentalmente al alto grado de saturación con Aluminio del complejo de intercambio o a problemas de disponibilidad del Fósforo.

Además de las controversias inherentes a la necesidad de la suplementación nitrógenada en el cultivo de la alfalfa, se presentan otros problemas, tales como la infestación de malezas y/o zacates, los cuales en muchas ocasiones se ven favorecida; por el adiconamiento del Nitrógeno, provocando mayor competencia y finalmente la declinación de las praderas de alfalfa, tanto en rendimiento como en su composición botánica (Peter y Stritzke 1970).

En términos generales, parece válido señalar que es difícil encontrar respuestas significativas y/o económicas como producto de la suplementación mineral con Nitrógeno en la alfalfa.

En el Valle de México no se han reportado investigaciones a éste respecto en el cultivo de la alfalfa, sin embargo, es notorio señalar que en ésta zona es tradicional la aplicación de un fuerte estercolado al suelo, previo al establecimiento de ésta leguminosa. Hay evidencias que señalan la existencia en en éste Valle, de las cepas naturales de Rhizobium, que favorece la capacidad fijadora de la alfalfa (Cázarez, 1988).

4.2 Fósforo.

Aunque el porcentaje de Fósforo en la alfalfa generalmente alcanza sólo 0.2 a 0.4 %, desempeña una función fundamental en muchos procesos esenciales de la vida vegetal. Entre los compuestos importantes que contienen Fósforo, están los ácidos nucleicos, los fosfolípidos, el ATP y las coenzimas NAD y NADP, que juegan un importante papel en la fotosíntesis, en la síntesis de carbohidratos y proteínas, en el metabolismo de las grasas, en la

transferencia de energía y la herencia (Gauch, 1972; Mengel y Kirkby, 1978; Rhykerd y Overdahl, 1972).

El Fósforo tiene un papel decisivo, en el crecimiento radicular; favorece y regula los procesos generativos de la planta, tales como la floración y la fructificación; regula la asimilación y utilización nitrógenada por la planta, al permitir el transporte de azúcares en la síntesis proteica (Del Pozo, 1983).

Las leguminosas, como grupo, tienen un contenido relativamente alto de Fósforo, casi similar al azufre pero nunca tan elevado como el Nitrógeno o el Potasio. La respuesta al Fósforo es normalmente más marcada durante el periodo de crecimiento inicial, debido al limitado sistema radicular que hacen depender a la plántula de las aplicaciones localizadas. Por otra parte un suplemento limitado de Fósforo, reduce tanto el número como la eficiencia de las bacterias nodulares (Nelson y Barber, 1964).

Determinar los requerimientos de fosfatos no resulta tarea fácil, debido a la compleja naturaleza del Fósforo en el suelo y a su baja recuperación a partir del fertilizante aplicado. La cantidad de fertilizantes fosfatados a aplicar, depende en alto grado de la cantidad del nutrimento disponible en el suelo y del nivel de rendimiento del cultivar (Rhykerd y Overdahl, 1972).

La recuperación del Fósforo aplicado como fertilizante normalmente baja (10 a 30 %), según se han observado en diversas investigaciones al respecto en otras tantas partes del mundo, por lo que la cantidad de Fósforo a suministrar para lograr altos rendimientos de alfalfa suele ser considerablemente mayor a la que parece necesaria, partiendo de la base de que una tonelada de

alfalfa (m.s.), remueve hasta 2.42 kg. de Fósforo del suelo (Bolton, 1962; Rhykerd y Overdahl, 1972).

La respuesta del alfalfa a la fertilización fosfatada ha sido ampliamente investigada, por lo que se encuentran reportes con resultados tanto positivos como negativos, según hayan sido las condiciones particulares de cada situación productiva. En general, se presentan respuestas benéficas a casos específicos de suelos con bajos niveles disponibles de dicho nutrimento (Ramírez y Laird, 1960; Rhykerd y Overdahl, 1972; Stivers y Ohlrogge, 1952).

Se han encontrado ciertas evidencias que sugieren reducciones en la población de los alfalfares, debido a la aplicación de niveles elevados (198 kg/ha) de Fósforo (Markus y Battle, 1965), o efectos sobre la solubilidad de otros nutrimentos; notablemente el Magnesio, que aumenta parcialmente por el encalado (Sumner, 1979). Es común que no se encuentren respuestas a la fertilización fosfatada, en términos de incremento de los rendimientos a la persistencia del alfalfar, en suelos que tienen alta disponibilidad de Fósforo (Havlin, 1984; Nuttall, 1985; Smith y Powell, 1979; Stivers y Ohlrogge, 1952). En estas circunstancias, las aplicaciones dosificadas no representan ventajas sobre una aplicación única al momento de la siembra; esto debido al eficiente sistema radicular del alfalfa en los primeros 8 cm. del suelo, así como la poca movilidad de éste nutrimento en el mismo (Havlin, 1984; Ramírez y Laird, 1960).

En suelos con problemas de fijación de Fósforo, es notable el énfasis que se hace sobre el manejo adecuado de las aplicaciones complementarias, tanto en cantidad como en épocas consideradas como

críticas (Mahler y Menser, 1986).

Al comparar las fuentes de suministro de Fósforo (mineral y orgánica), se ha encontrado, generalmente, una mayor eficiencia en la utilización del nutriente, medida con un incremento del rendimiento por unidad de Fósforo removido en el caso del estiércol, más ésto, depende fundamentalmente de la intensidad de la actividad microbiológica particular del suelo (Goss y Stewart, 1979) y de la disponibilidad inicial del Fósforo.

4.3. Potasio.

El Potasio se encuentra en la alfalfa en una concentración más elevada que los demás nutrimentos, con excepción del Nitrógeno por lo que constituye con frecuencia el elemento clave para la mayor producción de la calidad. Cuando no existe un suministro adecuado de Potasio, el cultivo degenera rápidamente, predominando en forma agresiva la maleza (Griffith, 1974; Muslera y Ratera, 1984; Sheaffer, 1986).

Varios autores (Bolton, 1962; Gauch, 1972; Juscafresa, 1980; Muslera y Ratera, 1984; Rhykerd y Overdahl, 1972) coinciden en señalar entre las funciones más importantes del Potasio las siguientes:

- a) Síntesis y degradación de hidratos de carbono y la traslocación del almidón, cuyo resultado trae como consecuencia una mayor área foliar y un retraso en la senescencia.
- b) Participación en el metabolismo del Nitrógeno y la síntesis de proteínas.
- c) Control y regulación de la actividad nutrimental.

- d) Neutralización de ácidos orgánicos.
- e) Activación de enzimas.
- f) Estimulación del crecimiento de meristemas, así como del número y ritmo de la actividad estomática.
- g) Participación en la regulación del contenido hídrico del citoplasma celular, estimulando así la resistencia a la sequía.
- h) Contribución al incremento de la resistencia de los tejidos vegetales, tornándolos menos sensibles a los efectos del frío y las invasiones parasitarias.

El incremento en los rendimientos de la alfalfa, debido al efecto de la fertilización potásica, ha sido investigada intensamente en diversos países, con resultados diferentes, según las condiciones particulares de los diferentes trabajos (Alvarado, 1964; Bailey, 1983; Burns, 1974; Hawlin, 1984; Jones y Lutz, 1974; Kimbrough, 1971; Markus y Battle, 1965; Nelson y McGregor, 1957; Lutz, 1973; Romero, 1981).

Existe consenso en el sentido de que los diferentes tipos de suelos difieren en relación a su potencialidad para aportar Potasio por lo que las dosis recomendables para producir rendimientos máximos varían considerablemente (Klebesadel y Brinsmade, 1966)

Así mismo, la variación del porcentaje de Potasio en los rendimientos de la alfalfa por temporada, estado de madurez y fracciones botánicas, son factores importantes de ser considerados cuando se trata de diagnosticar respuestas a la aplicación de éste nutrimento (Kimbrough, 1971).

En función de algunas estimaciones, Kresge y Younts (1962) aseveran que una tonelada de alfalfa seca, remueve aproximadamente 16 Kg de

Potasio del suelo, valor que contrasta con el de Lutz (1973), que señala que la misma producción, absorbe 42 Kgs. Sin embargo, es notorio el hecho de que la alfalfa manifiesta respuesta a la fertilización potásica a tasas elevadas (Bayley, 1983; Jones y Lutz, 1974; Klebesadel y Brinsmade, 1966; Smith, 1975), aun cuando los niveles de Potasio en los suelos sean altos (120 mg/kg) o muy altos (Barbarick, 1985). Esto último ha sido atribuido de alguna manera a consumos elevados, que benefician al cultivo al incrementar la concentración de Nitrógeno en el forraje, al proporcionar una mayor fijación simbiótica del mismo (Bailey, 1983).

Los altos niveles de Potasio disminuyen consistentemente la concentración de Sódio (Barbarick, 1985), Calcio y Magnesio, pero tiene poco efecto sobre los micronutrientes (Smith, 1975).

Existen, por otra parte, reportes que indican nula respuesta de cultivares de alfalfa a la fertilización potásica, aun a varios niveles de aplicación (Lutz, 1973; Alvarado, 1964) o a diferentes profundidades del suelo (Peterson, 1983), lo que puede deberse a la profusa difusión radicular del cultivo y/o a la alta cantidad de Potasio disponible en dichas capas del perfil.

La adición del Fósforo, Potasio y Azufre sobre la fijación simbiótica del Nitrógeno y la formación de nódulos en alfalfa, bajo condiciones de campo no es muy documentada, no obstante bajo éste mecanismo es posible disparar el rendimiento. En trabajos realizados por Collins, (1986) con el objeto de estudiar el efecto de la fertilización con Fósforo, Potasio y Azufre y su influencia sobre el rendimiento de la alfalfa, número de nódulos y cuantificar

la fijación del Nitrógeno, probando dos sustratos (aluvión marga y arena marga), llevo a las siguientes conclusiones:

La fertilización potásica incremento el peso por planta, número de nódulos y la proporción en la fijación de Nitrógeno en ambos sustratos más que los otros nutrientes estudiados. El peso por planta se incrementó en un 166% en suelos de aluvión y 178% en suelo arenoso con la adición de 448 Kg. de Potasio/Ha/año. La fertilización con Fósforo así mismo disparó el peso en ambos sustratos pero con ausencia de fertilización potásica. La adición de Fósforo y Azufre aumentó el número de nódulos en el suelo arenoso pero no en el de aluvión. La fijación de Nitrógeno se aumentó en 2.8% con la adición de 224 Kg. de Potasio/Ha/año en suelo arenoso y 1.7% en el de aluvión. El incremento de la fijación de Nitrógeno resultado de la fertilización potásica se presentó solo cuando se adicionó Fósforo en suelos de aluvión; por otra parte la adición de Fósforo incrementó el número de nódulos y la fijación de Nitrógeno solamente en el suelo arenoso, la presencia de Potasio y Azufre en interacción es importante para la fijación de Nitrógeno, pero no para incrementar el peso o número de nódulos. Por otra parte, en otros experimentos sobre fertilización con Azufre, se determinó que se incrementa el rendimiento y así mismo los contenidos de Azufre y Nitrógeno en las plantas de alfalfa. El porcentaje de Azufre es alto en el desarrollo juvenil y desciende en forma lineal para las plantas que presentan deficiencias como para las no deficientes de Azufre, en su periodo final de cultivo. El uso de un nivel crítico de Azufre en la planta de alfalfa necesita ser asociado con una etapa definida de crecimiento.

La ración de Nitrógeno en comparación con la de Azufre en la planta fue aproximadamente constante en todas las etapas de crecimiento y fué más reducida en las plantas no deficientes que en las deficientes de Azufre (Pumphrey, 1965).

Caldwell, (1969) realizó estudios sobre fertilización con Azufre en diferentes dosis en alfalfa y maíz creciendo en suelos deficientes de Azufre. Tomó muestras de tejido y se analizaron para los siguientes elementos; Azufre, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Zinc, Aluminio, Estroncio, Molibdeno, Sodio, Silice, Bario y Manganeso y llegó a los siguientes resultados:

El Azufre en la planta de alfalfa se incrementó al aumentarse la proporción del mismo aplicado al suelo; se incrementaron los contenidos de Nitrógeno para ambas etapas de desarrollo de la planta, juvenil y maduro, pero los contenidos de Fósforo disminuyeron al incrementarse el Azufre. Al aplicar 112Kg de Azufre/Ha/año, el elemento que se incrementó en la alfalfa fué el Manganeso y el que decreció fué el Bario. En general el nivel de otros elementos en la alfalfa no se afectaron por la aplicación de Azufre.

El Azufre incrementó sus niveles en el grano (cereal) y también aumentó el contenido de Nitrógeno en el maíz en la etapa madura. En el grano, el contenido de Fósforo bajó, pero el Azufre no tuvo efecto sobre otros nutrimentos.

Por otro lado Clarkson (1979), estudiando el efecto del Fósforo, Cobre, Boro, Molibdeno y varios carbonatos de calcio, sobre el rendimiento y persistencia de la alfalfa en dos sitios diferentes (Ballandean y Dalveen) en el Granite Belt del sureste de

Queensland, aseveró lo siguiente:

El Fósforo y el carbonato de calcio incrementaron el rendimiento de materia seca, de 1500 a 5200 Kg/Ha. en Ballandean y de 3500 a 7700 Kg/Ha. en Dalveen.

25 Kg/Ha. de semilla sembrada en surco produjo un rendimiento igual al de la misma cantidad sembrada al voleo. Un pequeño aumento en el rendimiento ocurrió como respuesta al Cobre y al Boro, pero no hubo respuesta al Azufre o al Molibdeno.

Los contenidos de Fósforo en la planta al cosecharse se incrementaron en la misma proporción con el aumento en la fertilización con éste elemento, pero los niveles críticos variaron considerablemente entre cortes.

La densidad de población inicial de la alfalfa fué más alta en los tratamientos con Fósforo, carbonato de calcio o Boro (tanto en surco como al voleo), pero estas diferencias en densidades fueron pequeñas en comparación con las densidades sobre tres años, para un estandar de producción de al menos seis años.

Andrew (1977), utilizó 7 especies de leguminosas de zona tropical y cinco de zonas templadas, desarrollandolas en macetas y tres tipos de suelos deficientes de Azufre y con dosificaciones diferentes de éste elemento. La respuesta al crecimiento y a la composición química de la mejor planta fué registrada: las concentraciones críticas de Azufre se establecieron tentativamente, comparándose con datos de campo (de seis especies solamente).

Las concentraciones críticas de Azufre de las mejores especies en prueba, en estado de crecimiento antes de la floración fueron:

Macroptilium lathyroides 0.17%, Macroptilium atropurpureum 0.15%,

Desmodium intortum 0.17%, Desmodium uncinatum 0.17%, Stylosanthe shumilis 0.14%, Latnonis bainesu 0.15%, Glycine wightii 0.17%, Trifolium repens 0.18%, Trifolium semipilosum 0.17%, Medicago sativa 0.2, Medicago truncatula 0.2%, Medicago denticulata 0.2%.

La concentración de Azufre, y la proporción de Nitrógeno-Azufre fueron investigados como indice de diagnostico alternativo, pero no fueron considerados apropiados como los indices totales para la valoración del Azufre deficiente en leguminosas.

La concentración de Nitrógeno en las mejores plantas, fueron incrementados por el suministro y la excelente correlación establecida entre las concentraciones de Nitrógeno y Azufre en la planta.

Los objetivos de otro estudio fueron encaminados a evaluar los cambios en el rendimiento y al uso eficiente del agua en la alfalfa (Medicago sativa L. saranac), y también (Phleum pratense L. climas), con la aplicación de Potasio y variaciones en los regímenes de humedad del suelo.

En tres tipos de suelo (arcilla, franco, arenoso), con dosis (0, 25, 50 y 100 mg. de Potasio/Kg de suelo seco) y tres humedades (1) óptima de 70 a 100% de agua disponible (AW); (2) semiseco de 0 a 100% (AW); (3) seco de 0 a 50% (AW). La producción se incremento en un 68% para la alfalfa cuando se aplico Potasio al suelo bajo condiciones óptimas de humedad; casi no se aumentó el rendimiento bajo condiciones de suelo seco. El agua fué usada eficientemente cuando se incrementó con la proporción de Potasio sobre la tierra franca y aumento también el rendimiento sobre tierra franca y arenosa pero no así en el suelo arcilloso. Los contenidos de

Potasio en la alfalfa bajaron cuando se desarrollo en suelos con humedad óptima, en comparación con los de régimen seco .

Las diferencias en los contenidos de Potasio entre los regímenes de humedad fueron también pequeños. El rendimiento de la alfalfa se elevo debido al Potasio cuando el suelo se sometio a condiciones de humedad óptima (Dionne, 1987).

4.4 Análisis de Suelo.

El análisis de suelo se inicio de alguna manera, tan pronto como el hombre se interesó en la forma como se desarrollan las plantas. Después de Liebig y durante la década de 1930, se realizaron contribuciones muy importante a ésta técnica. Desde 1940, el análisis químico de suelos ha sido ampliamente aceptado como una herramienta esencial en la formulación de programas de fertilización (Melsted y Peck, 1973).

Etchevers (1985), señalan que desde un punto de vista agronómico, los principales motivos para realizar éste tipo de análisis son la de satisfacer la demanda de información requerida para el manejo y mejoramiento de suelos, además de evaluar el estado de fertilidad de los mismos y recomendar fertilizantes.

El análisis de suelo constituye un metodo químico que estima la capacidad del mismo para aportar nutrientes; supera el análisis de planta, las pruebas biológicas y a la sintomatología visual en cuanto a su rapidez, además de que es posible determinar los requerimientos nutrimentales del suelo antes de establecer el cultivo proyectado (Tisdale, 1985).

4.5 Análisis de Planta.

El análisis de planta es la determinación de la concentración o fracción extractable de un elemento en una muestra, de una planta entera, sección particular o proporción de un cultivo, tomada en un tiempo determinado y/o estado fenológico.

Según Smith (1962), el análisis de tejido mediante las técnicas introducidas hace algunas décadas, pretenden controlar la evolución de los nutrientes en el interior de la planta. Este tipo de análisis está basado en el principio de que la concentración de un nutriente en la planta, es un valor integral de todos los factores que han interactuado para afectarla y que la planta por si misma es la mejor indicadora de la disponibilidad nutrimental.

El mismo autor indica que éste tipo de análisis no ha desplazado al de suelo, además de no intentarlo, ya que ambas técnicas son de mucha utilidad, porque en ocasiones uno puede suplir información que el otro es incapaz de aportar.

Diversos autores, sin embargo, hacen incapié en que el valor del análisis vegetal como instrumento de apoyo en cultivos anuales es limitado, en comparación con los perennes, al menos desde el punto de vista del diagnóstico de elementos múltiples (Dow y Roberts, 1982; Smith, 1962).

Estos análisis en sus diversos tipos pueden ser utilizados para diagnosticar o confirmar una deficiencia detectada con base a la sintomatología visual, identificar deficiencias incipientes, confirmar la absorción de nutrientes aplicados en los cultivos, estudiar interacciones y/o antagonismos nutrimentales, así como para estudiar el funcionamiento interno de las plantas (Ludrich,

1973).

4.6 Interpretación.

Aún cuando el análisis vegetal ha sido objeto de estudio por varias décadas, existen dificultades en su uso e interpretación. Durante los inicios del análisis foliar, los investigadores pusieron énfasis en el balance nutrimental (en la actualidad el enfoque DRIS a vuelto a ello Sumner, 1977) y la intensidad de la nutrición, sin embargo, los trabajos más recientes se inclinan por un concepto más flexible de la última, que parte como punto inicial de un intervalo, separando cantidades deficientes de valores adecuados para cada nutriente (Smith, 1962).

La aproximación más fructífera para interpretar los resultados del análisis vegetal, es a través de la asociación de la concentración nutrimental en la planta con el crecimiento de la misma. Teóricamente ésta relación puede ser lineal, curvilínea o posiblemente de un tipo intermitente también lineal o curvilínea, dependiendo de que el nutriente bajo estudio sea requerido en forma continua o en estados específicos de desarrollo de la planta (Ulrich, 1952).

4.7 Niveles Críticos

Una gran variedad de investigadores han trabajado exhaustivamente sobre éste concepto, de tal forma se han derivado una serie de definiciones inherentes al mismo, pero de diferente punto de vista y de las cuales se presentan las siguientes:

a) Aquella concentración nutrimental que es apenas deficiente para

el máximo rendimiento (Macy, 1936).

b) Aquella concentración que separa la zona deficiente de la zona de suficiencia (Ulrich, 1952).

c) Aquella concentración nutrimental de una muestra vegetal, por debajo de la cual la tasa de crecimiento, el rendimiento o la calidad decrece significativamente (Melsted, 1969; Munson y Nelson, 1973; Rodriguez y Gandarillas, 1969).

d) Aquella concentración nutrimental existente en el órgano analizado para dar un 95% del crecimiento máximo bajo esas condiciones (Etchevers, 1985; Kelling, 1983; Sumner, 1979).

Estas definiciones, aun cuando similares no son idénticas, sin embargo, engloban los resultados producto de los trabajos de investigación acerca del tema.

A pesar de lo anteriormente mencionado, resulta difícil determinar una concentración nutrimental específica para cada cultivo, debido fundamentalmente a que factores tales como; el desarrollo vegetal; la edad del tejido; los cambios estacionales; la interacción nutrimental; el medio ambiente; el órgano muestreado; la fracción nutrimental medida; la humedad disponible; sinergismos y antagonismos etc, afectan o influyen la concentración de un elemento dado (Bates, 1971; Smith, 1962; Tisdale, 1985).

De aquí se ha derivado el interés de establecer otro tipo de criterio interpretativo más realista y flexible, que permita evaluar el estado nutrimental de los cultivos adecuadamente.

Para el caso de la alfalfa, Melsted, (1969) derivaron los valores críticos apartir de miles de análisis químicos de planta, provenientes a su vez de cientos de experimentos de fertilidad,

estudios de correlación de métodos de análisis de suelo y trabajos de invernadero, desarrollado en el estado de Illinois USA, en el período comprendido entre 1952 a 1967; dichos valores se presentan en el cuadro (1).

Cuadro (1) Valores críticos para maíz, trigo y alfalfa para interpretar los resultados del análisis de planta, según Melsted et al. (1969).

Nutriente	'Maíz	*Soya	^Trigo	+Alfalfa
N ‡	3.0	-	2.6	-
P ‡	0.25	0.35	0.30	0.35
K ‡	1.9	2.2	1.80	2.2

'Hoja opuesta inferior al elote, en estado de grano lechoso masoso

*Hojas maduras más jóvenes y peciolo de la planta después de la primera formación de ejote.

^Planta entera en etapa de floración.

+Tallo superior en etapa temprana de floración.

4.8 Intervalos Críticos.

La experiencia ha demostrado que resulta más práctico trabajar con intervalos de concentración nutrimentales que con niveles críticos. La magnitud de los intervalos depende en mayor grado de la extensión de nuestro conocimiento y los límites de éstos pueden ser determinados graficamente o mediante métodos estadísticos apropiados.

A mayor cantidad de información concerniente a la relación entre los niveles del nutriente en un determinado cultivo y su rendimiento, mayor será la confiabilidad de los límites del intervalo establecido (Dow y Roberts, 1982; Sumner, 1979;

Tisdale, 1985).

Los mismos autores mencionados definen los intervalos críticos nutrimentales como aquellas concentraciones presentes en un estado fisiológico específico, arriba del cual se considera que el cultivo esta ampliamente suplementado y debajo del cual se puede considerar que se encuentra deficiente.

Una vez determinado los intervalos críticos para el periodo de crecimiento de una especie, es posible realizar el diagnóstico en cualquier época del año (Munson y Nelson, 1973).

Martin y Matocha (1973) realizaron un intento para establecer diferentes valores de concentración nutrimental en cuatro clases, que ellos mismos denominaron " rangos nutrimentales " para el cultivo de la alfalfa y que se presentan en el Cuadro 2 para Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

TESIS CCN
FALLA DE ORIGEN

Cuadro (2) Intervalos nutrimentales para alfalfa según Martin y Matocha (1973).

Nutriente	parte vegetal	Intervalos nutrimentales			
		Deficiente	Critico	Adecuado	Alto
-----§-----					
N	15.2cm sup.	< 4.0	4-5	4.5-5.0	5-7
P	P. entera	-	0.25	0.30	-
P	P. entera	-	0.20	0.2-0.4	-
P	P. entera	< 0.2	0.21-0.22	0.24-0.30	0.30
K	P. entera	-	1.5-1.7	> 2.0	-
K	P. entera	-	1.7-2.2	-	-
K	P. entera	-	1.5	-	-
K	P. entera	< 0.8	0.8-1	1-1.4	1.4-3

Otros intervalos de suficiencia han sido derivados por Erickson (citado por Cázares, 1988) quien los dividió en niveles bajos, suficiente y alto, para Nitrógeno, Fósforo y Potasio los cuales se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro (3) Niveles de suficiencia nutrimental para alfalfa de primer corte (15.2 cm superiores) según Erickson et al. (1982).

Nutriente	Intervalo de suficiencia		
	Bajo	Suficiente	Alto
	-----§-----		
N	2.51	2.51-3.7	3.70
P	0.26	0.26-0.70	0.70
K	2.41	2.41-3.80	3.80

Finalmente, Reuter y Robinson (1986), compilaron una serie de intervalos nutrimentales que enmarcan zonas de deficiencia, marginales, críticos, adecuados, elevados y tóxicos para el cultivo de la alfalfa.

4.9 D.R.I.S.

El sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS, por sus siglas en inglés), desarrollado por Beauflis (1973), inicialmente para *Hevea brasiliensis* y aplicado con buenos resultados en otros cultivos como papa (Meldal-Johnsen y Sumner, 1980), soya (Sumner, 1977), sorgo (Sumner, 1983), maíz (Sumner, 1977), caña de azúcar (Beauflis y Sumner, 1976), avena (Chojnacki, 1984) y alfalfa (Kelling, 1983) entre otros, representan un adelanto en el estudio de la nutrición mineral de los cultivos.

El método utilizado en un esquema particular del diagnóstico

fisiológico experimental, basado en una acumulación sistemática de parámetros involucrados directa o indirectamente en el rendimiento a través de la respuesta fisiológica vegetal (Beaufils, 1973). De hecho se integra de una serie de normas que representan calibraciones de la composición del tejido vegetal, la composición del suelo, los parámetros del medio y las prácticas agrícolas como funciones del cultivo en particular.

Una vez derivadas dichas normas, es posible realizar el diagnóstico nutrimental de un cultivo en particular, realizando aquellos factores que pueden estar limitando el crecimiento y la producción y que al ser optimizados, incrementan las posibilidades de obtener mayores rendimientos y calidad en los productos (Sumner, 1977).

El DRIS representa una serie de ventajas sobre los criterios de interpretación mencionados anteriormente, pudiéndose señalar los siguientes:

- a) Ordena los requerimientos, en términos de su importancia limitativa sobre el rendimiento.
- b) Considera prioritariamente el balance nutrimental.
- c) A través de los índices, muestra la intensidad relativa de insuficiencia y exceso.
- d) Una vez determinadas las normas, tienen aplicación universal.
- e) El diagnóstico puede realizarse, indistintamente de la variedad, edad del tejido o posición del órgano vegetal (Sumner, 1985).

De esta manera resulta, en teoría, notable la superioridad como metodología de diagnóstico nutrimental de éste sistema sobre los más comúnmente utilizados en la actualidad. En el caso específico de la alfalfa, Erickson (1982), desarrolló las normas para

Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre y Boro, con base a más de 1400 observaciones.

V MATERIALES Y METODOS.

5.1 Descripción geográfica de la zona.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se encuentra ubicada en el Valle de México, al Oeste de la cabecera del municipio de Cuautitlán Izcalli, en el Estado de México.

El municipio de Cuautitlán Izcalli se encuentra aproximadamente entre los 19° 37' y los 19° 45' de Latitud N. y entre los 99° 07' y los 99° 14' de Longitud W. y limita al sur con el municipio de Tultitlan, al SE. con el de Tultepec, al Este con el municipio de Melchor Ocampo, al Norte con el de Teoloyucan, al NE. con el de Zumpango y al W. con el de Tepotzotlán.

El municipio de Cuautitlán Izcalli está comprendido dentro de la provincia geológica del Eje Neovolcánico: las elevaciones que se pueden observar son; al SW. y W. del municipio las estrivaciones de las sierras de Monte Alto y Monte Bajo. Al SE. la sierra de Guadalupe separa el Valle de Cuautitlán del Valle de Tlalnepantla. El río Cuautitlán, que se origina en la presa de Guadalupe, atravieza el municipio en dirección SW-NW. Las aguas de ésta presa, junto con las de la presa de la Piedad y el Muerto, son utilizadas para el riego de los cultivos de la zona (Reyna, 1978).

La altitud media que se reporta para esta zona es de 2250 m.s.n.m.

5.2 Características climáticas.

De acuerdo con el sistema de Koppen modificado por Enriqueta García, el clima para esta región corresponde al C (w) (w) b (i), templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en Verano e invierno seco (menos del 5% de la precipitación anual),

LOCALIZACION DE TRES SITIOS DE MUESTREO EN EL ESTADO DE MEXICO



- | | | |
|--------------------|---|---|
| Rancho Santa Elena | # | 1 |
| Rancho San Mateo | # | 2 |
| Rancho Almaraz | # | 3 |

con Verano fresco y largo, con temperatura extremosa con respecto a su oscilación.

5.3 Temperatura.

La temperatura media anual es de 15.7 °C, con una oscilación media mensual de 6.5 °C, siendo Enero el mes más frío, con una temperatura promedio de 11.8 °C y Junio el mes más caliente, con 18.3 °C en promedio.

La temperatura máxima en promedio es de 26.5 °C durante el mes de Abril, seguido por Mayo y Junio.

La temperatura mínima en promedio es de 2.3 °C en Enero y 2.9 °C en Febrero, aunque se pueden presentar temperaturas bajo cero durante la noche o al amanecer en estos meses.

El promedio de horas frío en ésta zona oscila entre 800 y 820 al año; su mayor frecuencia se tiene en Enero (238) y la menor frecuencia en Noviembre (170).

La constante térmica o grados calor en la zona es en promedio de 1250 anualmente; su mayor concentración se tiene en los meses de Junio, Julio y Agosto (Reyna, 1978).

5.4 Precipitación.

La zona de estudio presenta un régimen de lluvias de Verano, concentrándose entre los meses de Mayo a Octubre, con Invierno seco.

La precipitación media anual es de 605 mm. siendo Julio el mes más lluvioso con 128.9 mm. y Febrero el mes más seco con 3.8 mm. las probabilidades de lluvia en ésta zona son menores del 50%, por lo que es indispensable contar con riego.

5.5 Siniestros climáticos.

En ésta zona, el promedio anual de días con heladas es alto, 64 días. La temporada de heladas empieza en el mes de Octubre y termina en el mes de Abril, siendo más frecuentes durante los meses de Diciembre , Enero y Febrero. Pueden presentarse heladas tempranas entre el 8 y 10 de Septiembre y heladas tardías en el mes de Mayo.

La frecuencia de granizadas en ésta zona, es muy baja, se pueden observar principalmente durante el Verano.

5.6 Características geológicas.

El Valle de Cuautitlán se localiza dentro de la provincia geológica del Eje Neovolcánico, en el que predominan rocas volcánicas cenozoicas de los periodos Terciario y Cuaternario (S.P.P. 1981). En la zona de Cuautitlán específicamente, se encuentran depósitos aluviales de material Igneo muy intemperizado, del tipo de las andecitas, brechas volcánicas y areniscas-tobas, que componen las serranías que rodean ésta zona.

5.7 Características edáficas.

5.7.1 Origen y formación de los suelos.

Los suelos de la FES-Cuautitlán, como la mayor parte de los suelos de la zona, son de formación aluvial y se originaron a partir de depósitos de material Igneo derivado de las partes altas que circundan la zona.

5.7.2 Desarrollo del suelo.

Son suelos relativamente jóvenes, en proceso de desarrollo; presentan un perfil de apariencia homogénea en el que no se aprecian fenómenos de iluviación o eluviación muy marcados, por lo que es difícil diferenciar horizontes de diagnóstico a simple vista. Son suelos profundos.

5.7.3 Clasificación del suelo.

De acuerdo con el sistema de clasificación FAO-DETENAL (S.P.P. 1981), éstos suelos han sido clasificados como Vertisoles pélicos (Vp). Son suelos que presentan una textura fina, arcillosos; son suelos pesados, difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan; forman grietas profundas cuando se secan, y pueden ser impermeables al agua de riego o de lluvia (S.P.P. 1981).

De acuerdo con el sistema de clasificación de la séptima aproximación, éstos suelos han sido clasificados dentro del orden Inceptisoles, suborden Andept, gran grupo Umbrandept, como Umbrandepts molice vérticos (Orlando de la Teja, 1982).

Son suelos jóvenes o que están en proceso de formación, a partir de depósitos de material reciente; no presentan fenómenos de Iluviación, eluviación o intemperismo muy marcados; presentan un horizonte superficial oscuro, relativamente grueso, con estructura bien desarrollada, pH mayor de 6 y una relación C/N entre 10 y 12 en suelos cultivados; con un alto contenido de material amorfo como el alofano en su fracción arcillosa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.8 Levantamiento nutricional

Para el levantamiento nutricional, primeramente se seleccionaron tres sitios dentro de la cuenca del Valle de México, en los cuales se tuvieran alfalfares de dos años de establecidas con la finalidad de tomar muestras de cada corte durante ocho meses. Los sitios escogidos fueron los siguientes; FES-Cuautitlán, Rancho Santa Elena y una parcela más en el poblado de San Mateo Xoloc en el municipio de Tepotzotlán.

Los muestreos se realizaron del 26 Junio de 1990 al 8 de Enero de 1991. se procedió primero a tomar una muestra compuesta de suelo constituida por un mínimo de 15 y un máximo de 20 submuestras simples tomadas al azar sobre la parcela, tratando de cubrirla en su totalidad, obteniéndolas con una barrena de gusano; la profundidad de muestreo fué de 0-20 cm. Las submuestras de cada sitio se depositaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas para conformar la muestra compuesta; éstas se secaron y se tamizaron con malla de 2 mm; se tomaron dos muestras compuestas por sitio elegido, una al iniciar el primer corte y la otra al final del total de los cortes.

A continuación se tomó la muestra vegetal, para lo cual se siguieron las recomendaciones técnicas respectivas en cuanto al número de plantas, así como la porción específica a muestrear, señaladas por Cázarez (1988).

Los muestreos de alfalfa se llevaron a cabo, en el momento en que los productores realizaban el corte de su parcela. Para evaluar rendimiento se tomaron un total de 26 muestreos por corte, con un cuadrante de 33 x 33 cm. La alfalfa se cortó con hoz a ras de

suelo; el producto de éstos 26 muestreos fueron llevados al laboratorio para ser pesados en fresco. La segunda consistió en recolectar 60 tallos aproximadamente esto también al azar, mientras se recorría la parcela en zig-zag.

En el laboratorio se introdujo a secar una muestra de peso conocido en una estufa a 72 °C por un tiempo mínimo de 48 horas y con esto se determinó el porcentaje de materia seca contenido en el material.

Los 60 tallos recogidos se midieron, y se lavaron con agua corriente y después fueron enjuagados con agua destilada, también se introdujeron a la estufa a secarse; una vez secos se molieron en un molino de acero inoxidable y con malla del número 40, enseguida se guardaron en bolsas de papel hasta el momento de su análisis.

A las muestras de suelo se les practicaron las siguientes determinaciones:

- a) pH; se utilizó una mezcla de agua suelo, relación 1:2 y la lectura se realizó con un potenciómetro, provisto con electrodos de vidrio,
- b) Materia Orgánica; se determinó mediante el método de Walkley y Black (Jackson, 1976), en suelo tamizado con malla de 0.5 mm.
- c) Nitrógeno asimilable; Se determinó mediante el valor de Materia Orgánica y un factor matemático 0.05 (Jackson, 1976).
- d) Fósforo aprovechable; se determinó por el método de Olsen, (Olsen y Dean, 1965).
- e) Potasio intercambiable; se midieron en un extracto hecho con Acetato de Amonio 1 normal pH 7, por el método flamométrico (Jackson, 1976).

A los tallos de alfalfa se les practicaron las siguientes determinaciones:

- a) Nitrógeno total mediante un digestado y colorimetría.
- b) Fósforo también mediante un digestado y colorimetría.
- c) Potasio mediante un digestado y colorimetría.

Los análisis de suelos se realizaron en el laboratorio de Suelos y Usos del agua y los análisis vegetales en el laboratorio de Química de la FES-Cuautitlán.

Los resultados obtenidos en ésta investigación, fueron comparados con tablas reportadas en la literatura.

VI RESULTADOS y DISCUSION.

6.1 Nitrógeno.

El contenido de Nitrógeno, que presentó la planta de alfalfa en el sitio de muestreo #1 (Rancho Santa Elena), fué como sigue; en el primer muestreo realizado el día 28 de Junio de 1990 el resultado fué de 2.18 %, este valor según la clasificación de Reuter y Robinson (1986), en sus intervalos nutrimentales para alfalfa esta en el rango de deficiente; el segundo corte realizado el 20 de Agosto del mismo año presentó un valor de 2.97% el cual se ubica dentro del intervalo de marginal segun los mismos autores; el tercer corte realizado el día 21 de Septiembre del mismo año presentó el valor más alto en contenido de este nutrimento con 3.56% considerado por los autores ya mencionados como alto; el cuarto corte presentó un valor de 2.73%, este muestreo fué realizado el día 12 de Noviembre de 1990 considerándose como deficiente y el quinto corte fué hecho el 8 de Enero de 1991 dando como resultado 2.50% que al igual que el anterior se ubica en el rango de deficiente. De acuerdo con el sistema DRIS en los cortes 1, 2 y 5 el comportamiento fué similar, siendo el Nitrógeno el elemento más requerido, seguido por el Fósforo y el que se encontró con mayor concentración fué el Potasio; en los cortes tres y cuatro el Fósforo fué el de menor concentración seguido por el Potasio y finalmente el Nitrógeno en el corte número tres; en el muestreo número cuatro el de mayor requerimiento fué el Fósforo seguido por Nitrógeno y por último el Potasio. (estas clasificaciones, así como el comportamiento de N,P,K. se muestran en el cuadro 4 y fig. 1,2 y 3 correspondientemente).

CUADRO 4 CLASIFICACION DE LOS VALORES DE N P K DE TRES SITIOS DEL VALLE DE MEXICO SEGUN LOS DIFERENTES AUTORES EN SUS TABLAS DE SUFICIENCIA NUTRIMENTAL.

SITIO	MARTIN Y MATOCHA			ERICASON ET AL.			PETER J. ROBINSON			DRIS	
	N	P	K	N	P	K	N	P	K		
STA. ELINA	1	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	BAJO	BAJO	SUFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	N P K
	2	DEFICIENTE	ALTO	ALTO	SUFICIENTE	SUFICIENTE	ALTO	MARGINAL	ALTO	ALTO	N P K
	3	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	SUFICIENTE	SUFICIENTE	SUFICIENTE	ALTO	ALTO	ALTO	P K N
	4	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	SUFICIENTE	BAJO	SUFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	P N K
	5	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	N P K
ALTA BAZ	1	DEFICIENTE	CRITICO	ALTO	BAJO	BAJO	SUFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	P N K
	2	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	DEFICIENTE	ALTO	ALTO	N P K
	3	DEFICIENTE	ALTO	ALTO	SUFICIENTE	SUFICIENTE	ALTO	DEFICIENTE	ALTO	ALTO	N P K
SAN MATO	1	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ALTO	SUFICIENTE	BAJO	ALTO	DEFICIENTE	DEFICIENTE	ALTO	P N K
	2	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	BAJO	SUFICIENTE	ALTO	DEFICIENTE	ALTO	ALTO	N P K
	3	DEFICIENTE	ALTO	ALTO	SUFICIENTE	SUFICIENTE	ALTO	MARGINAL	ALTO	ALTO	N P K
	4	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	SUFICIENTE	BAJO	SUFICIENTE	DEFICIENTE	ADECUADO	ALTO	P N K
	5	DEFICIENTE	ALTO	ALTO	SUFICIENTE	SUFICIENTE	ALTO	MARGINAL	ALTO	ALTO	N P K

Figura 1. comportamiento del contenido de nitrogeno en % en distintas fechas de corte en tres sitios del Valle de Mexico

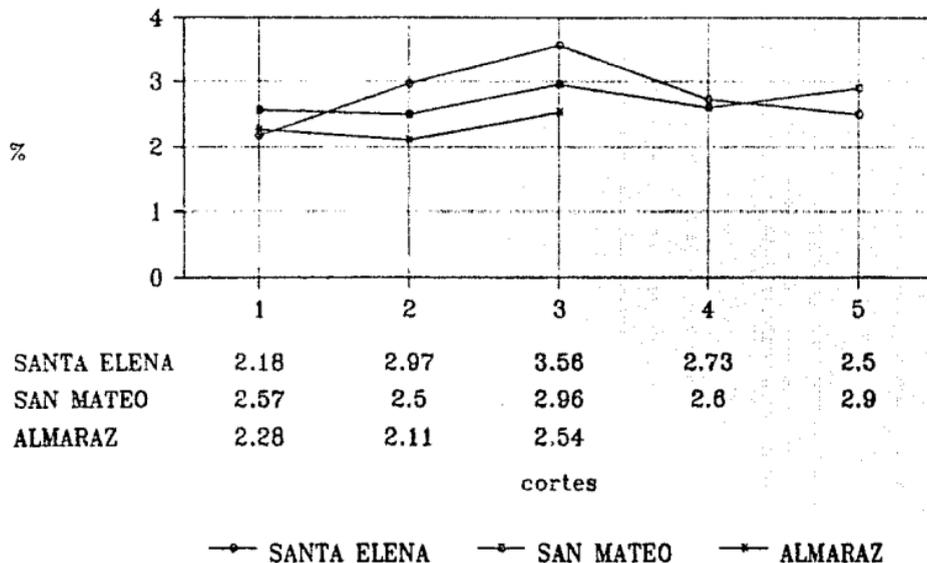
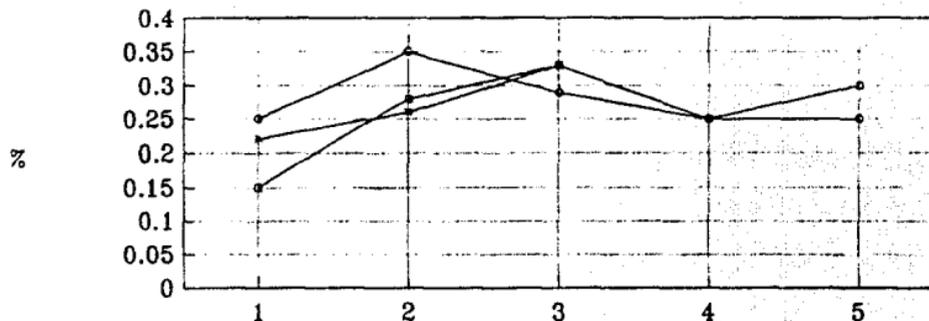


Figura 2. Comportamiento del contenido de fosforo en % en distintas fechas de corte en tres sitios del Valle de Mexico

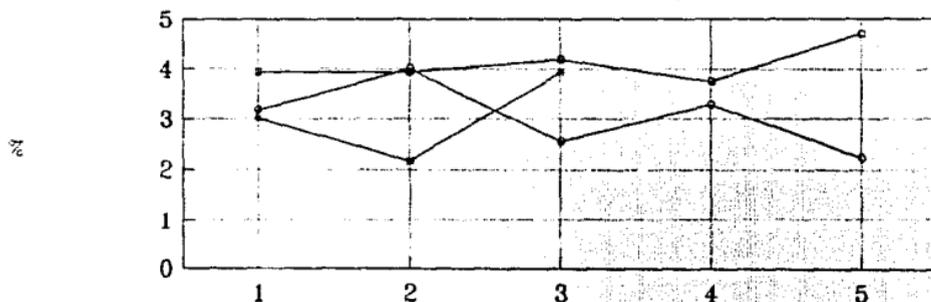


SANTA ELENA	0.25	0.35	0.29	0.25	0.25
SAN MATEO	0.15	0.28	0.33	0.25	0.3
ALMARAZ	0.22	0.26	0.33	0.25	0.25

cortes

—○— SANTA ELENA —■— SAN MATEO —▲— ALMARAZ

Figura 3. Comportamiento del contenido de potasio en ton/ha en distintas fecha de corte en tres sitios del Valle de Mex



SANTA ELENA	3.19	4.01	2.55	3.29	2.24
SAN MATEO	3.93	3.93	4.18	3.76	4.69
ALMARAZ	3.01	2.16	3.93		

cortes

—●— SANTA ELENA —○— SAN MATEO —●— ALMARAZ

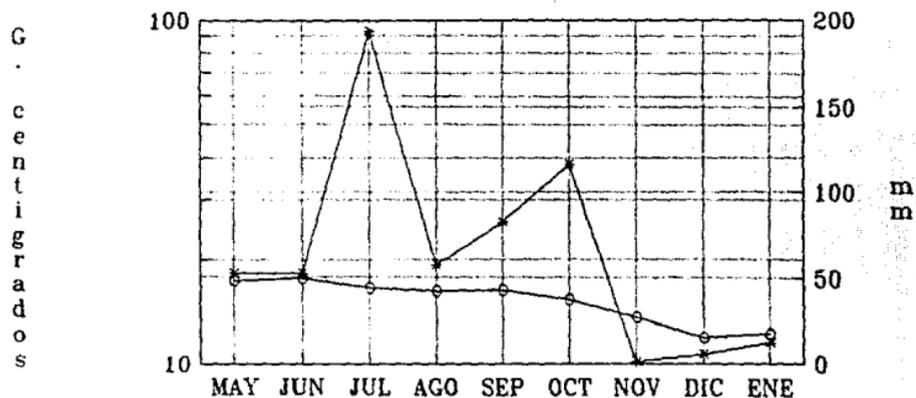
Para el sitio de muestreo #2 (Rancho Sn. Mateo), el contenido de Nitrógeno se dió de la siguiente manera: el primer muestreo realizado el 25 de Junio de 1990, presento un valor de 2.57% que es un valor deficiente según la clasificación antes mencionada; el segundo corte llevado a cabo el 30 de Julio del mismo año presentó un valor de 2.50%, ubicado también en el rango de deficiente; el tercer corte con un valor de 2.96% fué realizado el 5 de Septiembre de 1990 y según la clasificación anterior se considera como adecuado; el cuarto corte fué realizado el día 18 de Octubre de 1990 teniendo un valor de 2.6% ubicandose en el intervalo de deficiente; finalmente el quinto corte realizado el 21 de Noviembre del 90, dio como resultado 2.9%, considerado aún en el intervalo de marginal. En el orden de requerimiento DRIS, en los cortes 2, 3 y 5 el elemento de mayor demanda fúe el Nitrógeno después el Fósforo enseguida el Potasio en éste orden; en el corte 1 y 4 el comportamiento era de mayor requerimiento de Fósforo seguido de Nitrógeno y Potasio.

Para el sitio de muestreo #3 (Rancho Almaraz), el primer muestreo fué realizado el día 2 de Agosto del 1990 dando como resultado 2.28% en contenido de éste nutrimento considerado como deficiente según los autores anteriormente mencionados; el segundo corte fué realizado el día 23 de Octubre de 1990, teniendo un contenido de Nitrógeno de 2.11%, este valor claramente se ubica dentro del rango de deficiente; el tercer corte fué realizado el día 13 de Diciembre de 1990, presentando un porcentaje de 2.54, lo cual indica un rango deficiente. Conforme al DRIS, El Nitrógeno fué el más necesario en los cortes 2 y 3; en el segundo fué seguido por el Potasio y por

último el Fósforo, en el tercero el Nitrógeno fué seguido por el Fósforo y al final el Potasio; en el corte número 1 el mas necesario fué el Fósforo seguido por el Nitrógeno y al final el Potasio.

La temperatura y la precipitación juegan un papel muy importante en el desarrollo de los vegetales y la alfalfa no es una excepción; el Nitrógeno es un elemento el cual es muy volátil y además puede ser lavado y transportado a las capas inferiores dentro de la solución del suelo. Para este trabajo el mes de Julio fué el más lluvioso del año fig. 1A. y fué precisamente en éste mes donde la alfalfa muestreada en el sitio número uno y sitio número dos, mostro sus rendimientos más altos, dentro de los cinco cortes realizados; esto quizá fué debido a la elevada precipitación pero a su vez se proyectó en un efecto dilutivo en cuanto a concentración mineral, con rendimientos elevados; en este caso puede considerarse que el Nitrógeno, por la gran cantidad de agua pudo ser arrastrado a las capas inferiores del perfil del suelo, por lo cual no quedó disponible para la planta. A partir de éste corte, empezaron a decrecer los rendimientos y también hubo una baja en el contenido de Nitrógeno en la planta y esto pudo deberse a que las temperaturas empezaron a descender con lo cual la dinámica nutrimental también disminuye, esto es porque muchos de los elementos se liberan a partir de la materia orgánica en descomposición, esta actividad disminuye ya que los microorganismos que participan en ella no trabajan a temperaturas bajas. Otro factor importante a considerarse fué la posible baja fijación simbiótica de Nitrógeno elemental por parte de las cepas nativas de

Figura 1A Temperaturas y Precipitaciones del mes de mayo de 1990 a enero de 1991.



TEMPERATURA	17.3	17.6	16.6	16.3	16.4	15.5	13.8	12	12.3
PRECIPITACION	51.9	52	193.5	56.8	82.4	116.4	1.4	5.8	12.8

meses

—○— TEMPERATURA —*— PRECIPITACION

Rhizobium, las cuales posiblemente no son tan eficientes en dicho proceso ya que en ningún sitio experimental fué inoculada la semilla con el Rhizobium específico para alfalfa al momento de su establecimiento.

Habremos de recordar que la planta de alfalfa se desarrolla mejor en los suelos que tiendan muy poco a la alcalinidad, según los resultados obtenidos en los análisis de suelos, estos tienden a tener un pH ligeramente ácido, la acidez reduce el desarrollo nodular y por ende la fijación simbiótica del Nitrógeno atmosférico (Martin y Matocha, 1973).

6.2 Fósforo.

La variación en el contenido de Fósforo que presentó la alfalfa en el sitio de muestreo número 1 (Rancho Santa Elena), fué el siguiente; en el primer muestreo presentó una concentración de 0.25%; esto según la clasificación de Reuter y Robinson se ubica dentro del rango de adecuado, lo mismo que en la clasificación de Martin y Matocha; según Erickson constituyó un nivel bajo, éste muestreo fué realizado el 28 de Junio de 1990. El segundo corte realizado el 20 de Agosto del mismo año presentó un resultado de 0.35% de concentración de éste nutrimento ubicándose conforme a la clasificación de Reuter y Robinson en el intervalo de alto lo mismo que para Martin y Matocha mientras que para Erickson es suficiente. El día 21 de Septiembre se realizó el tercer corte, presentando un valor de 0.29% de éste elemento cayendo en el rango de alto según Reuter y Robinson y para Martin y Matocha es adecuado, mientras que para Erickson se ubica en el rango de suficiente; el cuarto corte

presentó un valor de 0.25% que resulto ser adecuado para Reuter y Robinson al igual que para Martin y Matocha, para Erickson es bajo; éste muestreo fué realizado el 12 de Noviembre de 1990. El quinto corte fué realizado el día 8 de Enero de 1991 presentando como resultado 0.25% que se clasifica dentro del rango de adecuado según Reuter y Robinson al igual que para Martin y Matocha, en la clasificación de Erickson está en el rango de bajo.

Para el sitio de muestreo número 2 (Rancho San Mateo), en la concentración de Fósforo se presentó de la siguiente manera; el primer muestreo realizado el 25 de Junio de 1990 presentó un valor de 0.15% que es un valor deficiente para la clasificación de Reuter y Robinson al igual que para Martin y Matocha, en la clasificación de Erickson es bajo; el día 30 de Julio fué realizado el segundo corte y tuvo un valor de 0.28%, ubicandose en la clasificación de Reuter y Robinson en el rango de alto, y para Martin y Matocha es adecuado mientras que para Erickson es suficiente; el tercer muestreo con un valor de 0.33% fué realizado el 5 de Septiembre de 1990 y según la clasificación de Reuter y Robinson se ubica en el rango de alto, lo mismo que para Martin y Matocha y para Erickson esta en el rango de suficiente; el cuarto corte fué hecho el 18 de Octubre de 1990 teniendo un valor de 0.25% ubicándose en el intervalo de adecuado para Reuter y Robinson, lo mismo que para Martin y Matocha, para Erickson está dentro del rango de bajo. El quinto corte hecho el 21 de Noviembre de 1990 dio como resultado 0.30% éste es considerado por la clasificación de Reuter y Robinson como alto lo mismo que para Martin y Matocha, para Erickson se ubica en el rango de suficiente.

En el sitio de muestreo número 3 (Rancho Almaraz), el primer muestreo fué realizado el día 2 de Agosto de 1990 teniendo como resultado 0.22% en contenido de éste nutrimento considerado dentro del rango de adecuado por la clasificación de Reuter y Robinson lo mismo que para Martín y Matocha y considerado por la clasificación de Erickson como bajo. El segundo corte se realizó el 23 de Octubre de 1990 teniendo un porcentaje en contenido de Fósforo de 0.26%, considerado por Reuter y Robinson como alto y en la de Martín y Matocha adecuado, Erickson lo clasifica como bajo. El corte número 3 fué realizado el 13 de Diciembre de 1990, obteniéndose como resultado 0.33%, en concentración de éste elemento lo cual indica que está dentro de la clasificación de Reuter y Robinson en el rango de alto, lo mismo para Martín y Matocha, para Erickson se ubica en el rango de suficiente.

Como se puede observar en los tres sitios de muestreo, el Fósforo presenta una notoria fluctuación en su contenido, pero a pesar de las diferentes clasificaciones en las tablas de suficiencia, cabe destacar que todos los valores se encuentran en un rango que va de 0.2 a 0.4%, que es el nivel óptimo para las leguminosas (Gauch, 1972; Mengel y Kirkby, 1978), a reserva del primer valor en el sitio de muestreo número 2, el cual pudo deberse a un error de análisis.

Se considera que las condiciones de precipitación y temperatura fueron las adecuadas para que en los tres sitios de muestreo se dieran estos resultados, ya que en el rancho Santa Elena (sitio de muestreo #1), en el segundo corte manifiesta su valor más alto de 0.35% correspondiendo éste al mes en que la precipitación fué más

regular y éste abastecimiento de agua trajo como consecuencia mayor difusión del Fósforo y una reducción en el pH (Muslera y Ratera, 1984), además que los resultados de los análisis de suelos muestran que el perfil de el suelo esta bien provisto de éste elemento esto hace que esté asegurado el suministro adecuado para la planta. Por otra parte, otro factor que se combinó con la buena precipitación en éste sitio fueron los contenidos de materia orgánica que muestra el cuadro (5), estas cantidades de materia orgánica aumentaron la capacidad de intercambio del complejo arcillo-húmico y una acidificación del medio (Muslera y Ratera, 1984), y por ende una mayor absorción de elementos en cuestión, además en éste sitio de muestreo no se presentó el efecto dilutivo. En el sitio de muestreo número 2, las condiciones de suelo y precipitación, fueron las mismas por lo que los contenido de éste elemento se encuentran en condiciones óptimas, solo que en éste lugar, se presenta el efecto dilutivo, por lo que en el cuadro (6) se observa en el tercer corte su valor más alto 0.33%, con un valor de rendimiento medio comparado entre el primero y el último, éste fenómeno hace que hasta en su último corte, a principios del Invierno tenga valores de 0.30% en contenido de éste elemento, esto lleva a suponer que en éste sitio de muestreo el suelo tiene una capacidad de abastecimiento superior a los otros dos.

En el Rancho Almaraz (sitio de muestreo #3), se observó el efecto dilutivo claramente ya que a mayor rendimiento se tienen los valores más bajos en éste elemento y además se observó bastante irregularidad en los intervalos de corte, lo que a la postre trae consigo consecuencias negativas en la vida productiva de cualquier

CUADRO (5) RESULTADO DE LOS ANALISIS DE SUELO INICIAL Y FINAL DE TRES SITIOS DISTINTOS DEL VALLE DE MEXICO

	SAN MATEO		ALMARAZ		STA. ELENA	
	I	II	I	II	I	II
PH	6.5	6.3	6.7	6.8	6.6	6.6
MATERIA ORGANICA (%)	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
	3.68	3.37	3.37	3.49	3.49	2.89
W Y B	RICO	RICO	RICO	RICO	RICO	RICO
NITROGENO (%)	0.168	0.1665	0.1685	0.1745	0.1745	0.1445
JACKSON 1976	RICO	RICO	RICO	RICO	RICO	MEDIA
FOSFORO (ppm)	31.28	32.76	59.34	48.47	51.33	36.3
OLSEN 1956	RICO	RICO	MUY RICO	RICO	MUY RICO	RICO
POTASIO (meq/100g)	0.4351	0.4424	0.5415	0.4617	0.4617	0.12425
MORENO (1978)	EXT. RICO	FOBRE				

RO(6) RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE N P K EN DISTINTOS CORTES EN TRES SITIOS DEL VALLE DE MEXICO

TIPO DE ESTREO	No. DE MUESTREO	MATERIA VERDE TON/HA.	MATERIA SECA TON/HA.	MATERIA SECA %	NITROGENO EXTRAIDO TON/HA	NITROGENO %	FOSFORO EXTRAIDO TON/HA	FOSFORO %	POTASIO EXTRAIDO TON/HA	POTASIO %
ELENA	1	18.351	4.3157	30.829	0.09403	2.15	0.01078	0.25	0.1071	3.11
	2	15.310	3.545	19.24	0.01746	2.17	0.01030	0.35	0.11104	4.01
	3	10.510	1.793	16.14	0.07059	2.56	0.00575	0.29	0.0501	2.55
	4	9.006	1.366	26.17	0.06459	2.73	0.005915	0.25	0.0771	3.29
	5	5.703	1.350	23.62	0.03395	2.50	0.005395	0.25	0.0524	2.24
MATEO	1	17.639	3.505	19.76	0.090	2.57	0.005253	0.15	0.1071	3.11
	2	16.729	4.055	24.24	0.1015	2.50	0.01135	0.26	0.1553	3.11
	3	14.751	2.341	15.9	0.067	2.96	0.0070	0.23	0.1111	4.11
	4	11.025	2.4636	27.3	0.064	2.60	0.00611	0.25	0.1111	3.71
	5	8.176	1.839	20.72	0.0553	2.90	0.00511	0.20	0.0511	4.11
FAZ	1	20.598	4.911	23.5	0.1119	2.25	0.0100	0.22	0.14782	3.01
	2	9.319	2.390	24.1	0.0504	2.11	0.006214	0.26	0.05162	2.11
	3	6.350	2.210	31.8	0.05615	2.54	0.009753	0.33	0.0516	3.91

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

cultivar.

6.3 Potasio.

El Potasio es un elemento que presumiblemente se encuentra en los suelos de México en cantidades suficientes para el abastecimiento de los cultivos, en los resultados se ve claramente comparandolos con las tablas de suficiencia en el sistema DRIS, que efectivamente, por lo menos los suelos de los sitios muestreados tienen la capacidad para el mantenimiento de los cultivos, por lo que éste elemento no fué considerado como problema para el desarrollo del alfalfar.

6.4 Rendimiento.

Para el sitio de muestreo #1 (Rancho Santa Elena), en el primer corte realizado el 28 de Junio de 1990 los rendimientos fueron de 13.99 ton./Ha. de materia verde y de materia seca de 4.31; éste valor sirve de referencia pero no podrá ser tomado para la sumatoria final de todos los cortes, porque se desconoce la fecha del corte anterior y por con siguiente su intervalo de corte. Para el segundo corte el rendimiento de materia verde fué de 15.31 ton./Ha. y de 2.94 de materia seca; éste corte se realizó el 20 de Agosto, con un intervalo de corte de 52 días. Para el tercer corte realizado el 21 de Septiembre se obtuvo un valor de 10.82 ton./Ha. de materia verde y de 1.98 de materia seca, con un intervalo de corte de 31 días. Para el cuarto corte su valor de rendimiento fué de 9.0 ton./Ha. de materia verde y 2.36 de materia seca; éste muestreo fué realizado el 12 de Noviembre del mismo año con 51 días de intervalo de corte. En el quinto corte éste sitio mostró un rendimiento de tan solo 5.70 ton./Ha. de materia verde y de 1.35 de materia seca, habiéndose realizado el 8 de Enero de 1991 con un intervalo de corte de 56 días.

Por su parte el sitio #2 (Rancho Sn. Mateo), en su primer muestreo presentó sus valores más altos en cuanto a rendimiento de materia verde y seca llegando a obtener 17.69 y 3.50 ton./Ha. respectivamente y se realizó el 25 de Junio de 1990; para el 30 de Julio del mismo año, con un intervalo de corte de 35 días fué hecho el segundo muestreo, presentando un rendimiento de 16.72 ton./Ha. de materia verde y un valor de materia seca de 4.05. (estos valores

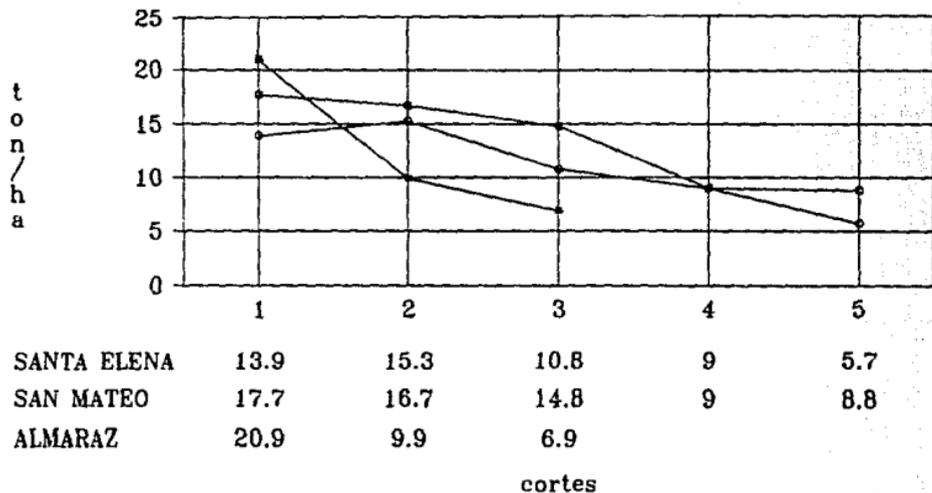
se muestran en las figuras 4,5,).

Para el tercer muestreo se obtuvo un rendimiento de 14.78 ton./Ha. de materia verde y 2.94 de materia seca; éste muestreo se realizó el 5 de Septiembre de 1990 con un intervalo de corte de 36 días. El cuarto corte se realizó el 18 de Octubre de 1990, con un intervalo de corte de 42 días y se obtuvieron los siguientes valores; materia verde 9.02 ton./Ha. y en materia seca 2.46 ton./Ha. Para el quinto corte éste cultivar mostró un rendimiento de 8.87 ton./Ha. de materia verde y en materia seca de 1.83, con un intervalo de corte de 36 días.

Ahora bien los rendimientos del sitio de muestreo #3 (Rancho Almaraz), fueron como sigue; para el primer corte realizado el 2 de Agosto de 1990, el rendimiento de materia verde fué de 20.89 ton./Ha. y de 4.91 ton./Ha. de materia seca. Para el segundo corte bajo drásticamente, con un valor de 9.9 ton./Ha. de materia verde y 2.39 de materia seca por Ha. y su intervalo de corte de 82 días; éste muestreo se realizó el 23 de Octubre del mismo año. En el tercer muestreo realizado el 13 de Diciembre del mismo año con un intervalo de corte de 51 días se obtuvieron valores de 6.95 ton./Ha. de materia verde y de 2.21 ton./Ha. de materia seca, los intervalos de corte se muestran en la fig. 7.

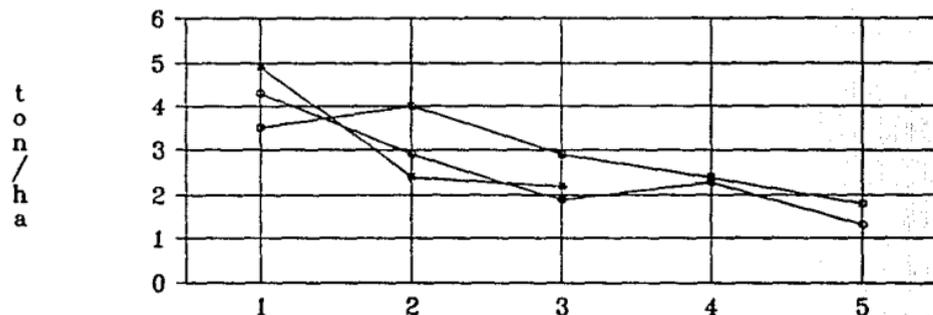
El comportamiento que tienen los tres sitios de muestreo es casi similar ya que a partir del primer corte en adelante tienden a disminuir su rendimiento de manera general, a excepción del sitio #1 donde su mayor rendimiento lo obtiene en su segundo corte, pero tiene una conversión de materia seca más baja que en el primer corte, lo que lleva a considerar que como este corte se realizó en

Figura 4. Rendimiento de materia verde en ton/ha en distintas fechas de corte en tres sitios del Valle de Mexico.



—○— SANTA ELENA —○— SAN MATEO —●— ALMARAZ

Figura 5. Rendimiento de materia seca en ton/ha en distintas fechas de corte en tres sitios del Valle de Mexico.

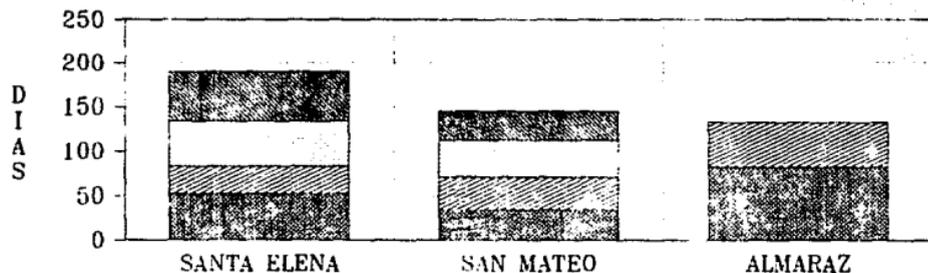


SANTA ELENA	4.3	2.9	1.9	2.3	1.3
SAN MATEO	3.5	4	2.9	2.4	1.8
ALMARAZ	4.9	2.4	2.2		

cortes

—○— SANTA ELENA —○— SAN MATEO —●— ALMARAZ

Figura 7: Intervalos de corte (en días)
de tres sitios distintos en el Valle de
Mexico.



CORTE 4	56	33	
CORTE 3	51	42	
CORTE 2	31	36	51
CORTE 1	52	35	82

SITIOS

CORTE 1
 CORTE 2
 CORTE 3
 CORTE 4

el mes de Agosto y previo a este corte el mes de Julio fué el más lluvioso, el cultivar se enmalezó y al momento de evaluar la materia verde ésta se incrementó, lo que demuestra que el manejo de éste sitio en cuanto al control de malezas es poco satisfactorio. A partir de lo que se observó en los tres sitios, cuando la planta obtenía una mayor altura el rendimiento se incrementaba pero los contenidos en nutrimentos disminuían esto es en Nitrógeno, Fósforo y Potasio; otro fenómeno que se observo es que a medida que los intervalos de corte se ampliaban los contenidos nutrimentales disminuían, es decir hubo un efecto dilutivo, con excepción del sitio #1; por el contrario, los valores más altos en los tres nutrimentos se presentaron cuando la planta creció menos y el intervalo de corte también fué menor. La otra causa por las cuales se redujeron los rendimientos de forraje a partir del primer muestreo, es decir a partir de Junio, es porque en los meses subsecuentes la temperatura empezó a disminuir al igual que las precipitaciones, pero esto se compensa, ya que a medida que empieza el Invierno la planta crece menos pero tiene mejor calidad nutrimental.

Por otra parte en el sitio de muestreo #3 (Rancho Almaraz), el rendimiento total es bueno, pero aparentemente, ya que en los 8 meses de seguimiento solo se obtuvieron 3 cortes y en los otros dos sitios de muestreo se obtuvieron 5 cortes. En promedio la producción de materia verde para el sitio de muestreo #1, es de 288.6 Kg./Ha./día, y de 68.24 de materia seca; para el sitio #2, se registro una producción de 459.6 Kg./Ha./día de materia verde y 101.37 de materia seca y el sitio de muestreo #3, registró una

producción de 283.9 Kg. de materia verde/Ha./día, y 71.5 Kg. de materia seca/Ha./día.

Consideramos que tanto la producción de materia verde como de materia seca por día es buena, cabe aclarar que de los tres sitios de muestreo el más productivo y constante en cuanto al tiempo de corte, es el sitio #2, lo que demuestra que tiene un mejor manejo. Los rendimientos de materia verde y sobre todo de materia seca se pueden superar en los otros dos sitios de muestreo (1 y 3), con un mejor manejo, se tendría una producción más constante a través del ciclo productivo del alfalfar y se prolongaría la vida del cultivar.

6.5 Análisis de Suelo.

Los resultados de los análisis de suelo practicados a los sitios de muestreo que se ilustran en el cuadro (5), muestran claramente que no existe ninguna restricción para el desarrollo de ésta planta forrajera, ya que los valores de pH se encuentran dentro de los límites tolerables para este cultivo; en cuanto a la Materia Orgánica los valores se clasifican como ricos según Ortiz, (1980). En lo que respecta al porcentaje de Nitrógeno sigue el mismo comportamiento que la materia orgánica según Jackson (1976), se clasifica como rico y únicamente en el sitio #1, se altero en el segundo muestreo bajando de rico a medio. Así mismo en Fósforo el sitio #2, en el primer y segundo muestreo se clasificó como rico, pero en los sitios #1 y 3, varió de muy rico en el primer muestreo a rico en el segundo, dentro de la clasificación que hace Olsen (1965) en este nutrimento. Por su parte el Potasio se clasifica

como extremadamente rico en el primer muestreo para los tres sitios y en el segundo muestreo solo varia en el sitio #1, que se clasifica como pobre.

Los tres sitios presentaron valores de pH que van de ligeramente ácido a ligeramente básico, sin registrarse variación alguna en este parámetro.

En general se considera que el comportamiento de los resultados obtenidos del análisis de suelo, no muestran altibajos drásticos, sin embargo, la variación de los valores en el sitio #1 en lo que respecta a materia orgánica, Fósforo, Potasio y % de Nitrógeno y para el sitio de muestreo #3 la variación en Potasio y Fósforo, se considera que probablemente se debió no tanto al manejo del recurso suelo sino a las condiciones en las cuales se desarrollo el segundo muestreo ya que en dicha época tanto la temperatura como la precipitación habían disminuido y por consiguiente las actividades biológicas del suelo, propiciando que la dinámica de los elementos esenciales varien; otra razón por la cual en estos sitios se observa una disminución de sus valores antes mencionados es que para el sitio #1 y 3, la planta extrajo más de estos nutrimentos; esto se deduce por los valores que reportan los análisis de planta y la clasificación en los niveles de suficiencia así como los resultados de suelos.

6.6 Correlación de los parámetros analizados.

En los cuadros de correlación para el sitio de muestreo # 3 (área agrícola de FES-C) se deduce que en la Altura de Planta contra Nitrógeno; a mayor altura de planta hay un menor contenido de

Nitrógeno, es decir existe una correlación negativa, de igual manera pasa con el Potasio y el Fósforo siendo más negativa la correlación para este último elemento, esto se debe probablemente al fenómeno dilutivo que se presentó en este cultivar (Del Pozo, 1983; Cázarez, 1988).

Para Materia Verde contra N, P, y K. se presentó el mismo efecto; los tres elementos muestran efectos dilutivos, siendo también el Fósforo el más afectado; para Materia Seca contra los tres elementos analizados también se presenta el efecto mencionado y de la misma manera el Fósforo es el más perjudicado. Ahora bien, la correlación existente entre Nitrógeno-Potasio ($r=.99$), seguida por la de Nitrógeno-Fósforo ($r=.71$) y por último la de Fósforo-Potasio ($r=.64$) fueron positivas y además significativas, siendo esta última la más baja, lo que indica que el Nitrógeno y el Potasio están más correlacionados es decir al aumentar el contenido de uno, el otro elemento aumenta también; este comportamiento era de esperarse (Muslera y Ratera, 1984).

Para el sitio # 2 (San Mateo Xoloc), se presenta el mismo efecto; a medida que la altura de planta es mayor, aumenta también el rendimiento de Materia Verde, pero el efecto dilutivo se hace presente en los contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Pero en este caso en particular es más marcado para el Potasio, es decir el valor aumenta pero negativamente, lo mismo sucede para Materia Verde y Seca, los tres elementos son negativos en la correlación. Este sitio se comporta de igual manera que el anterior ya que la correlación más alta entre elementos, se encuentre entre Nitrógeno y Potasio, seguida por Nitrógeno-Fósforo y por último la de

Nitrógeno, es decir existe una correlación negativa, de igual manera pasa con el Potasio y el Fósforo siendo más negativa la correlación para este último elemento, esto se debe probablemente al fenómeno dilutivo que se presentó en este cultivar (Del Pozo, 1983; Cázares, 1988).

Para Materia Verde contra N, P, y K. se presentó el mismo efecto; los tres elementos muestran efectos dilutivos, siendo también el Fósforo el más afectado; para Materia Seca contra los tres elementos analizados también se presenta el efecto mencionado y de la misma manera el Fósforo es el más perjudicado. Ahora bien, la correlación existente entre Nitrógeno-Potasio ($r=.99$), seguida por la de Nitrógeno-Fósforo ($r=.71$) y por último la de Fósforo-Potasio ($r=.64$) fueron positivas y además significativas, siendo esta última la más baja, lo que indica que el Nitrógeno y el Potasio están más correlacionados es decir al aumentar el contenido de uno, el otro elemento aumenta también; este comportamiento era de esperarse (Muslera y Ratera, 1984).

Para el sitio # 2 (San Mateo Xoloc), se presenta el mismo efecto; a medida que la altura de planta es mayor, aumenta también el rendimiento de Materia Verde, pero el efecto dilutivo se hace presente en los contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Pero en este caso en particular es más marcado para el Potasio, es decir el valor aumenta pero negativamente, lo mismo sucede para Materia Verde y Seca, los tres elementos son negativos en la correlación. Este sitio se comporta de igual manera que el anterior ya que la correlación más alta entre elementos, se encuentre entre Nitrógeno y Potasio, seguida por Nitrógeno-Fósforo y por último la de

CORRELACION ENTRE N, P, K, ALTURA DE PLANTA, MATERIA VERDE Y
MATERIA SECA.

SITIO: SANTA ELENA (#1).

NÚMERO DE CLASES: 5

NÚMERO DE VARIABLES: 6

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Alt.Pla.	M. Verde	M.Seca
Nitrógeno	1.00000					
Fósforo	0.53764	1.00000				
Potasio	-.05359	0.62143	1.00000			
Alt. Pla.	0.20429	0.78703	0.94587	1.00000		
M.Verde.	-.27323	0.26627	0.60100	0.64470	1.00000	
M.Seca	-.46392	0.05483	0.59091	0.55288	0.96162	1.00000

CRITICAL VALUE (1-TAIL, .05) = + Or - .82213

CRITICAL VALUE (2-TAIL, .05) = +/- .88233

N = 5

CORRELACION ENTRE NITROGENO, FOSFORO, POTASIO, ALTURA
DE PLANTA, MATERIA VERDE Y MATERIA SECA.

SITIO: SAN MATEO (#2).

NUMERO DE CLASES: 5

NUMERO DE VARIABLES: 6

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Alt.Pla.	M.Verde	M.Seca
Nitrógeno	1.00000					
Fósforo	0.64919	1.00000				
Potasio	0.75478	0.47749	1.00000			
Alt. Pla.	-.59685	-.53791	-.79732	1.00000		
M. Verde	-.37880	-.38389	-.38640	0.85149	1.00000	
M. Seca	-.64895	-.33013	-.61426	0.87478	0.90394	1.00000
CRITICAL VALUE (1-TAIL, .05) = + Or -				.82213		
CRITICAL VALUE (2-TAIL, .05) = +/-				.88233		
N = 5						

CORRELACION ENTRE NITROGENO, FOSFORO, POTASIO, ALTURA DE PLANTA,
MATERIA VERDE Y MATERIA SECA.

SITIO: ALMARAZ (#3).

NUMERO DE CLASES: 5

NUMERO DE VARIABLES: 6

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Alt.Pla.	M.Verde	M.Seca
Nitrógeno	1.00000					
Fósforo	0.71738	1.00000				
Potasio	0.99526	0.64621	1.00000			
Alt.Pla.	-.63255	-.99337	-.55421	1.00000		
M. Verde	-.31808	-.88868	-.22435	0.93549	1.00000	
M. Seca	-.17892	-.81380	-.08237	0.87520	0.98968	1.00000

(TOO SMALL TO CALCULATE CRITICAL VALUES)

VII CONCLUSIONES

1.- En el sistema de diagnóstico DRIS, como para los diferentes autores el elemento más deficiente fue el Nitrógeno, debido probablemente a una ineficiencia bacteriana del Rhizobium a causa de la acidificación del suelo.

2.- Los tres sitios muestreados obtienen sus rendimientos más altos en los primeros cortes, siendo el mejor para el sitio #2 (17.69 ton/Ha.) en adelante descienden, debido a que la temperatura como la precipitación disminuyen y por lo tanto la actividad microbiológica del suelo.

3.- El sitio que presenta una fluctuación más regular en cuanto a sus rendimientos y contenido de N.P.K., es el sitio # 2, y la tendencia que sigue es natural debido a la época en que se realizaron los muestreos.

4.- El sitio que en su cultivar presentó una mayor capacidad de conversión de Materia Seca es el # 2 (San Mateo), debido a que sus fluctuaciones en cuanto a su contenido nutricional no son muy drásticos.

5.- En contenido de Fósforo en todos los sitios están dentro de los rangos aceptables de 0.2 - 0.4 %.

6.- En los tres sitios se está produciendo forraje de calidad, aunque la literatura reporta valores más altos en cuanto al Nitrógeno, los resultados obtenidos son buenos.

7.- El manejo agronómico que se le dio a cada sitio, influyó en el desarrollo y contenido nutricional de ésta planta.

8.- Es necesaria la inoculación con la bacteria *Rhizobium meliloti*, para asegurar tanto la infectividad como la efectividad de la misma, garantizando de ésta manera la fijación de Nitrógeno y el abasto para la planta durante la estación de crecimiento.

9.- Tanto los rendimientos como los contenidos de N,P,K, se pueden elevar aun más sí, en cada sitio se tuviera una vigilancia más estricta en cuanto a su manejo, haciendo los cortes oportunos de acuerdo a la fisiología de la planta. Ya que los suelos contienen niveles más que adecuados en éstos nutrimentos.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Aguirre, A.G., R.M. León, R.M.A. Vega, 1991. Manual de Análisis Químico de plantas. FES-C., UNAM. México.
- 2.- Agricultura Técnica en México. vol. 10. # 1. Enero-Junio 1984.
- 3.- Aldrich, D.R. 1973. Plant analysis. Problems and opportunities. In: L.M. Walsh and J.D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis. SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 213-221.
- 4.- Alva, A.K. 1983. Its mineral requeriments and chemical composition. Bull. N.J. Agric. Exp. Sta. # 748.
- 5.- Alvarado, B.,A. 1964. Estudio de fertilización Potásica aplicada a un alfalfar establecido en un suelo de Chapingo, Méx. Tesis de M.C. Especialista en Edafología. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- 6.- Arteaga, R.,F. 1968. Efecto del Potasio y de la humedad del suelo sobre el desarrollo y transpiración de Plántulas de maíz. Tesis de M.C. Especialista en Edafología. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- 7.- Bailey, L.D. 1983. Effects of potassium fertilizer and fall harvests on alfalfa grown on the Eastern Canadian Praires. Can. J. Soil Sci. 63: 211-219.
- 8.- Barbarick, K.A. 1985 Potassium fertilization of alfalfa grown on a soil high in potassium. Agron. J. 77:442-445.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 9.- Bates, T.E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and thier evaluation: a review. Soil Sci. 112:116-130.
- 10.- Beaufils, E.R.1973. Diagnosis and Recomendation Integrated System (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on priciples developed from research in plaant nutrition. Soil Sci. Bull. # 1, Univ. Natal, South Africa.
- 11.- Beaufils, E.R., M.E. Sumner. 1976. Application of the DRIS aproach for calibrating soil, plant , yiel and plant quality factors of sugarcane. Proc. South Afr. Sugar Tech Assoc. 1-7.
- 12.- Bolton, J.L. 1962. Alfalfa. Botany, Cultivation and utilization. Interscience Publ. Inc., New York.
- 13.- Bolton, J.L. B.P. Goplen, H. Baenziger. 1972. World distribution and historial developments, In C:H. Hanson (e.d.).Alfalfa science and technology. Amer. Soc. Agron. Agronomy 15. Madison, Wisconsin. pp. 1-34.
- 14.- Bueno J., J.F. 1981. Efecto de tres inoculantes y sus interacciones con niveles de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y contenido de proteína en soya (Glycine max. L. (merr)) Var. Tropicana. Tesis de M.C. Especialista en Edafología. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.

- 15.- Burns, J:C., C.L. Rhykerd, C.H. Noller, R.R. Cummings 1974.
Influence of N, P and K fertilization on the mineral
concentration in alfalfa. *commun. Soil Sci. Plant Anal*
5:247-259.
- 16.- Cajuste, L.J. 1977, *Química de suelos con enfoque agrícola*.
1ª edición. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- 17.- Caldwell, et.al. Sulfur Effects on alfalfa and corn.
Agronomy Journal. vol. 61. Jul-Aug. 1969. pag. 633-634.
- 18.- Castillo, P., G.G., S. Aburto M. 1979. cultivo de la
alfalfa. En R.S. Robles (ed.). *Producción de Granos y*
Ferrajés. 2ª edición. Editorial LIMUSA, México. pp. 441-468.
- 19.- Castro, A.L. 1983. Conozca más sobre alfalfa. *Noticiamec*.
SARH.INIA-CIAMEC. 2 : 1-5.
- 20.- Cázarez, G.L.R. 1988. Evaluación del estado nutrimental de
los alfalfares del Valle de México. Tesis. Colegio de
Posgraduados. Chapingo, México.
- 21.- Chávez S., A. 1975. Efecto de la fertilización con N, P, Mo,
Co y Fe y del manejo de dos cepas de inoculante
(*Rhizobium phaseoli*) sobre la nodulación, acumulación de
nitrógeno y rendimiento de frijol. Tesis de M.C. Especialista
en Edafología. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- 22.- Chojnacki, A. 1984. The evaluation of the nutritional status
of Oats by the DRIS method. *Proc. III Int. Colloq.*
Plant Nutr. 1:139-148.
- 23.- Clarkson, and Andrew. Lucerne nutrition on granitic soil.
Tropical Grasslands. vol. 13. # 2. July. 1979.

- Cooper and Burton. Forage and turf potential for giant bermuagrass. *Agronomy Journal*.
- 24.- Del Pozo I., M. 1983. La alfalfa; su cultivo y aprovechamiento 3ª edición. Edit. Mundi-prensa, Madrid, España.
- 25.- Deorge, T.A., P.J. Bottomley, E.H. Gardner. 1985. Molybdenum limitations to alfalfa growth and nitrogen content on a moderately acid high-phosphorus soil. *Agron. J.* 77:895-900.
- 26.- Dow, A.I., S. Roberts. 1982. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. *Agron. J.* 74:401-203.
- 27.- Erickson, T., K.A. Kelling, E.E. Schulte. 1982. Predicting alfalfa nutrient needs through DRIS. *Proc. Wis. Fert. Aglime y Pest Mgmt. Conf.* 21:233-246.
- 28.- Etchevers, J.D., A. Trinidad S., S. Guerrero M., A. Perez G., D. García L., G. Morfín R. 1985. Levantamiento nutricional del maíz en la Sierra Tarasca de Michoacán. *Agraciencia* 60:143-154.
- 29.- Feigenbaum, S., A. Hadas. 1980. Utilization of fertilizer nitrogen (nitrogen 15) by field grown alfalfa. *Soil Sci. Soc. Amer. Jour.* 44: 1006-1010.
- 30.- Gauch, H.G. 1972. *Inorganic plant nutrition*. Dowden, Hutchinson y Ross, Stroudsburg, Philadelphia.
- 31.- Goss, D.W., B.A. Stewart. 1979. Efficiency of phosphorus utilization by alfalfa from manure and superphosphate. *Soil Sci. Amer. Jour.* 45: 523-527.

- 32.- Griffith, W.K. 1974. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. In D.A. Mays (ed.) Forage fertilization. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin. pp.147-170.
- 33.- Havard, D.B. 1978. Las plantas forrajeras tropicaleres. 2ª Reimpresión. Editorial Blume. Madrid España.
- 34.- Havlin, J.L., D.G. Westfall, H.M. Golus. 1984. Six years of phosphorus and potassium fertilization of irrigated alfalfa on calcareous soils. Soil Sci. Soc. Amer. Jour. 48: 331-335.
- 35.- Hughes, H.D., E.M. Heath., D.S. Metcalf., 1981. Forrajes. 10ª impresión. Compañía Editorial Continental. México. pp. 151-162.
- 36.- Jackobs, J.A., D.A. Miller. 1970. Agron. Abstr. ASA. p. 80.
- 37.- Jackobs, J.A., T.R. Peck., W.M. Walker. 1970. Illinois. Agr. Exp.Sta. Bull. 738. 24p.
- 38.- Jackson, M.L. 1976. Análisis químico de suelos. Traducción de M.J. Beltran. 3ª edición. Edit. Omega. Barcelona, España.
- 39.- Jones, G.D., J.A. Lutz Jr. 1974. Effects of fertilization and irrigation on yield and potassium content of alfalfa and on available soil potassium. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 5: 155-163.

- 40.- Juscafresa, B. 1980. Forrajes; fertilizantes y valor nutritivo. 2ª edición. Edit. Aedos, Barcelona, España. Kelling, K.A., E.E. Schulte, T. Kaehler. 1983. Use of DRIS in routine Plant analysis. Proc. Fert. Aglime y Pest Mgt. Conf. 22: 239-244.
- 41.- Kimbrough, E.L., R.E. Blaser, D.D. Wolf. 1971. Potassium effects on regrowth of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Agron. J. 57: 613-616.
- 42.- Kresge, C.B., S.E. Younts. 1962. Effect of varios rates and frequencies of potassium application of alfalfa and alfalfa-orchardgrass. Agron. J. 54: 313-316.
- 43.- Langer, R.H.M. Las pasturas y sus plantas, 1ª edición. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo, Argentina. pp. 417-438
- 44.- Lutz, J.A. Jr. 1973. Effects of potassium fertilization on yield and K content of alfalfa and on available subsoil K. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 4: 57-65.
- 45.- Macy, D. 1936. The quantitative mineral nutrient requirements of plants. Plant Physiol. 11: 749-764.
- 46.- Mahler, R.L. 1983. Influence of pH on yield and N and P nutrition of alfalfa grown on an Andic Mission Silt Loam. Agron. J. 75: 731-735.
- 47.- Mahler, R.L., H.A. Menser. 1986. Forage production on Andic soil: I. the influence of phosphorus fertilization on alfalfa and birdsfoot trefoil. Soil Sci. 141: 417-421.

- 48.- Markus, D.K., W.R. Battle. 1965. Soil and plant responses to longterm alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Agron. J.* 57: 613-616.
- 49.- Martin, W.E., A. Ulrich, Morse, D.L. Mikkelsen. 1955. Potassium deficiency of alfalfa in California. *Better crops with plant food.* 39: 6-12, 46-51.
- 50.- Martin, W.E., J.E. Matocha. 1973. Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. In L.M. Walsh and J.D. Beaton (eds.). *Soil testing and plant analysis.* SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 393-426.
- 51.- Meldal-Johnsen, A., M.E. Sumner. 1980. Foliar diagnostic norms for potatoes. *J. Plant Nutrit.* 2: 569- 576.
- 52.- Melsted, S.W., H.L. Motto, T.R. Peck. 1969. Critical plant analysis data. *Agronomy Journal.* 61: 17-20.
- 53.- Mercado, M.G. 1990. Datos estación meteorológica. FES-C. UNAM. México.
- 54.- Mengel, K.E.A. Kirkby. 1978. *Principles of plant nutrition.* Inter Potash Inst., Bern, Switzerland.
- 55.- Midgely, A.R., Earl Stone. 1958. Vermont. *Agr. Exp. Sta. Bull.* 607. 15p.
- 56.- Moreno D.,R. 1978. Clasificación tentativa para suelos y aguas agrícolas. Mimeografiado. INIA-SARH. México.
- 57.- Moreno D.,R. 1970. Tablas de interpretación para Potasio. consultadas en el laboratorio de Suelos. FES-C. UNAM. México.

- 58.- Muldoon, D.K. Nutrition of irrigated crops on alkaline brown clay soil at Trangie, New South Wales. 1. Lucerne. *Hust. J. Exp. Agric.* 1986. 26. 445-449.
- 59.- Munns, D.N., R.L. Fox. 1976. Depression of legume growth by liming. *Plant and Soil*. 45: 701-705.
- 60.- Munns, D.N. 1964. Soil acidity and regrowth of a legume. I. Interactions of lime with nitrogen and phosphate on growth of *Medicago sativa* L. and *Trifolium subterraneum* L. *Aust. J. Agric. Res.* 16: 743-755.
- 61.- Munson, D.R., W.L. Nelson. 1973. Principles and practices in plant analysis. In L.M. Walsh and J.D. Beaton (eds.). *Soil testing and plant analysis*. SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 223-248.
- 62.- Muslera, P., E., G.C. Ratera. 1984. *Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento*. Primera edición. Edit. Mundi-prensa. Madrid, España.
- 63.- Nelson, W.W., S.A. Barber. 1964. Nutrient deficiencies in legumes for grain and forage. In H.B. Sprage (ed.). *Hunger signs in crops*. Third edit. David Mc Kay Compy. pp. 143-169
- 64.- Nattall, W.F. 1976. Effect of soil moisture tension and amendments on yields and on herbage N, P and S concentration of alfalfa. *Agorn. J.* 68: 741-744.
- 65.- Nattall, W.F. 1985. Effect on N, P, and S fertilizers on alfalfa grown on three soil types in Northeastern Saskatchewan. I. Yield and soil tests. *Agron. J.* 77: 41-46.

- 66.- Olsen, S.R., L.A. Dean. 1965.- Phosphorus. In C.A. Black (ed.) Scen of soil analysis. Part 2. Amer. Soc. Agron. Agronomy 9. Madison, Wisconsin. pp. 1035-1049.
- 67.- Ortiz, V.B., S.C.A. Ortiz. 1984. Edafología. Cuarta edición, U.A.Ch., Chapingo México.
- 68.- Peñaloza, V.A., E.T. Castro., R.M. Valdes. 1984. Inoculación de alfalfa, con cepas de Rhizobium meliloti, en los Valles Centrales de Oaxaca. Agricultura Técnica de México. vol. 10. # 1. Enero-Junio. 1984. pp. 17-29.
- 69.- Peters, E.J., J.F. Stritzke. 1970. Herbicides and nitrogen fertilizer for the establishment of three varieties of springdown alfalfa. Agron. J. 62: 259-262.
- 70.- Peterson, L.A., D. Smith, A. Krueger. 1983. Quantitative recovery by alfalfa with time of K placed at different soil depths for two soil types. Agron. J. 75: 25-30.
- 71.- Primo, Y.E., D.J.M. Carrasco. 1981. Química Agrícola I. Reimpresión. ed. Alhambra. Madrid, España.
- 72.- Ramírez, P., F., R.J. Laird. 1960. ¿ Como afectan la producción de alfalfa las aplicaciones de Fósforo y estiercol?. Agric. Téc. Méx. SAG. 10: 57-59.
- 73.- Reuter, D.J., J.B. Robinson (eds.). 1986. Plant analysis. Inkata Press. Melbourn, Australia.
- 74.- Rhykerd, C.L., C.J. Overdahl. 1972. Nutrition and fertilizer use In C.H. Hanson (ed.). Alfalfa science and technology. Amer. Soc. Agron. Agronomy 15. Madison, Wisconsin. pp. 437-468.
- 75.- Rodríguez S., J., M.J. Gandarillas. 1969. Toma y

- procesamiento de la muestra de planta. Bol. #3. Depto. de suelos. Fac. de Agron. Univ. Catol., Santiago, Chile. pp. 29.
- 76.- Roderic, E.B. et al. 1960. Efecto del estado de madurez al tiempo de corte en la producción y población de la alfalfa en el Valle de México y el Bajío. Oficina de Estudios Especiales. SAG.
- 77.- Salinas, C.S., L.J.M. Urviola. Guía para cultivar alfalfa en. Guanajuato. CIAB-INIA.
- 78.- SARH. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estadística. Resultados del año agrícola 1990-1991.
- 79.- Sheaffer; C.C., M.P. Russelle, O.B. Hesterman, R.E. Stucker. 1986. Alfalfa response to potassium, irrigation and harvest management. Agron. J. 78: 464-468.
- 80.- Schenkel, G. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante la producción de materia seca en ensayos de macetas. II. Diagramas de fertilidad. Turrialba. 21: 263- 271.
- 81.- Smith, D., R.D. Powell. 1979. Yield of alfalfa as influenced by levels of P and K fertilization. Commun. Soil sci. plant anal. 10: 531-543.
- 82.- Smith, P.F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. Ann. Rev. Plant Physiol. 13: 81-108.
- 83.- Smith; D. 1975. Effects of potassium topdressing on a low

- fertility Silt Loam on alfalfa herbage yields and composition and on soil K values. Agron. J. 67: 60-64.
- 84.- Stivers, R.K., A.J. Ohlrogge. 1952. Influence of phosphorus and potassium fertilization of two soil types on alfalfa yield, stand and content of these elements. Agron. J. 4:618-621.
- 85.- Sumner, M.E. 1977. Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crop of high yield levels. Commun. Soil Plant Anal. 8:251-268.
- 86.- Sumner, 1983. Foliar diagnostic norms for sorghum. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 14: 817-825
- 87.- Tesar, M.B. 1972. NCR-31 Committee, Forage Management and Physiology.
- 88.- Thompson, Ph. D.L.M. 1974. El suelo y su fertilidad. Tercera ed. Reverté. España.
- 89.- Tisdale, L.S., W.L. Nelson, J.D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. 4th. ed. Macmilan Publis. New York. Ulrich, A. 1952. Physiological bases for assesing the nutritional requeriments of plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 3: 207-228.
- 90.- Wallace, A. 1952. Influence of nutrient concentration on the growth and chemical composition of alfalfa. Agron. J. 44: 57-60.