



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA
Y DOSIS DE FOSFORO OPTIMAS PARA
PRODUCCION DE FORRAJE Y SEMILLA DE VEZA
DE INVIERNO (*Vicia villosa Roth*) EN LA
F.E.S. - CUAUTITLAN, MEXICO"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
**JUAN CARLOS COLORADO YAREZ
MARIO CISNEROS SANTOYO**

**ASESORAS: O.B. LILIAN MORFIN LOYDEN
M.C. DENEZ CAMACHO MORFIN**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNAM
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APPROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Determinación de densidad de siembra y dosis de fósforo óptimas para producción de forraje y semilla de veza de invierno (Vicia villosa Roth) cultivada en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán".

que presenta el pasante: Colgado Váñez Juan Carlos
con número de cuenta: 8051220-4 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APPROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 15 de Septiembre de 1997

PRESIDENTE D.B. Lillian Morán Loyden
VOCAL Biol. Elva Martínez Holguín
SECRETARIO M.C. Manganita Tado Robledo
PRIMER SUPLENTE Ing. Raúl Espinoza Sánchez
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Edgar Onelas Díaz

UAE/DEP/VAP/01



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

C. U. N. A. M.
 INSTITUTO DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
 EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APPROBATORIO

DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLÁN
 P R E S E N T E .

AT/N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Determinación de densidad de siembra y dosis de Fósforo óptimas para
producción de forraje y semilla de vena de ensiame (Vicia villosa Roth)
cultivada en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán".

que presenta el pasante: César Sánchez Moya
 con número de cuenta: 8007000-7 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Agrícola.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APPROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
 "POR MI PAZ HA BLARÁ EL ESPÍRITU"
 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 25 de Setiembre de 1997

PRESIDENTE Q.B. Lillian Morán Loyden
 VOCAL Biol. Elva Martínez Holguín
 SECRETARIO M.C. Margarita Tadeo Robledo
 PRIMER SUPLENTE Ing. Raúl Espinoza Sánchez
 SEGUNDO SUPLENTE Ing. Edgar Osnelas Díaz

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, ESPECÍFICAMENTE A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES POR LA FORMACIÓN PROFESIONAL QUE NOS BRINDÓ.

A NUESTRAS ASESORAS, ESPECIALMENTE A LA Q.B. LILIAN MORFÍN LOYDEN QUIEN CON SUS ESTÍMULOS , APOYO Y DILIGENCIAS HIZO POSIBLE LA REALIZACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO.

A LOS INGENIEROS ADOLFO OCHOA Y JUAN GARYBAY POR SU COLABORACIÓN EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

AL H. JURADO POR SUS VALIOSAS OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS HECHAS AL PRESENTE TRABAJO.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MIS PADRES

LUZ MARÍA YAÑES GORDILLO Y PEDRO COLORADO SÁNDRIA

!! HASTA SIEMPRE !!

Carlos

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

FRANCISCO CISNEROS PALOMO Y MARÍA SANTOYO LARA

A MIS HERMANOS

María

INDICE.

RESUMEN	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.	01
1.1. Objetivos:	04
1.2. Hipótesis:	05
II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA de la <i>Vicia villosa</i> Roth.	06
2.1. Origen	08
2.2. Importancia y usos	06
2.3. Botánica	09
2.3.1. El género <i>Vicia</i>	09
2.3.2. Descripción Botánica	10
2.3.3 Taxonomía	14
2.4. Antecedentes históricos del cultivo de la veza de invierno (<i>Vicia villosa</i> Roth).	14
2.5. Requerimientos ambientales para el cultivo de la <i>Vicia villosa</i> Roth.	15
2.5.1. Climáticos.	15
2.5.1.1. Temperatura.	15
2.5.1.2. Humedad.	16
2.5.2. Requerimientos edáficos.	17
2.6. El cultivo de la veza de invierno	19
2.6.1. Preparación del terreno.	19
2.6.2. Época de siembra.	20
	V

	Pag.
2.6.3. Densidad de siembra y asociación.	21
2.6.4. Inoculación de la semilla	26
2.6.5. Métodos de siembra	29
2.6.6. Fertilización	29
2.6.7. Labores culturales.	33
2.6.7.1. Control de malezas.	33
2.6.7.2. Plagas y enfermedades.	34
2.6.8. Cosecha y rendimiento de la veza de invierno.	35
2.6.8.1. Cosecha de forraje.	35
2.6.8.2. Producción, cosecha y rendimiento de semilla de veza de invierno.	37
2.7. El Fósforo.	40
2.7.1. Importancia.	40
2.7.2. Contenido y movilidad de Fósforo en los suelos.	41
2.7.3. Formas de Fósforo en el suelo.	44
2.7.3.1. Fósforo fijado.	48
2.7.3.2. Fósforo intercambiable.	51
2.7.4. Dinámica del Fósforo.	52
2.7.4.1. Meteorización.	52

2.7.4.2.	Intercambio catiónico.	52
2.7.4.3.	Disolución.	53
2.7.5.	Funciones del Fósforo en la planta.	53
2.7.5.1.	Absorción de Fósforo.	56
2.7.5.2.	Etapas fenológicas críticas en cuenta a necesidad de Fósforo y su disponibilidad en el suelo.	58
2.7.6.	Aplicación del Fósforo.	59
2.7.6.1.	Época de aplicación.	59
2.7.6.2.	Dosis de fertilización fosfatada.	60
2.7.6.3.	Fuentes fosforadas.	61
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.	65
3.1.	Localización y caracterización fisiográfica del lugar	65
3.1.1.	Suelos.	66
3.1.2.	Clima.	66
3.2.	Conducción del experimento.	67
IV.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	
4.1.	Resultados del análisis estadístico del rendimiento de forraje para el primero y segundo corte de veza-avena y veza respectivamente.	69
4.1.1.	Primer corte.	69
4.1.2.	Segundo corte.	72
		VII

4.1.3. Rendimiento de semilla de veza de invierno.	75
4.2. Discusión.	77
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
VI. BIBLIOGRAFÍA	86
VII. ANEXOS	90

R E S U M E N

Como una alternativa para la obtención de forraje de buena calidad durante la época de sequía, en los últimos años se ha tratado de introducir el cultivo de Veza de Invierno (Vicia villosa Roth) en las zonas templadas del país, dado que ésta planta puede producir forraje bajo condiciones de escasa humedad (450 mm de precipitación como mínimo) y bajas temperaturas (hasta -12 °C).

Los objetivos del presente trabajo son obtener en un ciclo de cultivo dos cosechas de forraje y una cosecha de semilla, así como generar información más precisa con respecto a la densidad de siembra y dosis de fertilización fosfórica óptimas en el cultivo de Veza de Invierno (Vicia villosa Roth) para la producción de forraje y semilla en la zona de Cuautitlán, estado de México

La siembra se realizó en la segunda semana de julio, en una parcela experimental de la F. E. S. - Cuautitlán, México. Se evaluaron tres densidades de siembra (40, 60 y 80 kg./ha de semilla respectivamente) y tres dosis de Fósforo (0, 40 y 80 kg./ha de Fósforo respectivamente). Se utilizó un diseño factorial 3x3 (dos factores con tres niveles cada uno) y una distribución bajo un arreglo de bloques al azar, obteniéndose 9 tratamientos con 4 repeticiones (36 unidades experimentales de 12 m² cada una).

Los resultados finales para las condiciones bajo las cuales se realizó el experimento, muestran que el mejor tratamiento para la producción de forraje fue la combinación de 60 kg./ha de semilla de veza de invierno con 40 kg./ha de Fósforo (produciendo 16.6 ton/ha de materia seca). La mayor producción de semilla (197.3 kg./ha) se obtuvo cuando se combinó la densidad de siembra de 80 kg./ha de semilla de veza con 80 kg./ha de Fósforo.

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

En la República Mexicana se requiere de una vigorosa agricultura forrajera que garantice el desarrollo de la ganadería, mediante un adecuado abastecimiento de forraje de buena calidad a bajo costo, durante todo el año (especialmente en época de sequía), observando el buen equilibrio y conservación de los recursos naturales (Calva *et. al.*, 1992).

Debido a las características climáticas que prevalecen en sus distintas zonas templadas de México, en la estación invernal disminuye la producción de forraje de buena calidad, por lo que durante la época de sequía la obtención de éste es muy limitada.

Esta carencia, tiene efectos negativos en las regiones templadas y boscosas, donde se practica la ganadería de tipo extensivo actividad en la cual los ganaderos y los pastores, para asegurar el rebrote de los pastos nativos realizan la quema de los pastizales naturales o praderas naturales y consecuentemente la quema de los bosques causando con ello el deterioro ecológico.

Las estadísticas han demostrado que el 90% de los incendios son intencionales y según la Subsecretaría Forestal, tan solo en 1991 se registraron 8,621 incendios que afectaron 269,000 has De superficie forestal. Con el objeto de disminuir el deterioro de el medio ambiente, ocasionado por incendios forestales, la S.A.R.H., implementó investigaciones a partir de 1973 respecto al cultivo de veza de invierno Vicia villosa Roth. Como una alternativa para la obtención de forraje de buena calidad durante la época que la producción de éste es escasa (Águilar y Gutiérrez, 1984; S.A.R.H., 1991).

La veza de invierno Vicia villosa Roth. Es una planta forrajera de reciente introducción(en comparación con alfalfa y los tréboles) y cuyo origen se encuentra en la región Mediterránea y de Asia, y fue trasladada como maleza de los cereales a Europa Central, (Czapieu'ska,1968).

Las características agronómicas y forrajeras de ésta planta: resistencia a temperaturas inferiores a 0° C. tolerancia a sequías no muy prolongadas. poco exigente en cuanto a propiedades físicas del suelo Debido a su hábito de crecimiento (semirastrero), la veza de invierno proporciona una cobertura que protege al suelo de la erosión, así como también impide con ésta la proliferación de malezas, disminuyendo así las labores culturales. Otro beneficio es el suministro de Nitrógeno al suelo mediante la fijación simbiótica de N₂ atmosférico; además, la cantidad de materia orgánica que la Vicia villosa Roth. aporta al suelo es muy considerable, mejorando de este modo las condiciones físicas del suelo. Por todo esto, el cultivo de la veza de invierno se le considera como mejorador de suelos (Schoth y Mckee, 1962 citados por Hughes, 1966; Henson y Schoth, 1968, Allen y Ethel, 1981; Aguilar y Gutiérrez, 1984; S. A. R. H., 1991).

Desde el punto de vista forrajero, la Vicia villosa Roth., cultivada sola o asociada con cereales produce excelentes rendimientos de calidad comparables a otras leguminosas que no resisten tanto el invierno, puede suministrarse en fresco o henificada lo que da la pauta para conservarla y utilizarla durante el estiaje (De Escauriza, 1923; Henson y Schoth, 1960).

En suma, la necesidad de forraje de buena calidad durante el estiaje en las zonas templadas de México, la necesidad de proteger y preservar de los incendios a los recursos forestales, y las propiedades antes mencionadas de la Vicia villosa Roth., han hecho a esta susceptible de adaptarse como cultivo; sin embargo, por ser una especie de reciente introducción al país se presenta la problemática de obtención de semilla, pues tiene que ser importada de E.U.A. (Aguilar, 1987).

Por otra parte, aunque algunos ganaderos ya producen forraje, aun no logran producción de semilla para su autoabastecimiento. Dada la gran necesidad que se tiene del forraje no permiten que el cultivo complete su ciclo hasta la reproducción y obtención de semilla. Generando esto la dependencia de las semillas importadas (Aguilar, 1990; Castro, 1991).

Es necesario crear programas de producción de semillas, que permitan al menos producir nuestros requerimientos. Estamos obligados a contar con nuestro propio germoplasma y si bien no podemos competir en el mercado, necesitamos disminuir los riesgos de mayor dependencia de las importaciones de semillas, lo cual implica fuga de divisas (Calva et al. 1992). Aquí la producción de semilla adquiere carácter estratégico para cualquier sociedad y en cualquier tiempo (García G ; 1982, Garduño, 1987; Calva, 1992). Sin embargo, la producción de semillas esta limitada por factores tales como los insumos entre los cuales se encuentra la semilla inicial y fertilizantes, así como la optimización de éstos, lo cual determina en gran parte la rentabilidad de dicha producción

Con el objeto de contribuir a la creación de un banco de germoplasma de semillas nacionales, se planteó el presente trabajo, el cual pretende estudiar la producción de forraje y semilla de veza de invierno (Vicia villosa Roth),realizando 2 cosechas de forraje y una de semilla, en un mismo ciclo, así como su respuesta a la fertilización con Fósforo y a la variación de la densidad de siembra bajo las condiciones agroecológicas que prevalecen en la F.E.S. Cuautitlán, México.

1.1.-OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1.1.1. Objetivos:

1.1.1.1. Evaluar a la *Vicia villosa* Roth para la producción de dos cosechas de forraje y una de semilla en un ciclo, bajo las condiciones agroecológicas de la F.E.S.-Cuautitlán, U.N.A.M., México.

1.1.1.2 Determinar la densidad de siembra óptima para la producción de forraje y semilla de Vicia villosa Roth en la F.E.S. Cuautitlán, U.N.A.M.; México.

1.1.1.3 Determinar la dosis de fertilización con Fósforo, con la cual se obtenga el mayor rendimiento de forraje y semilla de Vicia villosa Roth en la F.E.S. Cuautitlán, U.N.A.M.; México.

1.1. 2. HIPÓTESIS

1.1.2.1. Suministrando riego durante la sequía, en la F.E.S.-Cuautitlán-México será factible la producción de dos cosechas de forraje y semilla de veza de Invierno.

1.1.2. 2. La densidad de siembra es un factor fundamental que influye decisivamente en el rendimiento de forraje, así como en el rendimiento de semilla.

1.1.2.3. El macronutriente del que la veza de invierno requiere mayor suministro es el Fósforo (P); por lo que si se aplica diferentes dosis obtendremos diferentes respuestas en cuanto a rendimiento de forraje y semilla.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen de la Vicia villosa Roth

Todas las especies de uso comercial del género Vicia son nativas u originarias de Europa y territorios asiáticos adyacentes, así como de la Cuenca del Mediterráneo. A pesar de que existen alrededor de este género 150 especies distribuidas por el mundo, sólo 25 se consideran nativas de Norteamérica (E.U.A.), sin embargo, no se tienen fechas precisas de la introducción de la Vicia villosa Roth y V. Sativa L. A éste país, se coincide con Czapięu'ska al considerar que la Vicia villosa Roth (también conocida en Polonia y E.U.A. como arenosa, Veza Peluda o Veza de Invierno) es originaria de la región del Mediterráneo y de Asia, y fue trasladada a Europa central como una maleza de los cereales. Otra versión corresponde a Gutiérrez y Aguilar (1984), quienes aseveran que la Vicia villosa Roth tiene su centro de origen en Rusia, fue introducida y adaptada a Canadá y E.U.A. (Schoth y McKee, 1962; cit. Pos. Hughes, 1966; Henson y Schoth, 1968; Allen y Ethel, 1981; Czapięu'ska, 1968).

2.2 Importancia y usos de la Vicia villosa Roth.

En muchas partes del mundo, se hacen esfuerzos continuos para aumentar la producción de alimentos incrementando el área de tierras cultivadas con lo cual en diversas ocasiones se produce la degradación de los suelos, esto los hace menos productivos o improductivos. El nutriente más requerido en la agricultura para la producción vegetal es el Nitrógeno; sin embargo, ha sido utilizado en forma irracional, por lo cual se convierte en un gran contaminante del medio ambiente. Una forma de utilizar el Nitrógeno de manera eficiente, es el manejo integral de las técnicas de labranza y el cultivo de leguminosas solas o en

asociación con otros cultivos; así como estableciendo rotaciones de cultivos (Utomo y Frye, 1990).

Las plantas leguminosas tienen la capacidad de fijar el Nitrógeno atmosférico enriqueciendo el suelo (Schoth y Mckee, 1962; Henson y Schoth, 1968; Gross, 1962; Duthil, 1980; Martínez V., 1986; Rikerl y Gordon, 1988; Yágodin, 1986; Allen y Ethel, 1981; Utomo y Frye, 1990)

Aunque la Vicia villosa Roth, es de reciente introducción al cultivo como elemento adicional de los cereales, ha tenido un enorme significado, por ello el alcance de éste cultivo ha aumentado con el tiempo (Czapieú'ska, 1968)

La veza vellosa Vicia villosa Roth se cultiva en Invierno en muchos países de Europa y Asia por su gran resistencia a las bajas temperaturas, lo cual favorece a la rotación de cultivos, pues de otra manera en la estación referida, las tierras estarían ociosas (Henson y Schoth, 1968). Esta especie vegetal da la oportunidad de obtener forraje fresco en Invierno y heno durante el estiaje, con una calidad excelente (Muslera y Ratera, 1984; Henson y Schoth, 1968; Czapieú'ska, 1968; De Escauriaza, 1923; Aguilar, 1987).

Cuando se siembra asociada con gramíneas de grano pequeño (trigo, avena, cebada y centeno) o algún otro cultivo como maíz y algodón, la asociación resulta muy benéfica, pues la Veza de Invierno proporciona Nitrógeno al suelo para el buen desarrollo del otro cultivo (Czapieú'ska, 1968; Henson y Schoth, 1968; Utomo y Frye, 1990; Aguilar, 1987).

Es muy común que la Vicia villosa Roth sea utilizada como abono verde, incrementando los rendimientos de los cultivos que le precedan en el terreno, esto se logra incorporando la Veza al suelo y dependiendo del rendimiento por unidad de superficie, así será la cantidad de Nitrógeno. Por ejemplo: si el rendimiento es de 5.8 kg./m² equivalente a 16.9 kg. de N₂/Ha. Es importante que la cosecha sea durante la etapa de floración (Henson y Schoth, 1968). Sin embargo la Veza Vellosa no sólo incrementa el rendimiento de los cereales mediante su incorporación, sino también al fijar el Nitrógeno atmosférico (Fuentes y Osorio, 1980; Sawicki, 1985; Roberts, Moore y Johnson, 1988). Comparando la Vicia

villosa Roth como abono verde con dosis recomendadas de fertilizante (NaNO_3) a razón de 225.8, 338.7 y 451.6 kg /Ha respectivamente, resultó mejor la Vicia villosa Roth como aportador de Nitrógeno inorgánico, de tal manera que cuando se incorporó 1.5 Ton/4017 m^2 de Vicia villosa Roth fue equivalente a 47 kg /ha de N_2 ; cuando se incorporó 3.5 Ton/4017 m^2 de Vicia villosa Roth fue equivalente a 79 kg. de N_2 /ha.

Respecto a la conservación del suelo de la Veza de Invierno es un cultivo que se utiliza como cobertura en Europa, E.U.A. y desde la década de los setentas en la República Mexicana; esto es muy conveniente durante el Invierno, época en que por las bajas temperaturas se inhibe el crecimiento de otras especies forrajeras; dejando desnudo el suelo y expuesto a la erosión eólica e hídrica. Es aquí donde una vez más, el cultivo de la Veza de Invierno adquiere carácter conservacionista (Schoth y Mckee, 1962; Henson y Schoth, 1968; De Escarriaza, 1923; Aguilar y Gutiérrez, 1984; Aguilar, 1987; S.A.R.H.; 1991).

El uso de la Veza de Invierno como forraje es una práctica muy común, ya que mezclada con gramíneas anuales o sola es un alimento muy nutritivo para todo tipo de ganado, puede ser segada o pastoreada (Henson y Schoth, 1968). Según estos autores también se suministra a animales estabulados, según lo primero, que es lo más recomendable. Los mismos autores reportan rendimientos de heno de veza villosa desde 3.7 a 8.7 Ton/Ha; la S.A.R.H. (1991) reporta rendimiento de 15 a 20 ton/ha de forraje fresco en el primer corte y aproximadamente 20 ton/ha de forraje fresco en el segundo corte.

Según De Escarriaza (1923), los rendimientos de la Veza hienificada y cultivada en época de sequía es de 2.5 a 4 ton/ha. Por su parte Sawicki (1985), obtuvo rendimiento de forraje fresco de hasta 30 ton/ha utilizando veza invernal asociada con centeno, obteniendo después del rebrote una excelente cosecha de semilla tanto de veza como de centeno.

En mezclas de Vicia villosa Roth y Centeno se reportan rendimientos de 5,991 kg./ha (Robinson, 1960; Turbin, 1965; Karkov, 1965; Sokolova et al., 1969; y Bernstein, 1974; citados por Fuentes y Osorio, 1980).

En Inglaterra Roux y Howe (1966) compararon la producción de diferente leguminosas de invierno, resultando las más productivas dos variedades de Vicia villosa Roth, Grazing Vetch y Hairy Vetch, con 7.67 y 7.09 ton/ha de materia seca.. Mientras que Kirenev (1965) evaluando diferentes variedades de veza de invierno obtuvo rendimientos de forraje verde de 2.36 a 29.3 ton/ha. En México, Aguilar (1967) menciona que la veza de invierno asociada con avena produce 25 ton/ha de forraje verde y en el rebrote este produce de 12 a 16 ton/ha de forraje verde.

CUADRO 1. Comparación de la composición química proximal y digestibilidad de forraje fresco de veza de invierno (Vicia villosa Roth) y de alfalfa (Medicago sativa).

MATERIA SECA 100%				
COMPOSICIÓN QUÍMICA			DIGESTIBILIDAD APARENTE %	
Fracción	Veza	Alfalfa	Veza	Alfalfa
Proteína cruda	24.41	19.30	63.10	76.35
Cenizas	7.10	9.2	67.21	65.56
E.E. ¹	6.00	2.60	78.28	56.62
F.D.N. ^{2*}	29.99	27.30	49.44	47.11
E.L.N. ³	33.43	41.30	61.71	66.71
T.N.D. ⁴			76.28	64.25
E.D. (Kcal/Kg) ⁵			3,356.00	2,529.42

1 Extracto etéreo.

2 Fibra detergente neutro. *(determinado por el método de Van Soest).

3 Extracto libre de Nitrógeno.

4 total de nutrientes digestibles.

5 energía disponible.

(Maldonado, 1990)

2.3. Botánica de la Vicia villosa Roth.

2.3.1. El género Vicia

Existen 150 especies diferentes de éste género. La Veza es un planta herbácea del ciclo anual o bianual, puede ser rastrera o bien de hábitos trepadores ya que posee zarcillos; sus hojas son paripinadas, enteras o dentadas

hacia el ápice, lineales u oblongas; ráquis generalmente hendido simple o ramificado desde el suelo; estípulas pequeñas, semisagitadas; flores azules, violetas, amarillas o blancas, sésiles, solitarias o fasciculadas, sobresalientes de las axilas foliares o de los entrenudos, racimos axilares; brácteas temporales caducas, brácteolas ausentes, caliz campanulado, tubular, tubo oblicuo y obtuso hacia la base, 5 lóbulos bien desarrollados, sin diferencias mayores a los lóbulos más cortos con tendencia a ser ovados u oblongos, la base tiende a reducirse, las alas o sépalos son oblongo-oblicuas, unidas hacia el centro de la quilla, los pétalos de la quilla son más pequeños que la alas, y el estandarte es oblongo o amplio. Estambres monadelfos u diadelfos, libres o unidos por la base, filamentosos o filiformes, anteras uniformes, ovarios subsésiles o firmes con muchas ovulaciones, raramente 2 ovulaciones, comprimidos dorsalmente, pubescencia en torno al ápice; estigma terminal, vaina generalmente comprimida, oblonga o lineal, plana o abultada, sin septación entre la semillas, 2 valvas dehiscentes; 2 o más semillas, globosas, raramente comprimida, cotiledones gruesos, (Bentham y Hooker, 1965; Boutique, 1954; citados por Allen y Ethel, 1981).

2.3.2. Descripción Botánica de la Vicia villosa Roth.

Según De Escarriaza (1923), en general las veces se describen como plantas herbáceas pertenecientes a la familia Leguminosa, Subfamilia Papilionaceae, Tribu de las Vicias. Tienen raíces bastante profundas, algo fibrosas, provistas de numerosas nudosidades o nódulos donde se alojan las bacterias que fijan el Nitrógeno atmosférico (N₂). Poseen tallos trepadores de 86 a 90 cm de longitud; hojas compuestas de 6 a 8 pares foliares y terminadas por un zarcillo o látigo con el cual se sujeta a los soportes; en su inserción con el tallo presentan estípulas en forma de flecha. Las flores nacen de las axilas o puntos de unión de las hojas con el tallo, son solitarias, casi sentadas, su coloración varía de rojo al violeta.

Czapiew'ska (1968), describe la *Vicia villosa* Roth, como la única forma invernal de la planta papilionacea de grano grueso aclimatadas a Polonia. Se divide según la cantidad de vello en las hojas en velluda y lampiña. Dependiendo de las condiciones climáticas y del suelo, el tallo alcanza de 30 cm hasta 2m, las hojas son velludas y están en pares, son compuestas a su vez por folíolos (en el nivel medio pueden ser de 6 a 7 pares); la hoja termina en un zarcillo, la forma y tamaño de la hoja varía según el biotipo, pudiendo ser cortas, largas, anchas o angostas.

Quizá De Escauriza (1923) haga referencia a otras especies de *Vicia*, pero no a *Vicia villosa* (también la cantidad de vello varía considerablemente). El tallo es delgado y flexible, por lo que requiere de soporte (tutor). El sistema radicular es más desarrollado que el de la veza de primavera. Las flores de la veza invernal están colocadas en pedúnculos largos, formando racimos de más de 10 flores cuyo color puede ser violeta, rojo o bien azul - violeta (rara vez de color púrpura o blanco). La Veza de Invierno es una planta alógama. Las vainas son pequeñas, de 2 a 3 cm de longitud y contienen un promedio de 5 semillas, las cuales son redondas y de color pardo oscuro o negro.

Herman (1960), dice que la *Vicia villosa* Roth es una planta anual o bianual, con tallos vellosos y de más de 1 m de longitud, las hojas son pinadas con folíolos en número de 10 a 20, angostas de forma oblonga o lineales lanceoladas, obtusas de ápice agudo, con una longitud de 1 a 2.5 cm; pedúnculos alargados; las inflorescencias son racimos densos, con flores de 10 a 40 en número; yemas plumosas; las flores tienen una longitud de 2.3 a 4 mm, gibosas en su parte superior, el pedicelo aparentemente se encuentra invertido ventralmente, la parte inferior es dentada lineal - acicular, los vellos son de 2 a 5 mm de largo, la parte alta lineal - triangular, es de 0.8 a 1.5 mm de tamaño; la corola es de color violeta y/o rosa encendido o ligeramente blanquecina, el lóbulo de la glabra es comúnmente menor que el promedio del tamaño de la uña; vainas oblongas, de 2 a 3 cm de largo, con un grosor de 7 a 10 mm castaño claro (café - amarillento) cuando maduras, oblicuas y puntiagudas; semillas globosas, de 3 a 4.5 mm de

diámetro, de color negro, el hilo se prolonga abarcando 1/3 de la circunferencia de la semilla.

El mismo autor (Herman, 1960), argumenta que respecto a la descripción anterior los agrónomos se basan en observaciones de plantas de invernaderos y en las características de la semilla, pero que existen desacuerdos con los taxonomistas con respecto a la denominación o diferenciación de la Veza Velluda y la Veza Lampiña, así como lo posición taxonómica correcta de las especies actuales, lo cual deberá esperar la realización de nuevos estudios en conjunto que integren y homogeneicen conocimientos y criterios en cuanto a la Botánica de la Vicia villosa Roth y de las distintas vezas.

Henson y Schoth (1968), coinciden con Herman (1960), con respecto a la gran dificultad para diferenciar a las vezas entre si en los Estados Unidos de América ; sin embargo también Henson y Schoth (1968), describen a las vezas en general, como plantas anuales exceptuando a la Vicia villosa Roth, la cual según estos autores se comporta como anual o bianual. También asegura que la mayoría de las especies de Vicia son semitrepadoras excepto Vicia faba, con tallos muy flexibles cuya longitud oscila entre los 2 y 5 pies (de 61 cm a 1.52 m) y en algunas especies la longitud es mayor ; todas las vezas que son cultivadas poseen hojas compuestas de muchos folíolos, sin determinar el número, siendo la excepción la Vicia ervilia W., la cual tiene pocos folíolos, las hojas terminan en un zarcillo que les sirve para trepar y sostenerse de otras plantas o soportes; las flores son de número indefinido pues varían según la especie, pero se encuentran dispuestas en racimos; el fruto es una legumbre (vaina) cuyas características también varían de acuerdo a la especie en cuestión; la semilla es de forma oval o redonda. León, 1955; Schoth y McKee, 1962 cit. Pos. Hughes, 1966; Henson y Schoth, 1968; presentan las siguientes claves para la identificación de las vezas cultivadas en los E. U.A.:

a) Plantas marcadamente vellosas, flores abundantes, en racimo, pedúnculos color morado o púrpura, vaina velluda, semilla dura y oscura con hilo blanco: veza morada o púrpura Vicia atropurpurea Vesf. ó V. Benghalensis.

- b) Plantas marcadamente vellosas, flores abundantes, en racimo, pedunculadas, de color morado o púrpura, vaina lampiña, semilla oscura bien redonda y de textura lisa sin hilo visible: **Veza Vellosa** Vicia villosa Roth
- c) Plantas marcadamente vellosas, con flores en racimos, se encuentran en número reducido (de 2 a 6 por racimo), no pedunculadas y de color blanquecino. **Veza Húngara** Vicia panonica Crantz
- d) Plantas lampiñas o casi lampiñas, con flores pedunculadas, en racimo, de color violeta, vainas lampiñas y semillas redondas: **Veza lampiña** Vicia villosa var. Glabrecens Kock.
- e) Plantas lampiñas o casi lampiñas, con vainas ligeramente vellosas, y sencilla de oval o casi redonda: **Veza de vaina vellosa** Vicia dasycarpa Ten..
- f) Plantas lampiñas o casi lampiñas, con flores raramente abundantes, generalmente una o varias de color azul claro a casi blanco, hojas con pocos foliolos y sin zarcillo: **Veza amarga** Vicia ervilia W..
- g) Plantas lampiñas o casi lampiñas, con hojas que terminan en zarcillo, semilla claramente aplanada, flores únicas de color azul encendido : **Veza monantha** Vicia articulata H.
- h) Plantas lampiñas o casi lampiñas, con semillas de forma oval o redonda, flores en pares de color violeta: **Veza Bard** Vicia monantha Retz.
- i) Plantas lampiñas o casi lampiñas, trepadoras, hojas de forma alargada u oval y abovada, semilla pequeña y flores violetas: **Veza de hoja angosta** Vicia angustifolia T.
- j) Plantas completamente lampiñas, con foliolos raramente angostos, vainas rectas de color oscuro cuando maduran: **Veza común** Vicia villosa L.

***ALGUNAS VARIETADES DE VICIA VILLOSA :**

- <i>Vicia villosa</i> Roth	Henson y Scoth (1968).
- <i>Vicia villosa glabrecens</i> Koch	y Schoth y Mckee (1962) E.U.A.
- <i>Vicia villosa</i> Roth var. <i>Madison</i>	
- <i>Vicia villosa</i> Roth var. <i>Minkowo</i>	Czapiew' ska (1968)
- <i>Vicia villosa</i> Roth var. <i>Pomerania</i>	Polonia
- <i>Vicia villosa</i> Roth var. <i>Siedlce</i>	
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Granzing Vetch</i>	Roux Howe (1988)
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Hairy Vetch</i>	South Africa
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Cheposkarka</i>	Pe' taikh (1987)
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Yubileinaya</i>	U.R.S.S. Europa
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Privolzhskaya</i>	
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Komovaya</i>	
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Dneporskaya</i>	Kirenev y Zhitin (1985)
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Cherningovskaya</i>	U.R.S.S. (Europa)
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Glinkovskaya</i>	
- <i>Vicia villosa</i> var. <i>Ryabinushka</i>	Romanov y Ramanova (1985)
	U.R.S.S. Europa

* Información procedente de cada una de las referencias.

2.3.3. Taxonomía de la veza de invierno (*Vicia villosa* Roth) según Guinea (1953) cit. Pos. Castro (1991).

REINO.....	Vegetal
DIVISIÓN.....	Embriophyta
SUBDIVISIÓN.....	Angiospermas
CLASE.....	Dicotiledonae
ORDEN.....	Rosales
FAMILIA.....	Leguminosae
SUBFAMILIA.....	Papilionoidae
GENERO.....	<i>Vicia</i>
ESPECIE.....	<i>villosa</i> Roth.

2.4. Antecedentes históricos del cultivo de la veza de invierno *Vicia villosa* Roth.

Aún no se cuenta con datos exactos de cuando se comenzó a cultivar la veza vellosa (*V. villosa* Roth), sin embargo ya en la Biblia se menciona a la veza común (Schoth y Mckee, 1962; cit. Pos. Huges, 1966), con el término "tares". Según León (1995), la veza común posiblemente ya se cultivaba en España

desde los tiempos en que fue denominada por los romanos. Aunque se desconoce la época de introducción de la Veza velluda a los E.U.A. es muy posible que haya sido junto con la colonización (Schoth y Mckee, 1962; cit. Pos. Hugues, 1966)

De Escauriaza (1923), proponía a los agricultores de España el cultivo de la Veza de Invierno, como alternativa forrajera en tiempos de secas mencionando sus bondades como planta resistente a condiciones adversas, de calidad forrajera, económica y mejoradora de los suelos. También hace mención de que en tiempos antiguos la veza ya se empleaba como forraje en Francia e Italia.

Czapiew' ska (1968), comenta que en Polonia existe el antecedente de que Beresniewiez (1935), fue el iniciador del cultivo de la Veza de Invierno, introduciendo al cultivo como un elemento adicional de los cereales, lo cual tuvo un gran significado.

Aguilar y Gutiérrez (1984), establecen que en la República Mexicana, el cultivo de la veza de invierno fue iniciado por la S.A.R.H. en la década de los setentas, se sembró en principio de forma experimental, asociada con cereales, y hasta 1981 el cultivo se difundió a otras entidades, principalmente al Estado de México donde se siembra asociada con gramíneas.

2.5. Requerimientos ambientales para el cultivo de la Vicia villosa Roth.

2.5.1. Climáticos.

2.5.1.1. Temperatura.

Aunque el clima propio de la Veza es el templado húmedo, se ha adaptado a casi "todos" los climas de Europa, resiste bien las bajas temperaturas. Se ha observado que resiste temperaturas continuas de 8 hasta 12° C bajo cero estando bien desarrollada (De Escauriaza, 1923), por su parte Czapiew'ska (1968), establece que la veza de invierno es poco sensible a las inclemencias del invierno en Polonia; y que por lo general resiste bien el frío con temperaturas de hasta 20°C bajo cero durante varios días.

Schoth y Mckee (1962), (cit. Pos. Huges, 1966) y Henson y Schoth (1968), aseguran que todas las Vezas requieren para un buen desarrollo temperaturas frescas o frías, lo cual las hace apropiadas como cultivo de invierno, así mismo mencionan que la veza más resistente al frío es la Veza Velloso Vicia villosa Roth, por lo que E.U.A. se recomienda su cultivo para el Norte de éste país, donde los inviernos son muy rigurosos. Esto coincide con lo que dice León (1955), que las vezas son propias de latitudes frías y que las más resistentes a las bajas temperaturas, así como las más comerciales son V. Villosa Roth y V. Villosa glabrecens, y destaca también la variedad denominada willamette, que pueden soportar sin daño alguno temperaturas de 12°C bajo cero.

Aguilar y Gutiérrez (1984), mencionan que en la República Mexicana se realizaron ensayos con algunas especies forrajeras de clima frío (pastos, tréboles, veza velloso Vicia villosa Roth, pero las heladas acabaron con casi todas las especies estudiadas excepto la Vicia villosa Roth, la cual no sólo resistió las heladas, sino que a partir de entonces se desarrolló con mayor vigor; sin embargo, estos autores aclaran que la veza de invierno solo sufrió daños por heladas en la etapa de floración y cuando el suelo está extremadamente húmedo y se congela, coincidiendo aquí con Schoth y Mckee, 1962 (cit. pos. Huges, 1966).

2.5.1.2. Humedad.

Henson y Schoth (1968), comentan en general que a las vezas se les debe suministrar humedad en forma moderada, debido a que los excesos de agua ocasionan problemas por ataque de enfermedades fungosas; sin embargo, la sequía muy acentuada también afecta a las plantas. No obstante pruebas realizadas en éste sentido demuestran que las vezas más resistentes a la sequía son Vicia villosa Roth y Vicia antropurpurea Vesf.

Según De Escariza (1923) y Czapiou'ska (1968), las Vezas en general poseen resistencia moderada a la sequía, y aunque no son muy exigentes en cuanto a la humedad, es necesario aclarar que durante su ciclo biológico tienen etapas críticas las cuales son el establecimiento y la floración; en la primera etapa aún no se desarrolla en la Veza de Invierno su sistema radicular totalmente, para

que pueda alcanzar estratos más profundos en busca de agua; en la etapa de floración la veza de invierno demanda humedad para asegurar los procesos reproductivos.

Aguilar y Gutiérrez (1984), aseveran de que una de las principales cualidades de la Vicia villosa Roth es de la prosperar y mantenerse en estado verde y succulento en la época de estiaje, por lo que se considera como un cultivo prácticamente de temporal, tolerante a las sequías, siempre que no sean muy prolongadas.

Hycka, 1965 (cit. Pos. Castro 1991); menciona que a la Veza de Invierno le afecta el exceso de sequía, tiene como límite inferior de precipitación pluvial 450 mm para desarrollar. Este autor menciona que el exceso de humedad también le afecta pues debido a que es semi-rastrera, el prolongado contacto con el suelo húmedo provoca pudrición del follaje, disminuyendo así la calidad del forraje. En esto coinciden Aguilar y Gutiérrez (1984) y S.A.R.H. (1991), quienes sostienen que la Veza de Invierno, muestra buen desarrollo con tiempo lluvioso, seguido de días soleados y con lluvias uniformes durante el período de crecimiento (establecimiento), recomiendan por esto que se siembren asociada con cereales durante el temporal; estos autores comentan además que la precipitación pluvial no deberá ser inferior a 700 mm durante el año.

2.5.2. Requerimientos edáficos.

Las especies del género Vicia pueden prosperar en diversos tipos de suelo, pero de preferencia requieren de suelos bien drenados, francos, terrenos elevados y margosos. Pueden prosperar en áreas desoladas, a lo largo de los bordos de los caminos, bajo algún bosque, en los suelos de aluvión, bosques abiertos y ciénegas (Allen y Ethel, 1981).

Juscáfresca (1974), al referirse a la Vicia cracca L., dice que se adapta a toda clase de suelos con valor pH superior a 7 a causa de su gran consumo de Calcio.

León (1955), argumenta que las Vezas se adaptan a todos los tipos de suelo, aunque, según las especies, prefieren suelos fuertes y ricos,

recomendando para los suelos arenosos a la Vicia villosa. Esto coincide con Henson y Schoth (1968), quienes argumentan que las vezas no requieren algún tipo particular de suelo, aunque algunas son mejores en ciertos suelos que otras.

Todas las vezas se desarrollan bien sobre los suelos ricos y mantillosos. Estos autores argumentan que la veza vellosa y lampiña, de vaina vellosa y monantha, se desarrollan bien en suelos pobres y arenosos.

Czapiew'ska (1968), menciona que la Veza Vellosa se adapta tanto a los suelos arcillosos como a suelos arenosos, desarrollándose mejor en los arenosos o ligeros, por lo que también se le conoce como veza arenosa; sin embargo este autor establece, que para la producción de semilla, es mejor sembrarla en tierras fértiles así se desarrollará casi simultáneamente con el cereal al que se asocie, coincidiendo con Henson y Schoth (1968); respecto al pH del suelo, comentan que de las leguminosas invernales, la veza es la más resistente a la acidez (pH = 6), aunque prefiere suelos con valores de pH de neutro a alcalino.

De Escauriaza (1923), arguye que los mejores rendimientos de la veza se obtienen en suelos mantillosos o arcillo-calizos, que no sean muy húmedos; resultan favorables también las arenas esquistosas o graníticas en donde abunde la cal; también menciona que dependiendo del clima, el tipo de suelo favorecerá o no al cultivo de la veza; ya que, si el clima es húmedo, los suelos ligeros serán más convenientes, pero si el clima es seco, los suelos arcillosos serán los mejores (siempre que contengan suficiente cal).

Aguitar y Gutiérrez (1984), establecen que a pesar de que la Veza de Invierno es poco exigente en cuanto a suelos, es conveniente y de vital importancia que el cultivo sea establecido en suelos francos con capa arable de cuando menos 30 cm y además, que durante la época de estiaje los suelos contengan una humedad del 60%. También mencionan que los mejores resultados de la Veza de Invierno se han obtenido en suelos de textura franco-arenosa, limo-arenosa, y migajón-arenosa. Estos autores aseveran que la Veza de Invierno puede cultivarse en suelos arcillosos siempre que se eviten los

excesos de humedad; respecto al pH, comentan que el más favorable es el valor de 6 (ácido o ligeramente ácido).

La S.A.R.H. (1991), especifica que en el Estado de México la veza de invierno soporta muy bien los suelos arcillosos, siempre que las láminas de riego no sean excesivas (15 cm)

2.6.- El cultivo de la Veza de Invierno Vicia villosa Roth.

2.6.1.- Preparación del terreno.

De Escauriza (1923), sugería como primer labor la eliminación del rastrojo de la cosecha anterior y remoción de la capa superficial del suelo, como segunda labor recomienda hacer la inversión del terreno con cierto grado de humedad del mismo para que pueda ser profunda; sea continúa los pases de rastra para deshacer los terrones

León (1955) argumenta que para sembrar la Veza sólo se requiere esparcirla, y como única labor se hace un paso de rastra para tapar la semilla. Esto en el caso de que se siembre sola, pero también recomienda sembrarla asociada con gramíneas de crecimiento erecto, coincide en esto con Aguilar y Gutiérrez (1984) y Czapiou'ska (1968), quien también recomienda sembrar a la Veza de Invierno asociada con gramíneas, por lo que la preparación del terreno se hará en función de la gramíneas.

Henson y Schoth (1968); hace alusión a la rusticidad de las vezas, especialmente de la Vicia villosa Roth, ya que son poco exigentes en el laboreo del suelo, por eso la preparación del suelo está sujeta al requerimiento del cultivo con el que se asocie indicando que sólo en el caso de los suelos muy arcillosos se hace necesaria una aradura ligera con el objeto de proporcionar una mejor cama de siembra, también para combatir las malas hierbas cuando el terreno ha estado enmalezado.

Ebelhar, Frye y Blevins (1982); Utomo, Frye y Blevins (1990), demostraron que la Vicia villosa Roth proporcionó mejores rendimientos y mayor contenido de Nitrógeno proteico cuando se cultiva bajo el sistema de labranza mínima y labranza nula, que cuando se cultivo con labranza convencional, en Kentucky (E.U.A.)

Sin embargo la S A R H (1991), recomienda el laboreo necesario para el cultivo asociado (madrina, tutor o planta que brinda sostén), pero que la veza de invierno se siembre después de que el cereal (madrina) se haya establecido

2.6.2.- Época de siembra.

Henson y Schoth (1968), mencionan que en E U A la época de siembra de las vezas dependerá de la especie que se trate y del lugar geográfico, así como si se cuenta con riego o no. Al referirse en especial a la Vicia villosa Roth, recomienda que por ser la más resistente a las inclemencias del Invierno, se siembre en el mes de Agosto al Norte de la latitud de 40° y añaden que si el clima es propicio, puede sembrarse hasta el mes de octubre.

Schoth y Mckee (1962), (cit. pos Hughes, 1966), establece que en regiones de E.U.A. donde el clima es moderado, la mejor época para sembrar la Veza es de principio de octubre al 15 de noviembre, evitando así la incidencia de plagas.

León (1955) comenta que en regiones donde hay veranos frescos y húmedos, e inviernos demasiado rigurosos que afectan a las vezas, se pueden sembrar, tanto en Primavera como en Otoño para que cuando el Invierno se presente, la veza se encuentre bien establecida y soporte bien el frío.

De Escauriaza (1923, indica que en España, la veza puede prosperar en tanto en Primavera como en Otoño, lo cual condiciona el tipo de preparación del terreno según sea el caso, coincidiendo con los comentarios de León (1955), en que la veza para soportar el invierno debe estar debidamente establecida, por lo que las siembras se realizarán en primavera y otoño.

Czapiew'ska (1968) dice que en Polonia la época más propicia para sembrar Veza de Invierno es la tercera década de agosto, pero que si el cultivo se destina para producción de semilla, deberá sembrarse en otoño

La S A R H. (1991) considera que la Veza de Invierno se comporta como planta anual y bianual, y que en la zona centro de la República Mexicana la floración se presenta en los meses Marzo a Mayo. Recomiendan sembrar a principios del temporal (Junio), para hacer una cosecha de forraje en otoño y que la veza florece al inicio de la primavera, para obtener semilla a fines o principio de verano

Complementando lo anterior, Aguilar (1987) dice que la fecha de siembra de Veza de Invierno se deberá ajustar al calendario de siembra de los cultivos tradicionales que se tengan en cada región, y con las especies a las que se vaya a asociar, lo cual generalmente está determinado por el inicio del temporal (verano).

2.6.3.- Densidad de siembra y asociación de la Vicia villosa Roth.

El concepto de densidad de siembra hace referencia a la cantidad de semilla que se deposita en el terreno, en una cantidad (kg. de semilla por unidad de superficie) que proporcione una cosecha óptima en cantidad y calidad. Para establecer la densidad de siembra de algun cultivo deberán tomarse en consideración los factores: Edáficos, de cultivo, la naturaleza de la planta y el interés antropocentrico del cultivo; ejemplos de lo anterior son la veza, maíz y girasol los cuales se incrementa su densidad de siembra al cultivarse para forraje (Terrón, 1991).

Las plantas que más comúnmente se mezclan para balancear raciones son generalmente leguminosas y gramíneas, las cuales son mezcladas, después de ser cosechadas, o mezcladas durante la siembra, con el objeto de que desarrollen juntas, ya sea para pastoreo o para siega y obtener un forraje balanceado desde el terreno mismo; a esto se le conoce como siembra en asociación fundamentada

en la compatibilidad de las especies vegetales en cuestión. Esta compatibilidad es necesaria. Para que sea exitosa cualquier asociación para que esto se de, se requiere que las especies que van a asociarse tengan características adecuadas en relación con el medio, poder competitivo, duración y ritmo de vegetación (Hughes, 1966 y Duthil, 1980).

Cuando se habla de calidad forrajera, es necesario recopilar una serie de características que deberá poseer un forraje para hacer de calidad buena o excelente, categorías deseables en las plantas que constituye un forraje, sin embargo es difícil que una sola especie vegetal posea todas las características de un buen forraje (palatabilidad, valor nutritivo y digestibilidad), por lo que desde tiempos inmemoriales los ganaderos han intentado proporcionar a su ganado el mejor forraje combinado o mezclando diferentes forrajes para aumentar la calidad de alimentación de su ganado; con el tiempo se han logrado mezclas de forrajes para formar mezclas forrajeras balanceadas

En una mezcla forrajera, producto de una siembra asociada, la proporción de cada uno de los componentes se determina en gran medida por la densidad de siembra (cantidad de semilla en kg./ha que se deposita en el terreno en la siembra) de cada uno de ellos, y al mismo tiempo la densidad determina la calidad y rendimiento de forraje, tal y como lo demuestran estudios realizados con veza vellosa- avena (Fuentes y Osorio, 1980).

Debido a las características morfológicas y a su hábito de crecimiento (semi-rastrero), se requiere sembrar la Veza de Invierno asociada con plantas de crecimiento erecto, especialmente gramíneas como avena, trigo, centeno, cebada, maíz y otras, como el haba. Es conveniente asociar la Veza de Invierno con gramíneas lo que permite obtener un forraje balanceado desde el terreno; también se obtienen otros beneficios de estas asociaciones, como el ahorro de fertilizante nitrogenado, pues la veza de invierno (como la mayoría de las leguminosas) lo aporta por medio de simbiosis bacteriana, con lo cual la gramínea se beneficia,

pero también beneficia a la veza de invierno proporcionándole soporte (Hughes, 1966, Muslera y Ratera, 1984, Aguilar y Gutiérrez, 1984, Gómez, 1987)

Otra de las razones para asociar a la Veza de Invierno es la obtención de calidad forrajera, ya que según Czapiewska (1968), Allen y Ethel (1981) la veza sola puede causar trastorno al sistema digestivo del ganado

La densidad de siembra de la Veza de Invierno depende de algunos factores como el tutor o madrina, asociación, método de siembra, finalidad del cultivo, por lo anterior para el forraje o abono verde conviene sembrar densidades altas de V. Villosa, sin embargo, si la veza es para producción de semilla, la densidad de siembra debe ser baja. El tutor es uno de los factores importantes en una asociación forrajera en el cultivo, debido a que las gramíneas asociadas con Veza de Invierno generalmente determinan la proporción del terreno (cuando son consideradas cultivo principal), método de siembra, y en muchos casos la densidad de siembra, pues se tiene que tomar en cuenta en base al rendimiento individual de las especies asociadas. Las gramíneas producen mayor cantidad de materia seca que la Vicia villosa Roth. Cuando la densidad del cereal o gramínea es muy alta, perjudica el desarrollo de la Vicia villosa Roth, al extremo de llegarla a dañar, por esto se recomienda cortar el forraje (gramínea) asociado a la altura de la veza de invierno (Henson y Schoth, 1968; Hycka, 1965; cit. pos Castro, 1991; S.A.R.H., 1991).

El cultivo de los distintos tipos de Veza difieren principalmente en la densidad de siembra, pero dependiendo de la latitud se requerirá de mayor o menor densidad de siembra, por ejemplo: en E.U.A. se requiere mayor cantidad de semilla (densidad de siembra en kg./ha) en el Norte que en el Sur, dado que en el Sur sólo se utilizan de 23 a 34 kg./ha, mientras que en el Norte se utilizan de 34 a 35 kg./ha de Vicia villosa Roth cuando se siembra sola. Las diferencias en cuanto a cantidad de semilla en función a Latitud es más patente en otros tipos de Veza (Schoth y Mckee, 1962, citados por Hughes, 1966).

Henson y Schoth (1968), recomiendan sembrar la Veza con gramíneas de grano pequeño a diferentes densidades de siembra, para distintas regiones de

E.U.A. para el Sur de 50 a 75 kg./ha de semilla de V. villosa y para el Norte y Oeste de 75 a 100 kg./ha. Estos autores indican que cuando se siembra para forraje, la densidad de siembra de las veces dependerá el tipo de ganado que lo consumirá y de la gramínea asociada

Muslera y Ratera (1984), desde el punto de vista práctico recomiendan 2 combinaciones Veza de Invierno V. villosa Roth más cereal :

V. villosa + cereal
40 kg./ha + 20 kg./ha
y
50 kg./ha + 30 kg./ha

Desde el punto de vista zootécnico, se aconseja cultivar a la Veza de Invierno y mezclas con otras leguminosas y gramíneas, y realizar la mezcla en el momento de la siembra destacan las siguientes mezclas:

Mezcla Gorzow = 40 kg./ha Vicia villosa Roth + 15 a 20 kg./ha de Triticum incarnatum + 15 a 20 kg./ha de Lolium multiflorum.

Mezcla Poznán = 40 a 50 kg./ha de Vicia villosa Roth + 18 a 20 kg./ha de Triticum incarnatum + 15 a 18 kg./ha de Lolium multiflorum. Ó bien = 40 a 60 kg./ha de Secale cereale. (Czapiew'ska, 1968).

Otra mezcla recomendada exclusivamente para producción de forrajes: 80 kg./ha de semilla de Vicia villosa + 70 kg./ha de centeno. En el caso de la producción de semilla se recomienda sembrar de 15 a 20 kg./ha de V. Villosa + 130 kg./ha de centeno. Kaufhold citado por Czapiew'ska (1968) encontró que la mejor cosecha de semilla de V. Villosa Roth, se produjo con la combinación de 6 kg./ha de colza + 60 kg./ha de V. Villosa (Czapiew'ska, 1968). Roberts, Moore y Johnson (1989), Culbertson y Carbajalino (1954), (cit. Pos. Gómez, 1987); hacen notar la conveniencia de la siembra asociada de leguminosas y gramíneas, y

mencionan, que este tipo de asociación permite el aprovechamiento del Nitrógeno Atmosférico fijado por las leguminosas, proporcionando el incremento en la producción de gramíneas, y por añadidura la obtención de una mezcla de forraje equilibrado, mucho mejor que cuando se siembra una sola especie. El alto valor nutritivo y digestibilidad de las mezclas, (como V. Villosa Roth con avena) la hacen mejor que otros forrajes.

En México, Aguilar y Gutiérrez (1984) sostienen que independientemente del destino que tenga el cultivo de la Veza invernal se deberá mezclar en la siembra con la semilla de alguna planta de crecimiento erecto, con el fin de que sirva como tutor de la Veza, recomendando una mezcla de semilla de veza de invierno y semilla de avena, a razón de 50 kg./ha de veza y de 100 kg./ha de avena cuando el objetivo sea producción de forraje.

Aguilar (1987), dice que la densidad de siembra para la Veza de Invierno deberá ser de 35 a 40 kg./ha cuando el objetivo sea la producción de forraje; y de 30 kg./ha para la producción de semilla, independientemente si se siembra sola o asociada. Este autor menciona las asociaciones más comunes que se practican en México: avena-veza; maíz-veza; trigo-veza; cebada-veza; haba-veza.

La avena, trigo y cebada no debían rebasar los 65 kg./ha, cuando el cultivo se destine a la producción de forraje. Cuando el cultivo sea el producir semilla, Aguilar sugiere que la densidad de siembra para avena, trigo o cebada será de 35 a 40 kg./ha.

S.A.R.H. (1991), recomienda para la producción de forraje de 35 a 40 kg./ha de semilla de Veza de Invierno combinadas con 50 kg./ha de avena forrajera, siempre y cuando la siembra sea al voleo. En el caso de la asociación con maíz, la siembra será a chorrillo en la última escarda a razón de 40 kg./ha de semilla de veza de invierno. Cuando el cultivo se destine a la producción de semilla, solo se deberán sembrar 15 kg./ha de avena con 20 a 30 kg./ha de semillas de Veza de Invierno.

Sawicki (1985), concluye que V. Villosa Roth tuvo mejores condiciones de desarrollo durante el rebrote y produjeron mayor rendimiento de semilla cuando

fue sembrada asociada con el centeno, debido al sostén que la gramínea le proporcionó.

Moreira (1980); Roberts, Moore y Johnson (1989), realizaron trabajos en los que obtuvieron como resultado que la densidad de siembra de la *V. Villosa*, más que contribuir el rendimiento de materia seca (MS) de la mezcla forrajera, contribuye al aumento del contenido de proteína cruda. Especialmente Roberts, Moore y Johnson (1989) menciona que al incrementar la densidad de siembra de *V. Villosa*, se incrementa la proporción de la Veza de Invierno en la mezcla de forraje, y por ende la calidad forrajera de dicha mezcla, con la cual aumenta el contenido de proteína cruda y digestibilidad, sin embargo, aunque no directamente, la Veza de Invierno contribuye al rendimiento de materia seca (MS) suministra Nitrógeno a la gramínea.

2.6.4. Inoculación de la semilla de *V. Villosa* Roth.

Dentro de la evolución natural de los seres vivos, algunos microorganismos se adaptaron a las condiciones de escasez de Nitrógeno, y desarrollaron un sistema fermentativo especial, como él adquiriendo la capacidad de realizar la fijación biológica del Nitrógeno atmosférico (Martínez V., 1986).

La mínima demanda de fertilización nitrogenada que tienen las leguminosas, se debe a que obtienen Nitrógeno atmosférico Rhizobium, las cuales tiene la capacidad de fijar al Nitrógeno atmosférico (N_2), beneficiando así a las plantas que infectan, y estos nódulos reciben el nombre de nódulos nitrificantes (Martínez V.(1986).

Entre los distintos sistemas biológicos que son capaces fijar Nitrógeno, la simbiosis Rhizobium- Leguminosas contribuyen con la mayor cantidad de Nitrógeno (N) al ecosistema y a la producción de alimentos. Una simbiosis eficiente depende de la formulación de nódulos en las raíces de las plantas leguminosas por cepas bacterianas del género Rhizobium efectivas en la fijación de Nitrógeno (N). Cuando tales cepas no se encuentran en el suelo, deberán ser suministradas mediante la inoculación de las semillas, la inoculación puede

llevarse a cabo mediante diferentes métodos, los cuales dependen de la forma de inóculo, así como de la digestibilidad y facilidad de manejo de éste sin que pierda su efectividad.

El génesis del concepto " inoculación cruzada" está en los trabajos de Nohbe et al. (1885), (cit pos Allen y Ethel, 1961), los cuales consistieron en tratar a semillas de diferentes especies con una solución (suspensión) de suelo, proveniente de terrenos donde se cultivaron otras especies leguminosas, obteniendo como resultado una nodulación favorable, aún cuando el inóculo provenía de diferentes especies de leguminosas

En los últimos años se han descubierto nuevos caminos para incrementar la fijación biológica por medio de la agrotecnia intensiva, dentro de la cual se incluyen prácticas como la inoculación con cepas bacterianas a las semillas de plantas leguminosas que se cultivan.

La inoculación se puede llevar a cabo mediante la aplicación de material infectado a la semilla en forma directa; transfiriendo suelo infectado a las nuevas áreas de siembra; cultivo en caldo incorporado a una turba neutra finamente granulada, utilizando cultivos líquidos de la bacteria, en los que se sumerge la semilla; cultivo bacteriano, el cual es agregado a turba con alto contenido de materia orgánica esterilizada; cultivos liofilizados; gránulos que contienen a la bacteria fijadora y que son sembrados simultáneamente con la semilla (Henson y Schoth, 1968; Martínez V., 1986).

En pruebas realizadas con V. Villosa Roth, donde los tratamientos fueron inoculación de semilla y no inoculación de semilla de V. Villosa Roth se obtuvieron resultados impresionantes, ya que las plantas inoculadas tuvieron rendimientos de forraje verde 10 veces más que las plantas cuya semilla no se inoculó; el incremento en veza fue de 99.5% (Duggar's, 1987).

En evaluaciones de la eficiencia de las simbiosis establecidas entre leguminosas y bacterias *Rhizobium* se concluyó que para leguminosas forrajeras la simbiosis siempre resultó conveniente, así como también para leguminosas de cobertura y las utilizadas como abono verde como la *Vicia villosa* Roth; esta gran

conveniencia queda expresada en el mayor contenido de Nitrógeno proteico de las plantas forrajeras y en la cantidad de Nitrógeno fijado en el suelo, como resultado de una buena nodulación o simbiosis (Tomton y Davey, 1982; Hunt, Matheny y Wollum, 1985, Alva, Edwards, Asher y Suthipradit, 1987, Ciafardini y Barbieri, 1987)

En evaluaciones de *V. Villosa* Roth, se concluyó que la presencia de nodulaciones de Rhizobium en la raíz de las plantas, es necesaria para una eficiente fijación de Nitrógeno, Kuigth y Hollowell (1983, cit. Pos. Trinidad, 1978) mencionan que se ha demostrado la importancia de la inoculación de las semilla de leguminosas con cepas efectivas de Rhizobium para la fijación de Nitrógeno.

Según Fuentes y Osorio (1980), la inoculación de la semilla de V. Villosa Roth, tiene efectos positivos en el rendimiento de materia seca (MS), cuando estos autores compararon tratamientos no inoculados encontraron diferencia hasta de 900 kg/ha de materia seca (MS), por lo que recomienda inocular a la V. Villosa, debido a que también la inoculación incrementa el contenido proteico.

Henson y Schoth (1968), aclaran que deberán seleccionarse adecuadamente las cepas inoculadas, debido a que existen algunas especies del género Rhizobium que tienen poca efectividad en la fijación de Nitrógeno atmosférico, agregan además, que la inoculación deberá hacerse poco antes de la siembra o simultáneamente, para asegurar una buena nodulación a temprana edad de las plántulas de la veza de invierno.

Schoth y Mckee (1962), citados por Hughes (1966), añaden que en terrenos donde se haya sembrado veza, no es necesario inocular, puesto que la bacteria Rhizobium se encuentra ya en el suelo. Esto es válido siempre que no pase mucho tiempo entre la cosecha de la veza y la siembra del nuevo cultivo de veza.

Según la S.A.R.H. (1991), la inoculación de la semilla de Veza de Invierno es muy importante para asegurar una excelente y abundante cosecha de forraje, recomienda el uso de cepas de Rhizobium luguminosarum a razón de 1/2 kg de inoculante por cada 40 kg de semilla de veza de invierno. Para inocular, se tiene la semilla, se humedece ligeramente, y se esparce sobre ella aproximadamente

200 gr de azúcar (como adherente) y se procede a homogenizar la semilla, hecho lo anterior se agrega el inoculante, homogenizándose para que los rayos solares y el calor no lo afecten. Se recomienda inocular la semilla de V. Villosa minutos antes de la siembra y bajo sombra.

2.6.5.- Métodos de siembra de V. Villosa Roth.

La semilla de veza se mezcla con la semilla de avena para ser sembrada, lo cual se deberá hacer al voleo si el objetivo es producir forraje, pero si el objetivo es producción de semilla el método de siembra será a chorrillo y en surco (De Escauriaza, 1923; León, 1955).

El método de siembra para la Veza de Invierno, está determinado en gran manera por el cultivo al que se asocia, ya que en muchos casos la Veza de Invierno se siembra como cultivo secundario por lo que el terreno se prepara en función del cultivo principal y a la vez el método de siembra puede ser al voleo o en surcos (chorrillo o mateado). El método de siembra, cuando la veza se amadrina con cultivos (como la avena, cebada y trigo), deberá ser al voleo, pero cuando se asocie con haba y maíz, el método de siembra será a chorrillo en surco, dicha siembra se realiza al cierre del surco en la última escarda (Aguilar, 1987; S.A.R.H., 1991).

En los E.U.A., las vezas son sembradas al voleo desde la antigüedad, pero en tiempos más recientes, la siembra en hileras se ha incrementado con el uso de sembradoras para grano pequeño, y se presenta éste método como el más conveniente. Sin embargo, los autores argumentan que las vezas se siembran al voleo manualmente o en avión cuando esto se realiza junto con el cultivo madrina (asociado), (Henson y Schoth, 1968).

2.6.6.- Fertilización de la veza de invierno V. Villosa Roth.

La fertilización juega un papel fundamental en la obtención de altos rendimientos en todos los cultivos agrícolas; en el sistema suelo - planta - animal, la eficiencia del fertilizante no sólo depende del volumen de alimento obtenido,

sino que también está muy vinculada a la producción de leche y carne, producto del consumo, utilización y conversión que realizan los animales (V. Remy, 1993).

Las especies vegetales, aún las variedades de la misma especie difieren entre sí en su capacidad para alimentarse de alguno de los nutrientes esenciales, entre los que se encuentran el Fósforo al cual se describirá posteriormente por habersele utilizado en este trabajo (Fried, 1953; cit. Pos Probert, 1978). Del mismo modo Deist *et. Al.* (1971) (cit. Pos. Probert, 1978), arguyen que existen plantas más capaces de utilizar el Fósforo (P), cualquiera que sea la fuente, mencionando que las leguminosas forman parte de este grupo.

Pudiera parecer que las leguminosas no requieren del suministro de Nitrógeno, sin embargo ninguna especie vegetal existiría sin este elemento, considerado el más importante entre los macronutrientes. Sin embargo, el Nitrógeno (N_2) sólo es uno de los nutrientes (de los más importantes) que requiere una planta leguminosa y se debe considerar a otros elementos también importantes como la macronutrientes Fósforo (P) y Potasio (K), esenciales (Martínez V., 1986; Fox, Robert, Andrew y Jones, 1978; Fuentes y Osorio, 1980, Yágodin, 1982).

Como leguminosa la Veza de Invierno, resulta poco exigente en materia de fertilizantes y abonos, ya que es capaz de autoabastecerse de Nitrógeno, siempre que se haya inoculado la semilla y que los nódulos nitrificantes se hayan desarrollado adecuadamente, de tal modo que al inicio de su desarrollo, se tiene un período crítico que va desde la siembra hasta la correcta formación de nódulos, pasado éste período la veza desarrollará correctamente con tan sólo el suministro de 200 kg/ha de superfosfato de Calcio y 100 kg/ha de cloruro de Potasio (KCl), para todo el ciclo (De Escauriaza, 1923; Yágodin, 1982).

Según García (cit. Pos. De Escauriaza, 1923) aunque la veza en poco exigente en cuanto a fertilizantes, una buena cosecha de veza toma del terreno las siguientes cantidades de nutrientes:

92 kg/ha de Nitrógeno
 33 kg/ha de ácido fosfórico
 58 kg/ha de potasio
 126 kg /ha de cal

Yágodin (1982), enfatiza que de un mismo suelo, diversos cultivos consumen no sólo distintas cantidades de elementos nutritivos, sino que en diferente proporción. Este autor indica que la extracción biológica es la cantidad de substancias nutritivas consumida por las plantas para la formación de masa biológica de la cosecha producida (grano + paja + restos de rastrojos incluyendo también los nutrientes que parcialmente se integran al suelo. Asimismo presenta las proporciones y cantidades de nutrientes extraídos tanto para la extracción biológica como para producción comercial de la veza:

Cantidad aproximada de N₂, P₂O₅ y K₂O en la parte productiva de la cosecha de veza:

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
61 %	68 %	66 %

La extracción aproximada de N₂, P₂O₅ y K₂O por unidad de producción de veza, en kg por cada 460 kilogramos de producción principal es la siguiente:

OBJETIVO DEL CULTIVO	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
Veza sola para grano	30	14	16
Veza -Avena para forraje en verde	3.3	1.2	4.3
Veza - Avena para heno	15	6	20

en virtud de lo anterior Yágodin (1982) establece, que los requerimientos de nutrientes por parte de la veza, en promedio durante el ciclo son de:

N - 65 kg/460 Kilogramos de grano producido
 P₂ O₅ - 14 kg/460 Kilogramos de grano producido
 K₂ O - 16 kg/460 Kilogramos de grano producido

Muslera y Ratera (1984) recomiendan para siembras asociadas de V. Villosa Roth con cereales dosis de fertilización, de las cuales la dosis de Nitrógeno (N₂)

es la más baja, dependiendo de la densidad de siembra tanto de la veza como del cereal; dichas dosis son las siguientes: N. De 0 a 20 kg/ha; P₂ O₅ de 50 a 70 kg/ha; K₂ O de 40 a 60 kg/ha.

Czapiew'ska (1968), menciona que para el cultivo de la Veza de Invierno, es necesaria la aplicación de abonos de Fósforo y Potasio, y en menor grado de Nitrógeno; también hace mención de que puede utilizarse estiércol para el abonado de la veza de invierno, sin embargo cuando el objetivo del cultivo sea la producción de semilla, deberá emplearse con fertilizante mineral.

Henson y Schoth (1968) argumentan que las vezas son poco exigentes en cuanto a fertilización, coinciden con De Escauriaza (1923), Czapiew'ska (1968), Allen y Ethel (1981) y otros; sin embargo, añaden que esto sólo es válido para la fertilización nitrogenada, siempre y cuando se haya hecho una inoculación apropiada, indican también que es indispensable agregar Fósforo y Potasio, y de ser posible éstos se apliquen al momento de la siembra.

Macadam *et. al.* (1962) (cit. Pos. Fuentes y Osorio, 1980); señalan el marcado efecto positivo en el rendimiento de forraje de V. villosa Roth (entre otras leguminosas), de inoculación en la siembra y el abonado con superfosfato únicamente. También Koroboda y Milezak (1966), citados por los mismos, encontraron que dosis altas de boro (B) para tratar semilla de V. villosa Roth (12.5 g/100 g de semilla), disminuye el rendimiento de la producción de semilla en un 14.7 % Por su parte Fuentes y Osorio al realizar experimentos con Veza de Invierno abonan con 400 kg/ha de superfosfato de Calcio al 18% en P₂ O₅, 100 kg/ha de cloruro de Potasio (KCL) al 50 % en K₂O, 500 kg/ha de Dolomita y 300 kg/ha de molibdato amónico.

La S.A.R.H. (1991), recomienda dosis de fertilización para la Veza de Invierno, las cuales están condicionadas a que la veza se siembre asociada o no, al cultivo con que se asocie, indica que si la veza de invierno se asocia con avena, entonces se aplique en la siembra la fertilización y dosis 30-60-00, la segunda aplicación se hará en el primer corte de forraje con una fórmula y dosis de 00-40-30. Cuando la asociación sea con maíz, entonces en la siembra de éste

se aplica la fórmula y dosis 60-60-00, sembrándose la veza hasta la última escarda y aplicando la fórmula 60-20-00 y la última fertilización al segundo corte (corte de la veza) con la fórmula 00-30-30.

Lefrancois y Schoth (1988), en evaluación de la respuesta al Fósforo de la V. villosa Roth, cultivado en suelos con niveles medios de Fósforo , encontraron que ésta respondió favorablemente a las dosis de (0, 10, 30 y 40 kg/ha) y produjo 16 a 18 kg/ha de materia seca (MS) Rendimiento menor que otras leguminosas, pero alto si se considera que a la V. Villosa Roth sólo se le hizo un corte, mientras que a otras leguminosas se les hacen varios

Aguilar (1987), indica que las fórmulas, dosis, oportunidad y fuentes de fertilización para la asociación de Veza de Invierno con cereal, dependerá de la región, requerimientos edáficos de la gramínea con la que se asocie y también de su densidad de siembra

2.6.7.- Labores culturales.

2.6.7.1.- Control de malezas

De Escauriza (1923), menciona que la veza es un cultivo rústico y al ser una planta de crecimiento indeterminado (semitrepadora), se apodera del terreno y ahoga a las malezas, por lo tanto no se requiere dar ningún otro cuidado después de la siembra y hasta de la cosecha

Por su parte Czapiou'ska (1968), se refiere a la Veza de Invierno como una planta que ha evolucionado como maleza de los cereales, lo cual le confiere algunas características para competir en sus lugares de origen. Este autor recomienda la eliminación de malezas previamente a la siembra, mediante la inversión del terreno (25 cm de profundidad) y el paso de rastra. Este autor menciona que aún no ha sido estudiado el combate de malezas en los cultivos de V. villosa Roth.

Aguilar (1987) y S.A.R.H. (1991), en su boletín técnico hacen notar que los cultivos de veza de invierno asociada con maíz y avena son invadidos por

malezas, recomiendan chaponear a la altura que en ese momento tenga la veza, interrumpiendo así el ciclo vegetativo de las malezas.

Ebelhar, Frye y Blevins (1982); Utomo, Frye y Blevins (1990), realizan antes de sembrar la V. villosa Roth, aplicaciones de Paraquat, Alaclor y Cianazine a razón de 1.2 l/ha, 2.24 l/ha y 3.36 kg/ha respectivamente, el uso de estos productos se hacen principalmente bajo el sistema de labranza cero o labranza mínima.

2.6.7.2. - Plagas y enfermedades.

Schoth y Mckee (1962), citados por Hughes (1966); advierten que los insectos de mayor importancia que atacan al cultivo de la veza son los áfidos, y que las enfermedades fungosas más serias son la antracnosis, mancha foliar o moho gris, el mildium, ennegrecimiento del tallo, podredumbre del tallo y raíz; estos autores recomiendan para el control de las anteriores plagas y enfermedades la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes. En el caso de la semilla, comentan que es atacada por el picudo utilizan para el control de la plaga DDT; al 3 o 5% otro productos que recomiendan para fumigar la semilla es el bromuro de metilo. Por otra parte comentan que cuando se trate de la V. villosa Roth, no existe mucho riesgo de plagas y enfermedades puesto que, por ser cultivada en invierno evade la incidencia de éstas.

Czapiew'ska (1968), al referirse a las plagas de la veza de invierno, menciona a la sitona rayada, la cual es de poca importancia por el daño que pueda provocar, dependerá de la época del año en que se presente. En cuanto a enfermedades éste autor menciona que las fungosas como las pudriciones causadas por el hongo Herisiphaceae y el moho o gangrena vascular (Ascoogenitoza); otra enfermedades es el mosaico del guisante causada por virus.

Henson y Schoth (1968), aseguran que muchos insectos que son plagas de la alfalfa, trébol y otras leguminosas forrajeras, también atacan a las vezas, y citan a los siguientes: áfidos, gusano de la espiga de maíz, saltamontes, gusano cortador, gusano soldado y algunos gorgojos; pero la atención de los productos de semilla de veza está fijada en los áfidos. Respecto a enfermedades los autores

dicen que las predominantes en los E.U.A. son las fungosas, pero que algunas están restringidas por la temperatura y humedad a ciertas partes del país, mientras otras están ampliamente distribuidas, entre los que destacan por su importancia, atracnosis, falsa atracnosis, moho gris

Ennegrecimiento del tallo, pudrición radicular. De las enfermedades, sólo la falsa atracnosis y el moho gris atacan a la V. Villosa Roth. Estos autores proponen las siguientes medidas para el control

- Siembra de variedades resistentes.
- Desinfección de semillas antes de la siembra.
- Eliminación de hospedantes alternos.

Aguilar (1987) y S.A.R.H. (1991), al referirse a plagas y enfermedades de la V. Villosa Roth, sólo aluden a roedores (ratones y tuzas), los cuales sugieren que sean controlados con cebos envenenados, ya que disminuyen considerablemente el rendimiento y calidad de forraje, así como de la semilla. En el caso de la tuza sugiere combatirla con gas venenoso (Diesel mezclado con hexacloruro de benceno) en el caso del ratón proponen el uso de cebos envenenados a razón de 2 kg/ha en la época de envasado.

2.6.8.- Cosecha y rendimiento de la veza de invierno

2.6.8.1. - Cosecha de forraje.

Según De Escauriaza (1923), la cosecha de forraje deberá llevarse a cabo cuando el cultivo se encuentre en la etapa de floración, pues en este estadio la planta posee sus mejores y mejores propiedades nutritivas, así como el desarrollo que da mayores rendimientos ya que el retraso de la cosecha tiene como costo el detrimento de la calidad forrajera de la veza. La cosecha podrá ser manual (como hoz) o mecanizada (con segadora) puede darse al ganado en verde o henicada, para lo cual se expone al sol para que pierda los excesos de agua, en el mismo terreno expone al sol para que pierda los excesos de agua, en el mismo terreno donde fue segada, o en asoleadores, después de esto se procede a su almacenaje en agavillado o prensada.

De acuerdo con Henson y Schoth (1968), la veza se cosecha cuando alcanza el grado de desarrollo adecuado (al envainar o cuando las vainas están inmaduras); sin embargo, también argumentan que el estado de madurez al corte de la veza dependerá del tipo de ganado al que vaya a suministrarse, como en el caso de los equinos, a los que se les proporciona la veza en estado más maduro que al ganado bovino, también indican que el corte puede ser manual o mecanizado, recomiendan éste último método para áreas extensas que tengan por objeto la henificación de la veza sola o en mezcla con gramíneas. Cuando la veza de cultivo con gramíneas, se recomienda segarla cuando la gramínea se encuentra en estado lechoso - masoso, pero la veza también puede pastorearse sola o mezclada con pequeñas gramíneas, pero no se recomienda el pastoreo con cerdos. Los autores citados coinciden con Mustlera y Ratera (1984) quienes citan a su vez a Treviño y Col. (1979), quienes encontraron que los mayores valores de calidad forrajera de las vezas se dan cuando las vainas están inmaduras.

Aguilar (1987), recomienda que cuando la Veza de Invierno se siembra asociada con gramíneas (generalmente avena), el corte se realice cuando la avena se encuentra en estado lechoso-masoso para que la mezcla contenga avena+puntas de veza; arguyendo que la veza sólo proporciona las puntas debido a la diferencia en el desarrollo alcanzado hasta entonces entre ambas especies; así mismo recomienda dar el segundo corte dos meses después del primero, para cosechar únicamente veza de invierno, este autor sugiere un método de corte manual.

La S. A. R. H. (1991) propone que cuando la veza de invierno se siembre con avena, ésta última se cosecha a 30 cm de altura, para que los tallos sirvan de sostén a la veza que proseguirá su desarrollo después del primer corte del forraje (veza-avena); el segundo corte será de pura Veza de Invierno, cuya etapa de corte (en la zona centro del país) se produce en los meses de Noviembre y Diciembre. Cuando la veza se asocie con maíz, después de la cosecha, se deja el rastrojo en el terreno, para que la veza de invierno lo utilice como soporte. En este

caso las cosechas de forraje de veza se realizarán durante el mes de enero y mayo; en ambos casos la cosecha se sugiere en forma manual.

2.6.8.2. Producción, cosecha y rendimiento de semilla de veza de invierno.

La semilla es un factor productivo más de la actividad agrícola, sin embargo, adquiere gran relevancia por el carácter y autosuficiencia de los pueblos en este rubro. Un programa integral para autosuficiencia alimentaria, deberá incluir no sólo la producción de las especies originarias de las regiones o zonas geográficas; sino también la introducción y evaluación de nuevas especies y variedades vegetales para ponerlos al alcance de los agricultores en las mejores condiciones.

En la República Mexicana, es necesario contar con nuestro propio germoplasma y si bien no se puede competir en el mercado externo, se requiere producir lo necesario para disminuir los riesgos de mayor dependencia de la agricultura forrajera y fortalecer nuestra producción agropecuaria. En nuestro país la producción de semillas de leguminosas forrajeras a nivel comercial, es mínima no obstante que los rendimientos de semillas de leguminosas (alfalfa) a nivel experimental son más altos que los obtenidos en Europa y Australia, nuestras técnicas de producción están poco desarrolladas.

La producción nacional de semillas de pastos y leguminosas es de 184.6 ton/ha para 1990, representa el 40% de lo importado en los primeros 7 meses de 1991 (Peralta y Ramos, 1991, cit. Pos. Jimenez, 1992).

En los E. U. A. , la mayoría de la semilla de veza es de producción nacional, se produce principalmente en los Estados de Oregon, Texas Arkansas y Oklahoma, y ocupan los primeros lugares en producción de semilla Oregon y Texas; su calidad es similar a la importada de Europa. A pesar de que en E. U. A. se produce la semilla, una cantidad muy importante se importa de Europa, especialmente semilla de veza vellosa Vicia villosa Roth y la veza lampiña Vicia villosa var. Glabrecons kock, las cuales son difíciles de identificar debido a que

las semillas son tan idénticas, por lo que han sido comercializadas desde hace mucho tiempo bajo el nombre de veza vellosa y a menudo en mezcla, aun cuando sea importada (Schoth y Mckee, 1962; Henson y Schoth, 1968; León, 1955).

La producción de semilla de veza en España en la década de los veinte, se obtenía de los cultivos de veza para forraje, de los cuales no se cosechaban 20 áreas por cada hectárea que hubiera de sembrarse, se indicaba además que la semilla de veza se colectaba segando la planta (nunca arrancándola) antes de que la vainas llegaran a su completa madurez (cuando los tallos tuvieran la apariencia de secos) y con la apariencia conaca, se sometían posteriormente al secado y trillado (De Escauriaza, 1923).

Todas las vezas tienen métodos de recolección muy similares, sin embargo la veza vellosa (*Vicia villosa* Roth) y la lampiña (*V. Villosa* var. *glabrescens*) requieren de una rápida recolección debido a que las semillas se desprenden con mucha más facilidad que las de otras vezas. Se sugiere cosecharla por la noche o muy temprano por la mañana para evitar pérdidas de semilla. En general es preferible cosechar la semilla de veza con tiempo nublado, antes que las vainas estén demasiado maduras. Recientemente, para la cosecha de semilla de veza se utiliza una segadora hileradora, para formar hileras y que sea más fácil la recolección para su secado y trilla, ya sea manual o mecanizada (Schoth y Mckee, 1962).

Henson y Schoth (1968) coinciden con los anteriores, pero además añaden que la cosecha de la semilla se debe realizar en el momento en que las vainas inferiores están completamente maduras, arguyendo que en esta etapa la veza habrá alcanzado su máxima producción de semilla; esto independientemente del tipo de veza que se trate; no obstante, si la cosecha se realiza después del punto descrito, la consecuencia será la caída de la semilla; pero si se cosecha antes, el resultado será un alto porcentaje de semilla inmadura, en lo que coinciden otros autores como Czapiel' ska, 1968, y Aguilar, 1987.

La trilla mecanizada es la más recomendable para trillar grandes volúmenes de semilla, dicha trilla se realiza con máquinas combinadas, a las cuales se les

ajustan para tal efecto lo cilindros y las cribas; en el caso de la limpieza de la semilla, para separar semillas de malezas, así como del cultivo asociado se utiliza un separador especial gravitacional. Cuando la áreas cultivadas sean de poca dimensión, tanto la cosecha como la trilla podrá hacerse manualmente, coincidiendo aquí varios autores, en la utilización de hoz, rastrillos y ventiladores (Czapiew' ska, 1968; Henson y Schoth, 1968 Aguilar, 1967; S. A. R. H. ; 1991).

Sawicki (1965) realizó una cosecha de forraje y una de semilla Vicia villosa Roth, y obtuvo como resultado buena producción de semilla, sólo se realice una corte de forraje o ninguno, con el propósito de evitar el retraso de la floración y que sea dañada por las heladas, y evitar que las lluvias afecten la maduración de las vainas; la trilla es muy parecida a la del frijol.

Rendimiento de semilla de Vicia villosa Roth reportados.

- De 165 hasta 770 kg/ha en E. U. A. (Schoth y Mckee, 1962, cit. Pos. Hughes, 1966).
- De 0.52 a 0.60 m³/ha como rendimientos mínimos de 1.04 a 1.30 m³/ha como rendimientos máximo (Henson y Schoth, 1968).
- 193.04 kg/ha en Polonia (Czapiew' ska, 1968).
- Rangos de 200 a 992 kg/ha de diferentes variedades en U. R. S.S. (kirenev y Shitin, 1965).
- Rendimientos de 730 kg/ha de semilla de V. Villosa var. Ryabinushka, en U. R. S. S. (Ramanova, 1965).
- De 624 a 800 kg/ha como rendimientos mínimos y de 1170 a 1500 kg/ha como rendimiento de semilla máximos (De Escauriza, 1923).
- De 250 a 300 kg/ha de rendimiento de semilla de Polonia (Sawicki, 1965).

2.7. El Fósforo.

2.7.1. Importancia

Con la posible excepción del Nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas en el campo como el Fósforo. Una carencia de este elemento es doblemente seria, puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrientes, por ejemplo, antes que el uso de fertilizantes comerciales, la mayor parte del Nitrógeno del suelo depende indirectamente de la reserva de Fósforo. Esto se debe a la influencia vital del último elemento de las leguminosas. El Fósforo es necesario para retener al Nitrógeno de las legumbres (Buckman y Brady, 1977).

Es frecuente clasificar al Fósforo como un macronutriente, aunque las plantas lo contienen en menor cantidad que al Nitrógeno, Potasio y Calcio. Sin embargo, el Fósforo como factor limitativo tiene mayor importancia que el Calcio y, quizá más aún que el Potasio (Black, 1975).

En 1939 D. I. Aron y P. R. Stout propusieron los siguientes criterios de

- 1.- El elemento no puede ser esencial para el crecimiento o reproducción normales, los que no pueden proseguir sin él.
- 2.- El elemento no puede ser reemplazado por otro.
- 3.- El requerimiento debe ser directo, es decir, que no sea el resultado de algún efecto indirecto como toxicidad relevante, causada por alguna otra sustancia (Bidwell, 1990, Domínguez, 1989)

Los elementos esenciales pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios. El más frecuente es aquel que responde a la cantidad utilizada por la planta. Ciertos elementos (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Cloro y Magnesio) son requeridos por la planta en grandes cantidades y se llaman nutrientes mayores o macronutrientes. Dentro de este grupo, suelen distinguirse entre los diferentes elementos por la frecuencia de su aportación a los cultivos en: macroelementos primarios: Nitrógeno, Fósforo y Potasio; y macroelementos secundarios: Azufre, Calcio y Magnesio. Otros elementos, el Hierro, Cobre, Zinc, Magnesio, Molibdeno, Boro y Cloro, se requieren en pequeñas cantidades y se

llaman **nutrimentos menores, micronutrientes o elementos traza** (Bidwell, 1990; Domínguez, 1989; F. A. O. , 1980)

Otro criterio de clasificación más científico consiste en ordenar los elementos por su comportamiento en la fisiología vegetal y el metabolismo de la planta. Este los divide en cuatro grupos principales

- 1.- Componentes de productos orgánicos: Carbono, Hidrogeno, Oxígeno, Nitrógeno y Azufre
- 2.- Formación de ésteres con alcoholes: Fósforo y Boro
- 3.- Funciones no específicas como el mantenimiento del potencial osmótico o específicas como la participación en procesos enzimáticos: Potasio, Magnesio, Calcio, Manganeso y Cloro.
- 4.- Unidos a complejos orgánicos que participan en el transporte e intercambio de electrones por cambio de valencia: Hierro, Cobre, Zinc y Molibdeno (Domínguez, 1989).

El Fósforo es muy importante como parte estructural de muchos compuestos, principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos. Además desempeña una función indispensable en el metabolismo energético; la elevada energía de la hidrólisis del pirofosfato y diversos alcances de fosfato orgánico se utilizan para impulsar reacciones químicas. La deficiencia del Fósforo afecta todos los aspectos del metabolismo vegetal y el crecimiento. Está presente en todas la células, con tendencia a concentrarse en las semillas y zonas de crecimiento de las plantas. Una carencia de este elemento es doblemente seria, puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrientes (Buckman, 1977). Interviene activamente en la mayor parte de las reacciones bioquímicas complejas de la planta que son la base de la vida: respiración, síntesis y descomposición de glúcidos, síntesis de proteínas, actividad de las diastas, (Gros, 1967).

2.7.2. Contenido y movilidad de Fósforo en los suelos.

La cantidad de Fósforo que contiene un suelo depende mucho del clima y de su material de origen, pero raras veces excede el 0.3 % Generalmente, los

suelos desarrollados a partir de margas, calizas u otros materiales que contengan esqueletos calizos, son mucho más ricos que los demás en Fósforo total. Los esqueletos y caparazones contienen Calcio y Fósforo en abundancia y, por eso, los suelos formados de esas rocas presentan un mayor porcentaje tanto de Calcio como de Fósforo que los demás suelos (Thompson y Troeh, 1980).

Gros (1967), indica que la riqueza del suelo en Fósforo total varía con la naturaleza de la roca madre. En los suelos de origen volcánico o cristalino, puede alcanzar del 3 al 10%, los suelos de origen sedimentario son notablemente más pobres, de 0.5 a 3% de la masa total.

Fassbender (1975), señala que el contenido total del Fósforo es relativamente bajo. En suelos minerales de áreas templadas, el contenido en Fósforo total varía entre 0.02 y 0.08 % (200 a 800 ppm) en promedio gira alrededor de 0.05 % (500 ppm). Los contenidos de Fósforo en suelos de áreas tropicales son muy variables. Las grandes variaciones en el contenido de Fósforo total se deben a la variabilidad de las rocas parentales, al desarrollo de los suelos y otras condiciones edafológicas y ecológicas. Apparently los suelos jóvenes, derivados de cenizas volcánicas presentan un mayor contenido de Fósforo que los desarrollados de sedimentos meteorizados y depositados en las áreas bajas tropicales. El contenido del Fósforo total en los suelos de estas áreas parece estar ligado con el contenido de materia orgánica de los suelos y con su evolución pedológica. Al aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos y de los fosfatos orgánicos, se obtiene un contenido mayor de Fósforo total. En un estudio realizado con suelos de América Central, Fassbender et. Al. (1975), encontraron que el contenido total de Fósforo también depende de la textura de los suelos, tanto en áreas de clima templado como tropical, ya que cuando más fina su textura, mayor es el contenido de Fósforo total. Así mismo reportan que en suelos donde predominaban los fosfatos de Calcio, el contenido promedio de Fósforo total fue menor (889 ppm) que en aquellos suelos más ácidos en que predominaban los fosfatos orgánicos y dentro de los inorgánicos, los de Aluminio y Hierro, en los cuales el contenido de Fósforo total fue en promedio mayor (1241

ppm). De manera general el contenido de Fósforo total disminuye con la profundidad del suelo, lo que es explicable por la disminución de la materia orgánica y de los fosfatos orgánicos.

El contenido total de Fósforo varía de suelo a suelo, pero es general más alto en los suelos jóvenes vírgenes, en áreas en que la lluvia no excesiva (Tisdale y Nelson, 1982)

La cantidad total de fósforo en la capa arable en los suelos agrícolas varía alrededor de 0.01 a 0.15 % , 200 a 3000 kg/ha con un promedio cerca de 0.06 % , 600 ppm o 1200 kg/ha. La cantidad depende, en gran parte, del contenido de Fósforo en el material basal (Dean, Jackson y Black ; citados por Cajuste, 1977).

Thompson y Troeh (1980), afirma que la capa arable suele contener menos de 1 kg de Fósforo por hectárea en solución (de un contenido total de Fósforo de unos 1000 kg).

El Fósforo es muy poco móvil en el suelo a causa de su fijación, tiene únicamente importancia el movimiento por difusión. Los fosfatos inorgánicos sólo se mueven en el suelo muy pocos centímetros. El Fósforo orgánico tiene algo más de movilidad (hasta 12 cm) y sólo los fosfatos muy solubles aplicados con el riego por aspersión en suelos de textura gruesa, puede mostrar movimientos apreciables de hasta 18 cm. La infección de la raíces de algunos cultivos con micorrizas ha probado ser muy efectivo en la absorción del Fósforo. Estos hongos crecen bien en condiciones de baja humedad y puede ser muy efectivos en la movilización del Fósforo en zonas secas. Para que el mecanismo principal de este efecto es la gran afinidad en las hifas del hongo para la absorción de este elemento. Además, el movimiento de Fósforo a las raíces es mucho más rápido e intenso; 8 cm en 4 días, frente al normal de 1 mm / día observando con P_{32} (Dominguez, 1989).

Black (1975), menciona que el Fósforo tiene baja solubilidad. Al respecto Gros (1967), afirma que los iones fosfato no pueden ser extraídos por una raíz cuando están separados por una distancia de más de 2 mm, mientras que el Nitrógeno e incluso la potasa, se mueve más fácilmente en el suelo.

Los fosfatos tienen muy poca movilidad en el suelo y, por ello, sería lo más conveniente situarlos en la zona de profundidad de las raíces y distribuirlos por todo el volumen en que estas se extienden, lo cual debe considerarse siempre. El desplazamiento de los fosfatos solubles depende del poder de fijación del suelo de la humedad existente y de las condiciones del riego. Cuando los fosfatos solubles se aplican superficialmente sobre un suelo húmedo o cuando a la aplicación sigue un riego ligero, que no pasa de la superficie, aquellos se fijan en su mayoría en una zona de suelo poco profunda, ya que reaccionan en ella. Si se aplica cuando el suelo está seco y se riega abundantemente, la penetración es mayor, y se fijan a niveles más profundos (Yúfera, 1973)

2.7.3. Formas de Fósforo en el suelo.

El Fósforo en el suelo puede clasificarse en general como orgánico e inorgánico; dependiendo de la naturaleza de los compuestos en que se halla. La fracción orgánica se halla en el humus y otros materiales orgánicos, que puede o no estar asociados con él; su contenido en los suelos minerales es usualmente mayor en las capas superficiales que en el subsuelo (Tisdale y Nelson, 1982).

Graupera (1984), agrega que parte del Fósforo del suelo se encuentra en forma orgánica, en los mismos minerales del suelo o como aniones absorbidos en los coloides del suelo, y en parte el Fósforo orgánico contenido en el humus. De ambas fuentes el Fósforo es cedido lentamente para mantener una concentración equilibrada muy baja, de Fósforo útil en la solución del suelo. En la mayoría de los suelos tropicales ácidos, el Fósforo inorgánico se halla principalmente en forma de compuestos, muy escasamente solubles, de Hierro y Aluminio, o bien en suelos calcáreos, con Calcio.

El Fósforo, se encuentra en el suelo, es su mayoría en estado mineral (ortofosfatos) en los que cuatro átomos de Oxígeno rodean y están unidos a un átomo de Fósforo central. Los fosfatos de los suelos se derivan del ácido fosfórico ($H_3 PO_4$). Los fosfatos de los suelos se dividen en dos categorías: inorgánicos y orgánicos. En los inorgánicos los iones Hidrógeno del ácido

fosfórico se reemplaza por cationes metálicos formando sales. En los orgánicos uno o más iones Hidrógeno del ácido fosfórico se pierden por un enlace éster, los demás son sustituidos parcialmente o totalmente por los cationes metálicos. En ambas categorías las cantidades relativas de Fósforo varían mucho. La de Fósforo orgánico varía según el contenido de materia orgánica y, por lo tanto, es escaso en los subsuelos y abundante en la superficie. La participación del P - orgánico en el P-total varía generalmente entre 25 y 75 %. En casos extremos pueden alcanzar de 3 a 85 %. En otros análisis de la parte superficial de los suelos han registrado valores tan bajos como 0.3 % del total y otras tan altas como 95 % del total (Black, 1975; Fassbender, 1975; Gros, 1967). De manera general, se ha encontrado que algunos factores como la temperatura, la precipitación pluvial, la acidez del suelo, la actividad biológica y el grado de desarrollo de los suelos, determinan la participación de las fracciones orgánicas e inorgánicas en el Fósforo total (Fassbender, 1975).

Los fosfatos de Calcio son los predominantes y los que tienen mayor importancia desde el punto de vista agrícola. Los compuestos más sencillos de Calcio, tales como los fosfatos mono y dicálcicos, son solubles y fácilmente asimilables para el desarrollo vegetal, pero están en pequeñas cantidades excepto en suelos recientemente fertilizados, debido a que se transforman con facilidad en compuestos insolubles. Los fosfatos de Hierro y Aluminio contenidos a los suelos son más estables y son extremadamente insolubles (Buckman y Brady, 1977; Fuentes, 1989). Estos fósforos reaccionan con algunos silicatos de Hierro y Aluminio, tales como la caolinita. Es muy incierta, sin embargo, la forma exacta en que estos fosfatos están contenidos en el suelo (Buckman y Brady, 1977).

Fassbender (1975), afirma que entre los fosfatos inorgánicos se diferencian formas químicas bien definidas y cristalizadas, no bien cristalizadas o amorfas, fosfatos absorbidos y presentes en la solución del suelo, considerando entre los fosfatos cristalinos a los cálcicos, a los aluminicos y a los férricos.

El Fósforo orgánico, que representa del 20 al 60 % del Fósforo del suelo. Su descomposición y su transformación en inorgánico la efectúan ciertas especies

de bacterias, hongos y actinomicetos. Al igual que el Nitrógeno, el Fósforo orgánico tiene sus ciclos de mineralización e inmovilización. Carbono, Nitrógeno y Fósforo orgánicos se encuentran en el suelo en una proporción media de 100:10:1. La relación C/P condiciona la mineralización del Fósforo orgánico, de tal forma que se produce liberación de fosfato cuando esa relación es inferior a 300 (Fuentes, 1989). Esta relación es muy variable (Black y Gorin, cit. Pos Fassbender, 1975), indican que el promedio es de 11:9:1. Se ha indicado que en suelos de áreas tropicales se presentan relaciones C/P orgánico 200-300/1. Tisdale y Nelson (1982), afirman que si la proporción Carbono-Fósforo inorgánico es de 200:1, o menor ocurrirá la mineralización del Fósforo, y que si la proporción es de 300:1 ocurrirá la inmovilización.

Se considera generalmente que el Fósforo orgánico que ha sido identificado específicamente en los suelos se halla en tres formas principales: fosfolípidos, ácidos nucleicos y fosfatos de inositol (Tisdale y Nelson, 1982; Buckman y Brady, 1977). Los fosfatos de inositol constituyen el mayor grupo de compuestos orgánicos de Fósforo en el suelo. Consisten básicamente, en moléculas de azúcares con uno o más Hidrógenos sustituidos por grupos $H_2 PO_4$. Estos compuestos contienen aproximadamente, una tercera parte del Fósforo orgánico del suelo (Thompson y Troeh, 1980). Black (1975), asevera que el inositol es un alcohol hexacarbonado, saturado cíclico que tiene un grupo alcohol en cada carbón. Los inositolfosfatos son ésteres del ácido fosfórico y del alcohol inositol, (existen diversos isómeros del alcohol inositol), pero en los de las plantas sólo se halló uno de ellos. Esta observación sugiere que los inositolfosfatos de los suelos no tienen por que ser productos residuales de los restos vegetales, sino que son de origen microbiológico; es decir, que pueden ser elaborados en los suelos por los microorganismos. Fassbender (1975), asegura que la fracción principal de los compuestos fosfatados en la materia orgánica está constituida por los fosfatos de ácido inositolhexafosfórico o inositol, el cual constituye el 50 % del fósforo orgánico, y en algunos suelos hasta el 75 %. El inositol forma un éster con el

Fósforo denominado fitina; las sales de la misma, fitatos de Calcio, Hierro y Aluminio son los compuestos más comunes

Los ácidos nucleicos y sus productos de descomposición comprenden menos del 10% del Fósforo orgánico del suelo (Thompson y Troeh, 1980). Anderson (1961), citado por Black, encontró bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos en cantidades que podrían representar entre 0.6 y 2.4 % del Fósforo orgánico de los suelos. Por su proporción, las distintas bases eran más características de los ácidos nucleicos del tejido microbiano que del vegetal. Tisdale y Nelson (1982), aseguran que en estudios realizados a lo largo de varios años, muchos compuestos, la mayor parte de los cuales son productos hidrolíticos del ácido nucleico, han sido aislados de los hidrolizados del suelo. Estos compuestos incluyen ácido fosfórico, azúcar en forma de pentosa, citosina, adenina, guanina, uracilo, hipoxantina, xantina. Los dos últimos no son primariamente productos de hidrólisis del ácido nucleico pero se derivan de la guanina y de la adenina.

Los fosfolípidos (Fósforo combinado con compuestos grasos), comprenden alrededor del 1 % del Fósforo orgánico del suelo (Thompson y Troeh, 1980). Hance y Anderson (cit. Pos. Black, 1975), menciona que encontraron valores de fosfolípidos que representa entre 0.6 y el 0.9 % del Fósforo orgánico total del suelo. Estos autores hidrolizaron los extractos y encontraron glicerofosfatos, colina (un producto de la hidrólisis de la lecitina) y etanilamina; el glicerofosfato representaba entre el 52 y 86 % del Fósforo total en la fracción lipida.

Si se suma la cantidad de Fósforo orgánico identificado, se obtienen las siguientes cifras: un 2 % del total se halla en ácidos nucleicos, 1 % en fosfolípidos y 35 % en inositolfosfato, lo que constituye un total de 30 % que puede justificarse, la naturaleza del resto aún no se conoce (Black, 1975)

El Fósforo orgánico tiende a ser más estable a pH bajo que a pH alto, lo cual sugiere que uno de los efectos que produce el encalado de los suelos ácidos, es el de "abrir el almacén" del Fósforo ligado a la materia orgánica. Las diferencias en el contenido en Fósforo de la materia orgánica del suelo entre los

climas frío y cálidos se parecen a las que ocurren entre los suelos con HP ácido y neutro. Pearson y Simonson (citados por Thompson y Troeh, 1980), afirman que la relación entre Nitrógeno total y Fósforo orgánico oscila alrededor de 10:1.

De manera general, se ha encontrado que algunos factores como la temperatura, la precipitación pluvial, la acidez del suelo, la actividad biológica y el grado de desarrollo de los suelos determinan la participación de las fracciones orgánicas e inorgánicas en el Fósforo total. Bajo condiciones de acumulación de materia orgánica e inorgánicas en el Fósforo total. Bajo condiciones de acumulación de materia orgánica en el suelo (baja temperatura y alta precipitación, acidez del suelo, escasa actividad biológica), predominan los fosfatos orgánicos (Fassbender, 1975).

2.7.3.1. Fósforo fijado.

El Fósforo fijado se refiere a aquella porción que no es extraíble con ácidos diluidos y no se considera en general que sea utilizable fácilmente por las plantas (Tisdale y Nelson, 1982). Domínguez (1989), denomina fijación del Fósforo del suelo a la reacción o intercambio de formas solubles de este elemento con compuestos orgánicos e inorgánicos del suelo, de forma más o menos reversible. Tisdale y Nelson (1982), mencionan que la retención en rigor, se refiere a aquella proporción del Fósforo que es retenida flojamente por el suelo y que puede ser extraída generalmente con ácidos diluidos. Este Fósforo se considera que es ampliamente disponible para las plantas. La fijación del Fósforo puede realizarse mediante su adsorción en las superficies coloidales (arcillas, materia orgánica, hidróxidos de Hierro y aluminio, caliza, etc.), o bien, formando compuestos más o menos insolubles. También puede ser inmovilizado temporalmente por los microorganismos vivos en cantidades notables, la fijación del Fósforo se lleva a cabo de modo progresivo mediante reacciones sucesivas que van dando como resultado compuestos cada vez más insolubles y, por tanto, menos susceptibles de volver a formar parte de la fracción de Fósforo asimilable para las plantas a corto plazo. La reacción inicial más frecuente corresponde al fenómeno de

absorción de aniones. En esta relación, el Fósforo se mantiene en una posición de intercambio con el Fósforo de la solución, por lo que generalmente se denomina a esta fracción como Fósforo cambiante. La reversibilidad de la reacción definida por su intensidad y su velocidad pueden variar en función de muchos de los factores del suelo, pero son principalmente el material absorbente, y el pH los que tienen una influencia más importante (Dominguez, 1989)

Bajo las condiciones existentes en el suelo, los iones fosfato no son estables, no permanecen en su forma original, sino que son objetos de transformaciones de absorción y precipitación (Fassbender, 1975).

Dentro del Fósforo fijado en el suelo se distinguen 2 fracciones que tienen gran importancia práctica para el cultivo: el Fósforo absorbido en una reacción inicial de intercambio y que se mantiene en esta posición en equilibrio con el Fósforo en la solución del suelo, a este Fósforo se le denomina cambiante o lábil; y, el Fósforo precipitado en compuestos cuyo producto de solubilidad es muy bajo y por tanto, su intercambio con el Fósforo de la solución es mínimo, a este se le denomina Fósforo no cambiante, precipitado o no lábil y responde al concepto de Fósforo fijado (Dominguez, 1989).

El Hierro soluble, así como el Aluminio y Manganeso son hallados habitualmente en suelos minerales fuertemente ácidos. La reacción con los iones de $PO_4 H_2$ se presenta inmediatamente, convirtiéndose el Fósforo en insoluble y, por lo tanto, inservible para el crecimiento de las plantas (Buckman y Brady, 1977). Fassbender (1975), informa que los iones fosfato reaccionan con los diferentes cationes existentes en la solución del suelo (Ca, Fe, Al), dando origen a la precipitación de fosfatos cristalinos o amorfos, menos solubles, de Ca, Fe y Al.

Los iones fosfóricos pueden fijarse al complejo arcilloso húmico y, en particular, sobre las arcillas, por medio del Calcio (Gros, 1967). Buckman y Brady (1977), informan que la fijación del Fósforo, por arcillas silíceas, es un tercer medio de fijación, del Fósforo (después de la precipitación mediante iones de Fe, Al y Mn y la fijación mediante óxidos hidratados), bajo condiciones ácidas moderadas, e incluye silicatos minerales, tales como la caolinita, mortmorillonita e

ilita. La fijación de fosfatos por silicatos minerales se realiza mediante una reacción superficial entre los grupos OH de los cristales minerales y los iones PO_4^{3-} . El aluminio y el Hierro son desprendidos de las anastas de los cristales de silicato, formándose fosfatos hidroxidados. Parfitt, Atkinson y Smart (cit. Pos Thompson y Troeh, 1980), mostraron que un ión fosfato adsorbido por cualquiera de varios minerales de Hierro, sustituye a dos iones hidroxilo adyacentes. Esta doble sustitución explica por que los minerales de Hierro retienen el fosfato con mayor fuerza pero en menor cantidad que la que otros minerales pueden adsorber. Rotini y El Nennah (citados por los mismos autores), comprobaron que los fosfatos de Hierro predominaban sobre los de Calcio y aluminio. El Fósforo retenido por el aluminio era de una a seis veces más accesible que el retenido por el Hierro y, este último, de dos a dieciocho veces más accesible que el retenido por el Calcio.

El ión $H_2PO_4^-$ reacciona no solamente con el Hierro, aluminio y Manganese solubles, sino también con los óxidos hidratados insolubles, de estos mismos elementos, tales como la limonita y la goethita, dando como resultado, fosfatos hidroxidados; los cuales fijan o precipitan el Fósforo (Buckman y Brady, 1977).

En suelos con alto contenido en carbono y gran proliferación de microorganismos, el Fósforo soluble puede ser consumido por estos para su multiplicación y acumulado en el suelo en forma orgánica, en la propia sustancia bacteriana transformada en humus. De esta será cedido, lentamente, a medida que actúe los procesos degradativos a largo plazo (Yúfera, 1973).

Los factores que influyen en la capacidad de fijación del Fósforo en el suelo son: el PH, contenido de hidróxidos libres de aluminio y Hierro y arcillas, y materia orgánica (Fassbender, 1975).

La fijación de los fosfato es bastante rápida, por lo que la cantidad de fosfatos solubles en la solución del suelo disminuye con el tiempo; por esto, los fertilizantes fosforados solubles deben añadirse inmediatamente antes de los períodos de crecimiento rápido e intensa utilización por los cultivos (Yúfera, 1973).

2.7.3.2. Fósforo intercambiable

El Fósforo asimilable o cambiabile, es la cantidad de ácido fosfórico susceptible de participar en la alimentación de la planta y conservar la concentración de la solución del suelo en iones fosfato (Gros, 1967).

Los iones pueden estar presentes disueltos en la solución del suelo, vinculados en el complejo de intercambio o en la estructura molecular de las micelas que constituyen el suelo. La cantidad de un ión presente en la solución de suelo y el complejo de intercambio de este es, el resultado de varios factores: la cantidad total presente (que puede tener relación con la naturaleza mineral de las partículas del suelo), su capacidad de intercambio, su PH, así como la relativa abundancia de otros iones. La disponibilidad para la solución del suelo, y por lo tanto para las plantas, de elementos en el complejo de intercambio depende de su energía de ligamento, una medida de la firmeza con la cual los iones están retenidos. El aluminio, el bario y el Fósforo tienen alta energía de ligamento y, en consecuencia, se presentan a bajas concentraciones en la solución del suelo. Los iones como el Calcio, el Potasio y el Magnesio poseen energías de ligamento intermedias, en tanto que el Sodio y la mayoría de los iones (cloruro, sulfato u otros) las tienen débiles y consecuentemente tienden a abundar en la solución del suelo. El fosfato constituye una excepción por estar por lo común fuertemente ligado. Las soluciones del suelo promedio contienen cerca de 20 ppm de Fósforo, 40 ppm de Calcio y Magnesio y 100 ppm de Potasio (Bidwell, 1990).

El Fósforo mineralizado se libera en la solución del suelo, su disponibilidad para las plantas debería ser equivalente a la del fertilizante fosfatado incorporado a la solución de suelo en la misma proporción y distribuido en él de igual forma (Black, 1975).

Existe un estado de equilibrio permanente y rápido entre los iones disueltos en la solución del suelo y aquellos adsorbidos que constituyen el conjunto de los iones isotrópicamente cambiabiles. Representan la fracción del Fósforo total

considerado como la reserva alimenticia que corresponde al ácido fosfórico asimilable o cambiante (Gros, 1967).

2.7.4 Dinámica del Fósforo

2.7.4.1. Meteorización.

La distribución de los fosfatos inorgánicos del suelo depende en primer lugar del grado de meteorización y desarrollo de los suelos. En los suelos recientes predominan los fosfatos cálcicos; en los medianamente desarrollados se presentan proporciones balanceadas de los diferentes fosfatos inorgánicos y en los maduros predominan más bien los fosfatos ocluidos en los hidróxidos de Al, Fe y Mn. Los fosfatos ocluidos pueden ser considerados inertes y presentan una solubilidad muy reducida y una disponibilidad muy escasa para las plantas (Fassbender, 1975).

La meteorización produce una desaparición gradual de la fluorapatita y la formación de fosfatos secundarios. Los fosfatos de Calcio predominan en el suelo menos meteorizado y los ocluidos en el más meteorizado. El término "ocluído" se emplea para expresar la teoría de que las últimas dos fracciones están dentro de los óxidos de Hierro y que las primeras extracciones no disuelven (Black, 1975).

2.7.4.2. Intercambio catiónico.

Algunas partes del suelo pueden reaccionar con iones fosfato, pero estos pueden ser seguidamente desplazados o intercambiados de sus posiciones por otros cationes. Estos lugares de intercambio de fosfatos están probablemente en la superficie de fosfatos de Hierro y aluminio amorfos, los cuales existen en las superficies de coloides inorgánicos. Lugares de reacción de iones fosfato se encuentran en minerales bien cristalizados. En estos lugares serán puestos en libertad fosfatos sólo si el catión adjunto al cristal puede ser desplazado por el mismo tiempo que el anión fosfato. El proceso de disolución es más lento que la reacción intercambiable asociada con el nuevo lugar específico. Para cultivos con un largo período de desarrollo, los materiales cristalinos son una fuente de iones (Collins, et al, 1971).

Bidwell (1990), afirma que la capacidad de intercambio varía enormemente entre suelos, siendo más alta en los arcillosos y los de alto contenido orgánico

2.7.4.3. Disolución.

El efecto de los fosfatos naturales como fertilizantes depende de su solubilidad y su velocidad de disolución. Al aplicarse un fertilizante resulta en el suelo una zona diferenciada denominada "zona de fertilizante" enriquecida en H_2PO_4 de acuerdo con la solubilidad del abono; el tiempo requerido para alcanzar la máxima concentración o solubilidad depende de la velocidad de disolución del material. La velocidad de disolución depende del tamaño de gránulo (grado de molienda) o sea de la superficie de las partículas, el grado de calcinación y del PH (la disolución es mayor al disminuir el PH) (Gross, 1967 y Fassbender, 1975).

2.7.5. Funciones del Fósforo en la planta.

Los elementos pueden desempeñar tres papeles distintos en las plantas: electroquímicos (balance de concentraciones iónicas, estabilización de macromoléculas y neutralización de cargas, entre otros), estructurales (elementos incorporados a la estructura química de moléculas biológicas o que se usan en la síntesis de polímeros estructurales; por ejemplo, Calcio en la pectina y Fósforo en los fosfolípidos) y catalíticos (elementos involucrados en los sitios activos de las enzimas). El Fósforo es muy importante como parte estructural de muchos compuestos, principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos. Además desempeña una función indispensable en el metabolismo energético; la elevada energía de la hidrólisis del pirofosfato y diversos enlaces de fosfato orgánico se utilizan para impulsar reacciones químicas (Bidwell, 1990).

El Fósforo interviene en la mayor parte de las reacciones bioquímicas complejas de la planta que son la base de la vida: la respiración, la división celular, la formación y utilización de los azúcares y grasas, la síntesis de proteínas y la participación directa en la recepción, reserva y transmisión de la energía que la planta absorbe del sol (Dominguez, 1978; Gros, 1967).

El Fósforo adsorbido permanece oxidado y se da como átomo central del grupo fosfato tanto en las formas orgánicas como en las inorgánicas. Las formas orgánicas se clasifican como compuestos de reserva y estructurales y como compuestos del metabolismo intermedio. En la célula, el Fósforo se une con un Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y otros elementos, para formar moléculas orgánicas complejas. En el primer grupo se incluye la Fitina, los Fosfolípidos y los Ácidos Nucleicos. El Fósforo en las semillas se acumula en forma de fitina (sal Calcio magnésica del ácido inositol hexafosfórico), la cual se hidroliza enzimáticamente durante la germinación; el fosfato pasa a la forma inorgánica y puede ser utilizado por la plántula. Los fosfolípidos son ésteres del glicerol o inositol con ácidos fosfóricos o ácidos grasos; actúan como materiales de reserva en las semillas, participan en el metabolismo de las plantas en crecimiento y desempeña una función importante en la permeabilidad selectiva y en el transporte iónico. Los ácidos nucleicos están formados por nucleótidos. Estos últimos contienen una molécula de purina o pirimidina, de ribosa o desoxirribosa (pentosa) y ácido fosfórico y están unidas por grupos de éste. Los ácidos nucleicos forman los genes de las plantas, los que determinan sus cualidades hereditarias, su función como material genético consiste en determinar la naturaleza de cada una de las proteínas celulares que se sintetizan. Las células no pueden dividirse hasta poseer el suficiente Fósforo (y demás constituyentes vitales) para formar un núcleo adicional (Black, 1975; Gros, 1967; Thompson y Troeh, 1980).

En el metabolismo vegetal, el Fósforo desempeña un papel directo como transportador de energía debido a que en varias uniones orgánicas el fosfato se fracciona por hidrólisis y genera una gran cantidad de energía. El Fósforo tiene una gran capacidad para formar enlaces con más de un nivel de energía, lo cual le permite el almacenamiento, transferencia y liberación de energía en el interior de la planta, mediante materiales tales como el adenosin difosfato (ADP) y el adenosin trifosfato (ATP). El transportador de energía más importante es el adenosin trifosfato (ATP), en el que tres radicales fosfato se unen en forma lineal

y eliminan una molécula de agua por cada grupo fosfato que se agregue a la parte orgánica de la molécula (Black, 1975; Thompson y Troeh, 1980).

El Fósforo participa en la fotosíntesis. Participa en la recepción, reserva y transmisión de la energía que la planta absorbe del sol (Dominguez, 1978). Los iones fosfóricos son capaces de recibir energía luminosa captada por la clorofila y transportarla a través de la planta. La reacción inicia cuando se capta la energía de la luz comprende el fraccionamiento del agua, en presencia de fosfato inorgánico adenosindifosfato y una coenzima, el fosfato de nicotinamida - adenín - dinucleótido (NAD) con producción de la forma reducida del fosfato de nicotinamida - adenín - dinucleótido (NADP) del adenosin trifosfato (ATP) y del Oxígeno molecular. La forma reducida del fosfato de nicotinamida - adenín - dinucleótido (NADP) aporta entonces la energía para la reacción hipotética $RH + CO_2 = RCOOH$, por medio de la cual se fija el anhídrido carbónico. En esta reacción, "R" es un azúcar de Cinco carbonos que contienen dos grupos fosfato, y el producto intermedio "RCOOH" se descompone en dos moléculas de un compuesto tricarbonado, el ácido fosfoglicérico. A la vez, existe otra reacción donde parte de la energía de la luz captada por el fraccionamiento del agua se transfiere al adenosindifosfato y al fosfato inorgánico para formar adenosintrifosfato. La energía de éste se utiliza entonces en la síntesis de compuestos orgánicos cada vez más complejos a partir del producto inicial de la fijación del carbono (Black, 1975.)

Gros (1967), agrega que el ácido fosfórico es uno de los elementos fertilizantes más importantes, debido a que es un factor de crecimiento muy importante, con una fuerte interacción entre este elemento y el Nitrógeno, sobre todo durante la primera fase del crecimiento. El desarrollo radicular, en particular, se ve favorecido por una buena alimentación de Fósforo al principio del ciclo vegetativo. El ácido fosfórico es un factor de importancia, ya que activa el desarrollo inicial y tiende a acortar el ciclo vegetativo, favoreciendo la maduración; aumenta la resistencia de la planta al frío y a las enfermedades, al igual que el Potasio. En términos generales, puede decirse que el un elemento

regulador de la vegetación y, por tanto, un factor de calidad. Favorece precisamente los periodos de vegetación, que son críticos para el rendimiento del cultivo: fecundación, maduración y movimiento de las reservas

2.7.5.1. Absorción de Fósforo

La absorción de Fósforo ocurre como ión fosfato inorgánico monovalente ($H_2 PO_4^-$) o divalente (HPO_4^{2-}) (Bidwell, 1990) Algunas plantas pueden utilizar, o incluso requerir, cierta cantidad de HPO_4^{2-} , pero el $H_2 PO_4^-$ es una de las formas preferente y rápidamente absorbidas por las plantas, y bajo la cual absorben la mayor parte del Fósforo. En pequeñas cantidades también se puede absorber en forma de fosfatos orgánicos solubles (Fuentes, 1989; Gross, 1967; Thompson y Troeh, 1980) La proporción de iones mono y divalentes varía según el pH. Al aumentar el pH, la proporción de iones monovalentes disminuye, de forma que disminuye también la asimilabilidad del $P_2 O_5$ (Gross 1967)

Las plantas pueden absorber pequeñas cantidades de $P_2 O_5$ por contacto directo de las raíces con los elementos sólidos, pero la mayor parte del $P_2 O_5$ que necesitan lo toman de la solución del suelo, en forma de iones fosfato. Estos iones se desplazan desde las raíces hasta las hojas por medio de la corriente, que crea la transpiración de la planta. La absorción es muy activa durante el período de máximo crecimiento y se reduce a partir de la floración. El $P_2 O_5$ se acumula, en primer lugar, en los tejidos jóvenes, luego se diluye en la masa durante el envejecimiento de los órganos verdes, para concentrarse por último en los órganos de reproducción y en el grano (Gros, 1967).

La absorción del Fósforo es activa metabólicamente, es decir, la absorción se realiza en contra de un gradiente de concentración. La energía necesaria para realizar esta absorción se deriva de la respiración. De esta manera, las plantas pueden absorber Fósforo del suelo aún con concentraciones muy bajas, siendo la concentración interior cientos e incluso miles de veces mayor (Domínguez, 1989).

La absorción de cada uno de los iones por la raíz está ligada a la concentración que existe de cada uno de ellos en la solución circulante del suelo

y en el contenido de las células. Cuando en tales concentraciones se establece el equilibrio, la absorción se detiene y solamente se reanuda cuando se produce un nuevo desequilibrio a causa de la organificación de las sustancias absorbidas. De ello se deriva que la planta utiliza los distintos elementos nutritivos en relación a sus necesidades y no en relación a su cantidad en la solución circulante (Grimaldi, 1969; cit. pos. Yágodin, 1982). La capacidad de absorción varía considerablemente de unos cultivos a otros e incluso entre variedades de una misma especie, lo que sugiere que esta característica está controlada por el genotipo (Brow et al, citado por Domínguez, 1989). Otras causas son las diferentes en el desarrollo radicular, las asociaciones con hongos, la excreción de anhídrido carbónico, entre otros (Domínguez, 1989).

La transferencia del fosfato desde el suelo al interior de las plantas está representado como una serie de etapas. La primera representa la liberación de fosfato del suelo; la segunda, la combinación de aquél con un transportador, y la tercera la liberación del fosfato dentro de la planta a partir de la combinación transportador - fosfato (Fried y otros, citados por Black, 1975). Jackson y otros (citados por Black, 1975), en su teoría de absorción, establece que el fosfato es absorbido por las mitocondrias (pequeñas entidades organizadas que se hallan dentro del citoplasma), que están en "comunicación directa" con la solución exterior a las células. El transportador, R, y el fosfato se hallan unidos por un enlace altamente energético que resulta de la energía de la respiración. Black (1975) indica que la concentración de Fósforo en la solución controla la concentración del complejo formado por el ión y el transportador, y, a través de ello, regula también la velocidad de absorción. La velocidad de absorción de Fósforo por las plantas es infinitamente mayor que la velocidad neta de liberación a partir de un suelo en el momento del equilibrio.

Los factores que influyen en la absorción del Fósforo son: la temperatura (se reduce con el frío); el pH (reducción notable a pH elevado, debido a que la absorción se inhibe por la competencia de los iones oxihidrógeno con el Fósforo); la humedad; la aireación y la disponibilidad de nutrientes (Domínguez, 1989). Black

(1975) menciona que otros factores que pueden tener significación lo constituyen los efectos interiónicos y a la textura del suelo. Los efectos interiónicos son debido a que el incremento en la concentración de Calcio en la solución, se acompaña de una disminución en la concentración de Fósforo y la absorción de éste aumenta según la finura de la textura, así, para una concentración dada, la absorción es mayor en suelos de textura fina que en los de textura gruesa.

2.7.5.2. Etapas fenológicas críticas en cuanto a necesidad de Fósforo.

La respuesta relativa de los cultivos a la fertilización fosforada suele ser máxima en la primera parte de la estación de crecimiento y disminuye paulatinamente a medida que se aproxima a la maduración. Por lo tanto, se infiere que la necesidad de Fósforo adicional es mayor en la primera etapa del ciclo que en la última. Si las plantas cuentan con un suministro adecuado de Fósforo, la proporción del Fósforo total absorbido durante la primera parte del ciclo excede, en forma característica, la proporción del total de materia seca producida en la temporada. En un experimento realizado en E.U.A. se encontró que durante la última parte del ciclo vegetativo, gran parte del Fósforo que se había acumulado en el fruto provenía del que fuera absorbido antes y se hallaba en las partes vegetativas, y no fue absorbido del suelo durante el crecimiento del fruto (Black, 1975). En algunas plantas, si el suministro del Fósforo es suficiente para producir el crecimiento máximo de las partes vegetativas, se necesitará poco Fósforo adicional durante la fructificación (Gericke, Brenchley, citados por Black, 1975).

Es esencial que el cultivo disponga de los elementos nutritivos en cantidad suficiente en la zona en que se desarrollan las raíces y en cada momento a lo largo de su ciclo vegetativo. Es necesario atender las necesidades del cultivo en todos los períodos de su desarrollo y, en particular, en aquellos en los que las exigencias son más determinantes de su desarrollo posterior y, por tanto, de la producción, por lo cual se denomina periodos críticos. Estos no necesariamente tienen que coincidir con las fases de máxima absorción de elementos nutritivos a pesar de que, en muchos casos así ocurre. En estos periodos, en general, de máxima absorción, que suele coincidir con las fases de intenso desarrollo

vegetativo, la escasez de un determinado elemento puede tener consecuencia graves en la producción (Dominguez, 1989)

2.7.6. Aplicación del Fósforo

2.7.6.1. Época de la aplicación.

Aparentemente, la época de aplicación de los fertilizantes sería el factor fundamental a considerar para adecuar en el tiempo el suministro de elementos nutritivos al cultivo. Sin embargo, la época de la aplicación depende de otros factores, tales como el tipo de elemento nutritivo debido a su diferente comportamiento en el suelo, el tipo de fertilizantes las condiciones del suelo y el método de distribución entre otros. El primer factor que debe considerarse para determinar la época de aplicación es la distribución en el tiempo de la absorción de los diferentes elementos nutritivos por los cultivos y el conocimiento de los diversos períodos críticos. En estos períodos, en general, de máxima absorción que suele coincidir con las fases de intenso desarrollo vegetativo, la escasez de un determinado elemento puede tener consecuencias graves en la producción. Cada cultivo tiene unas características propias en cuanto a la absorción de los elementos nutritivos. Otro factor que debe considerarse es la movilidad del elemento nutritivo. La escasa movilidad del Fósforo en el suelo y las reacciones de equilibrio de este en el suelo, permite el planteamiento de una fertilización a largo plazo y dirigida a mantener la fertilidad del suelo. Esto lleva a que la época de aplicación de este elemento pueda plantearse con un mayor grado de libertad (Dominguez, 1989). Fassbender (1975) sostiene que la época de aplicación debe considerarse en la posible con el ritmo fisiológico del cultivo.

Black (1975), informa que por la común, los fertilizantes fosfatados se aplican a los suelos durante o poco antes de la época de siembra del cultivo que se requiere fertilizar. Una de las razones para explicar este procedimiento es que la disponibilidad del Fósforo de los fertilizantes muy solubles, como el superfosfato, es mayor para las plantas inmediatamente después de su aplicación y disminuye con el tiempo. Si se agrega en formas solubles, como el superfosfato,

gran parte del Fósforo residual que queda en el suelo se altera y no contribuye directamente al suministro para las plantas. Si la razón primordial de la disminución gradual en la respuesta relativa, de las plantas a la fertilización fosforada, con el transcurso del tiempo es la pérdida de potencia del fertilizante por su reacción con el suelo, será de utilidad las fertilizaciones retardadas o reiteradas. Por otro lado, si la causa principal de la menor respuesta es un incremento en la disponibilidad del Fósforo del suelo o una menor necesidad de las plantas a medida que transcurre el tiempo, serán muy útiles las aplicaciones tempranas de fertilizante fosforado.

Fuentes (1989), comenta que los abonos poco solubles en agua se distribuyen con bastante anterioridad a la siembra o la plantación, mientras que los abonos que tienen un gran porcentaje de Fósforo soluble en agua se distribuyen en el suelo poco antes o en el momento de hacer la siembra o la plantación. En las tierras que tienen un buen nivel de Fósforo se pueden emplear abonos que tengan un pequeño porcentaje de Fósforo soluble en agua; este Fósforo soluble en agua cubre las necesidades más inmediatas, mientras que el Fósforo soluble en citrato actúa con más lentitud y cubre las necesidades a lo largo de la vegetación de la planta.

Si los suelos con deficiencia sería de Fósforo de Potasio, se barbechan en otoño, el fertilizante fosfatado o potásico deben enterarse en esa época (Departamento de Agricultura del Estado de Iowa, 1969).

2.7.6.2. Dosis de fertilización fosfatada.

Los fertilizantes fosforados suelen aplicarse en cantidades tales que suministren entre 8 y 20 kg de Fósforo por hectárea. Sin embargo, cuando se les aplica con las semillas o cerca de ellas, sólo puede utilizarse 4 o 5 kg por hectárea. Cantidades tan reducidas pueden llegar a tener un efecto notable en el crecimiento temprano del cultivo. En ocasiones, pequeñas aplicaciones localizadas se completan con mayores cantidades agregadas por otros mecanismos. Las aplicaciones de fertilizantes fosfatados relativamente solubles

rara vez superan el equivalente a 80 kg de Fósforo por hectárea. La cifra de 80 kg de Fósforo por hectárea sobrepasa en mucho la cantidad anual que se elimina por cultivo y lixiviación, e incluso las aplicaciones medidas, entre 8 y 20 kg por hectárea, la superan en la mayoría de los casos. Las cantidades de Fósforo o en forma fosforita pueden ser mayores de 80 kg de Fósforo por hectárea, pero no se efectúan todos los años (Black, 1975). Thompson y Troeh (1980), consideran que las dosis de aplicación de los fosfatos naturales oscilan desde unos centenares de kg a una tonelada (generalmente entre 25 y 150 kg de Fósforo por hectárea). El Departamento de Agricultura de Estado de Iowa (1969), menciona que de ordinario, se aplica de media a una tonelada de roca fosfórica por acre, con intervalo de 5 o más años, y el material se entierra con el arado.

La F. N. E. I. Estima el abandonado anual de conservación para suelos con un nivel de fertilidad en Fósforo normal o elevado, en función de los diferentes sistemas de cultivo: para cereales (paja enterrada): 60-80kg/ha de P_2O_5 ; cereales (extracción de la paja): 70-90 kg/ha de P_2O_5 ; policultivo y ganadería: 60-80 kg/ha de P_2O_5 y para sistemas intensivos: 80 a 100 kg/ha de P_2O_5 (Gros, 1967)

El fertilizante óptico y su dosis, deben estudiarse para las condiciones específicas de un determinado suelo (pH, contenido y disponibilidad del Fósforo nativo, contenido en materia orgánica, carbonatos, sesquióxidos, libres), su cultivo (sistema radicular, duración del cultivo) y el sistema de explotación (rotaciones de cultivos, laboréo del suelo) (Fassbender, 1975).

2.7.6.3. Fuentes fosforadas.

Existen por lo menos, cuatro clases de procedencias del Fósforo: (1) fertilizantes comerciales; (2) estiércol de granjas; (3) residuos vegetales, incluyendo plantas enterradas en verde, y (4) compuestos naturales de estos elementos, tanto orgánico como inorgánicos ya presentes en el suelo (Buckman y Brady, 1977; Fuentes, 1989). Por su parte Black (1975), clasifica los fertilizantes fosforados en tres grupos: los orgánicos naturales, los fosfatos minerales naturales y los fosfatos minerales industrializados.

Las fuentes de Fósforo pueden variar desde aquellos con muy alta disponibilidad inmediata a la aplicación (superfosfato y el fosfato de amonio), hasta los de disponibilidad en extremo baja (roca fosfórica). Por lo tanto, es de importancia conocer la fuente de Fósforo, la reacción con el suelo, la época de aplicación y el cultivo a que se aplique, para escoger la mejor fuente para cada situación específica (Departamento de Agricultura de la Universidad del Estado de Iowa, 1969)

Fuentes (1989), clasifica los fertilizantes fosforados, según el tratamiento a que se somete la materia prima (fosfato natural o fosforita) en:

- a) Fosfatos molidos. Obtenidos mediante molienda de fosfatos naturales.
- b) Fosfatos calcinados. Se obtienen calentando los fosfatos naturales a elevadas temperaturas. A este grupo pertenecen, entre otros, el phosphal y las escorias Thomas.
- c) Fosfatos tratados con ácidos. Se obtienen tratando los fosfatos naturales con uno o varios ácidos. Tales son, entre otros, los superfosfatos, el fosfato bicálcico y los fosfatos amónicos.

Entre los fertilizantes fosfatados minerales industrializados, los más utilizados son los superfosfatos, simples o sencillos y triples y el fosfato diamónico (Black, 1975; Thompson y Troeh, 1980). De los superfosfatos, el superfosfato simple tiene una riqueza en $P_2 O_5$ del 18 % de lo cual el 80 % es soluble en agua y el 20 % restante es soluble en citrato, contiene además Calcio y Azufre. El superfosfato triple tiene una riqueza del 45 % en $P_2 O_5$ de lo cual el 90 % es soluble en agua y el resto es soluble en citrato y se presentan generalmente granulados (Fuentes, 1989). Los superfosfatos (simple 16 - 20 % y triple 40-50 % de $P_2 O_5$) son los fertilizantes de mayor producción y consumo mundial. El superfosfato simple se fabrica por acidulación de las rocas fosfatadas con ácido sulfúrico, resultando una mezcla de fosfato monocálcico ($Ca(H_2 PO_4)$) y yeso ($CaSO_4$) con restos de apatita hidroxidada, fosfatos de Hierro y Calcio de acuerdo a la composición de la materia prima. Para la producción del superfosfato triple se

utiliza ácido fosfórico como acidulante resultando fosfato monocálcico (Fassbender, 1975)

Al aplicar superfosfato al suelo, el fosfato monocálcico ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), es convertido inmediatamente en presencia de iones Calcio en fosfato dicálcico ($\text{Ca}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), el cual es ligeramente soluble y de reacción neutra. El fosfato tricálcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) es prácticamente insoluble y su reacción es casi neutra; cuando el fosfato tricálcico (contenido en la roca fosforada) se añade a un suelo cuyo pH es de 6 a 7.5, se transforma en fosfato dicálcico por la acción combinada de la hidrólisis y el carbonatación; en suelos altamente sódicos y muy ricos en carbonatos de Calcio, el fosfato dicálcico se transforma en fosfato tricálcico. El fosfato monocálcico es muy soluble y extremadamente ácido; sin embargo no puede existir en el suelo en presencia de Calcio o si el pH es mayor de 5.0 y puede transformarse o persistir sólo a valores de pH inferiores a 4.0. A un pH inferior a 5.0, los compuestos de Hierro y aluminio que son prácticamente insolubles. Por lo mencionado anteriormente, el fosfato dicálcico es la fuente principal de Fósforo para la nutrición vegetal. Su solubilidad relativamente baja asegura a la planta una provisión satisfactoria de Fósforo, y los numerosos ácidos orgánicos que normalmente se encuentran en el suelo, diversas sales amónicas, ciertos constituyentes húmicos y la actividad de los microbios del suelo, lo hacen más soluble aún (Teuscher y Adler, 1985).

En suelos ácidos la reacción de las soluciones concentradas de fosfatos mono y dicálcico, se orienta principalmente a la formación de fosfatos de Hierro, aluminio y Manganeso; en suelos alcalinos se forman los fosfatos dicálcico y apatita hidroxidada y en suelos calcáreos se produce al mismo tiempo la adsorción de H_2PO_4 en las partículas de CaCO_3 (Fassbender, 1975). Los mejores resultados de los superfosfatos se obtienen en suelos neutros o ligeramente ácidos (Fuentes, 1989).

Los fertilizantes amónicos resultan de la reacción entre amonio con ácido fosfórico y/o su mezcla con ácido sulfúrico (Fassbender, 1975), dando como resultado fertilizantes que contienen Fósforo y Nitrógeno (Thompson y Troeh,

1980). Estos fertilizantes binarios, que aportan Nitrógeno y Fósforo, pues está demostrado que la presencia del ión amoniacal favorece la absorción del Fósforo por la planta (Fuentes, 1989)

Tanto el fosfato monoamónico ($\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$; 11 % N, 48% $\text{P}_2 \text{O}_5$) como el diamónico ($(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$; 21% N, 53% $\text{P}_2 \text{O}_5$) son altamente solubles en agua, pero sin embargo, se diferencian bastante en su reacción. La solución saturada que se produce en la "zona del fertilizante" es alcalina en el caso del fosfato diamónico y ácida para el monoamónico. Estas propiedades tienen mucha importancia en los procesos de hidrólisis y reacciones sucesivas del fertilizante; así por ejemplo, el uso de fosfato diamónico es favorable en suelos ácidos ya que en las condiciones alcalinas de la "zona del fertilizante" resultantes, la solubilidad del hidróxido de Hierro y aluminio es mínima, obviándose la precipitación de fosfatos de Hierro y aluminio de baja solubilidad (Faasbender, 1975)

El fosfato monoamónico (MAP) tiene una riqueza de 11-53-00 cuando se utiliza como materia prima o se aplica directamente al suelo, presentándose bajo las formas granuladas o en polvo. La formulación 12-16-00, correspondiente al producto mucho más puro, se presenta en forma cristalina y se utiliza en ferti-irrigación. El fosfato diamónico (DAP) tiene una riqueza de 18-46-00 cuando se presenta en forma granulada y se aplica directamente al suelo. Los fosfatos amónicos son compuestos totalmente solubles en agua y tienen un efecto residual ácido sobre los suelos, aunque inicialmente tienen reacción alcalina. Son adecuados para suelos alcalinos o neutros; en cambio, no deben utilizarse en suelos ácidos, salvo que vayan acompañados de materiales que aportan cal, pero no deben mezclarse con los superfosfatos (Fuentes, 1989). Los fosfatos amónicos (mono y diamónico) al igual que otros fertilizantes que contienen amoniaco, poseen un efecto acidificante sobre el suelo (Thompson y Troeh, 1980).

Otras fuentes de Fósforo como el metafosfato de Calcio o el fosfato dicálcico, pueden no reaccionar fuertemente con el suelo o reaccionar en forma tal, que la disponibilidad total de Fósforo no cambian mucho dentro de un período

limitado de tiempo (Departamento de Agricultura de la Universidad de Iowa, 1969).

III. - MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Localización y descripción del lugar.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, se localiza en el municipio de Cuautitlán Izcalli, próxima a los límites con los municipios de Cuautitlán de Romero Rubio, Teoloyucan y Tepotzotlán, Edo. De México. sus coordenadas son entre $19^{\circ} 37'$ y $19^{\circ} 45'$ de latitud Norte y entre los $99^{\circ} 07'$ y $99^{\circ} 14'$ de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, teniendo una latitud de 2400 m.s.n.m. por lo que fisiográficamente se encuentra dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, en la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, y se considera junto con sus alrededores como un vaso lacustre con lomeríos. Se localiza en la cuenca del Valle de México (I.N.E.G.I., 1967)

3.1.2. Clima.

De acuerdo con el sistema de Koppen modificado por Enriqueta García, el clima es C(Wo) (W) b (i'), siendo templado, el más seco de los subhúmedos con régimen de lluvias en verano e invierno seco (con menos de 5% de la precipitación pluvial total anual) y con temperatura extremosa con respecto a la oscilación. La Temperatura media anual es de 15.7°C , con una oscilación media anual de 6.5°C , siendo Enero el mes más frío (Temperatura media de 18.3°C), la temperatura máxima promedio es de 26.5°C , la temperatura mínima promedio es de 2.3°C en Enero y 2.9°C en Febrero, aunque se pueden presentar temperaturas bajo 0°C durante las noches o al amanecer de estos meses. La precipitación media anual es de 605 mm, siendo Julio el mes más lluvioso con 128.9 mm y Febrero el más seco con 3.0 mm; la probabilidad de lluvia en la zona varía de 43 a 44 % y por lo tanto es necesario el riego. El promedio de días con heladas es alto (64), empezando en el mes de Octubre (ocasionalmente se han

presentado heladas tempranas entre el 8 y 10 de septiembre) y el terminando en el mes de Abril. La frecuencia de granizadas es baja y se presentan en verano. El promedio de horas frío oscila entre 800 y 820 al año (Reyna, 1978).

3.1.3 Suelos

Los suelos provienen de la Edad Cenozoica y del Periodo Cuaternario. Son de formación aluvial y se originan a partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona (I.N.E.G.I., 1987).

El tipo de suelos es vertisol pélico, y como todos los vertisoles, desarrollan grietas de, al menos, un centímetro de anchura y 50 centímetros de profundidad durante la estación seca. Contiene un 30% o más de arcilla, la mayor parte de la cual es del tipo montmorillonita, de manera que el suelo muestra una elevada capacidad de hinchamiento y contracción (Thompson y Frederick, 1980).

Estos suelos presentan una singular acción de "autoengullimiento" debido a que el suelo superficial cae al interior de las grietas durante la época de sequía; cuando llueve, el suelo absorbe agua por la superficie y a través de las grietas. La mayoría de los vertisoles presentan una fertilidad elevada la saturación de bases; sin embargo, su utilización es difícil debido a los movimientos del suelo; el elevado contenido en arcillas hace a estos suelos muy pegajosos en estado húmedo (Thompson y Frederiek, 1980).

Según De la Teja(1982), Alvarez y Cruz (1990), las características físicas y químicas para el suelo son las siguientes:

- a).-Profundidad de 0-20 centímetros. Estrato de textura arcillosa,Color en seco: pardo grisáceo. Color en húmedo: negro. PH real: neutro. Por conductividad eléctrica: no salina.; Con densidad aparente de 1.14 g/ml y densidad real de 2.11 g/ml y con 46% de espacio poroso. Extremadamente rico en Calcio,Magnesio,Potasio y Fósforo. Medianamente rico en Nitrógeno. Rico en Materia Orgánica.
- b).- Profundidad de 20-40 centímetros. Estrato de textura franco arcillosa. Color en seco: gris oscuro. Color en húmedo: gris muy oscuro. pH real: ligeramente

alcalino. Por conductividad eléctrica: no salino. Con densidad aparente de 1.04 g/cm³ y densidad real de 2.16 g/cm³; Espacio poroso de 52%. Extremadamente rico en Calcio, Magnesio, Potasio; Medianamente rico en Nitrógeno, Mediano en Fósforo y materia orgánica.

c).-Profundidad de 40-60 centímetros Estrado de textura arcillosa. Color en seco gris oscuro; color en húmedo : grns muy oscuro. PH real :medianamente alcalino. Por conductividad eléctrica: no salino. Con densidad aparente de 1.06 g/cm³ y densidad real de 2.09 g/cm. Espacio poroso de 50%. Extremadamente rico en Calcio, Magnesio, Potasio y Fósforo. Mediano en Nitrógeno. Medianamente pobre en materia orgánica.

3.2. Diseño Experimental

Para el experimento se contó con 1000 m² de terreno, la preparación de éste sólo incluyó el barbecho y un paso de rastra, después de lo cual se delimitó el terreno y se tomó muestra de suelo para su análisis.

El experimento incluyó, el estudio del efecto de los factores, densidad de siembra de la Vicia villosa Roth y la dosis de Fósforo, sobre el rendimiento de forraje y semilla de la misma especie forrajera; se plantearon tres densidades de siembra : 40, 60 y 80 kg/ha de semilla de veza; y tres dosis de Fósforo: 0.0, 40 y 80 kg/ha respectivamente. Por esto se tuvo un diseño factorial 3x3 (dos factores con tres niveles c/u) resultando un total de 9 tratamientos (Cuadro 2). Dichos tratamientos fueron distribuidos en el campo bajo un arreglo en bloques al azar con cuatro repeticiones, obteniéndose 36 unidades experimentales de 12 m² c/u. Se contó con semilla de Vicia villosa Roth y fertilizante (Superfosfato de Calcio triple). El cultivo de veza se asoció con Avena sativa L. Variedad "Chihuahua", la cual se sembró a razón de 25 kg/ha para todos los tratamientos, estos tratamientos resultaron de la combinación de las diferentes densidades con las diferentes dosis de Fósforo (como se muestra en el Cuadro 2).

CUADRO 2. Lista de tratamientos.

DENOMINACIÓN DE TRATAMIENTOS	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg SEMILLA/Ha)	DOSIS DE FERTILIZACIÓN (kg. De Fósforo/ha).
T ₁	40	00
T ₂	40	40
T ₃	40	80
T ₄	60	00
T ₅	60	40
T ₆	60	80
T ₇	80	00
T ₈	80	40
T ₉	80	80

La siembra se llevó a cabo al voleo simultáneamente con la avena y el fertilizante fosforado en forma granular. Se inoculó la semilla de veza utilizando como inoculante 200 ml de Rizobium Ribe FES-Cuautitlán (Producto elaborado en la F.E.S. Cuautitlán) mezclado con azúcar para darle adherencia, ésta inoculación se realizó al momento de la siembra.

Después de la inoculación, siembra y fertilización, la semilla fue tapada utilizando un rastrillo. La fecha de siembra fue el 13 de Julio. La germinación de la avena se dio en los primeros 4 días y culminó 2 días después. No se realizó ninguna labor cultural después de la siembra (sólo observaciones) hasta la primera cosecha (mezcla de avena con puntas de veza), ésta actividad se realizó en la primera semana de Octubre, cuando el grano de avena alcanzó el estado lechoso masoso, el corte fue manual (con hoz) a una altura de 30 cm (aproximadamente) con el objeto de dejar en el terreno un soporte para la veza de invierno. Se suministró un riego de auxilio por aspersión en la tercera semana de Octubre. La segunda cosecha de forraje (pura veza) se realizó en la tercera semana de

diciembre, haciéndose en forma manual, el corte se realizó en rollo con machete al ras del suelo. En ambas cosechas se eliminó el efecto de orilla eliminando los primeros 20 cm de la orilla hacia el centro de las unidades experimentales, quedando 10.64 m² de parcela útil. La determinación del rendimiento en fresco se hizo pesando el forraje inmediatamente del corte, mientras que el rendimiento de materia seca se llevó a cabo en laboratorio secando en estufa a 60 C. Posteriormente a la segunda cosecha de forraje se suministraron dos negos de auxilio (la segunda semana de enero y la tercera semana de marzo). La cosecha de semilla se llevó a cabo en la tercera semana de mayo, esta se hizo manualmente al igual que la trilla (como si fuera frijol). La cosecha de la semilla se llevó a cabo cuando las vainas inferiores (las primeras que produce la planta) estaban completamente maduras, cuando las semillas estuvieron completamente secas, se hicieron pruebas de germinación para comprobar la viabilidad de éstas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados .

4.1.1. Primer corte:

Para el primer corte, el Análisis de Varianza del rendimiento de materia seca (MS) nos muestra que existe diferencia entre tratamientos; se expresa una diferencia altamente significativa para el factor "densidad de siembra" (Tabla 1, anexos); así como para la interacción entre los factores (densidad de siembra dosis de Fósforo); sin embargo, el factor "dosis de Fósforo" por separado no presenta diferencia significativa. La agrupación Tukey por factor (tabla 3), presenta a las tres dosis de Fósforo como iguales entre si, mientras que al factor densidad (Tabla 2) lo muestra como diferente en sus niveles, resultando de mayor valor la densidad de siembra 2 (60 kg/ha de semilla de veza/ha).

TABLA 2. Prueba Tukey para obtener grupos en niveles de densidad, comparando el rendimiento de materia seca (MS) en ton/ha en el primer corte (con: $g1=24$; $\alpha=0.05$; $t=3.532$; C.M.E.=0.302324; D.M.S.=0.5606).

GRUPOS	TUKEY	MEDIAS	No	DENSIDAD
	A	3.084	12	2 (60 kg/ha de semilla)
B	A	2.568	12	3 (80 kg/ha de semilla)
B		2.112	12	1 (40 kg/ha de semilla)

TABLA 3. Prueba Tukey para obtener grupos en dosis de Fósforo, comparando el rendimiento de materia seca (MS) en ton/ha en el primer corte (con: $g1=24$; $\alpha=0.05$; $t=3.532$; C.M.E.=0.302324; D.M.S.=0.5606).

GRUPOS TUKEY	MEDIAS	No.	FÓSFORO
A	2.655	12	3 (80 kg/ha de P)
A	2.590	12	2 (40 kg/ha de P)
A	2.520	12	1 (0.0 kg/ha de P)

La agrupación Tukey por tratamiento, para la materia seca (MS), nos proporciona cuatro grupos (A,B,C y D), (Tabla 4) ubicándose en el grupo A los tratamientos T_4 (60 kg/ha de semilla de veza + 0.0 kg/ha de Fósforo), T_5 (60 kg/ha de semilla de veza + 40 kg/ha de Fósforo), T_6 (80 kg/ha de semilla de veza + 80 kg/ha de Fósforo), T_3 (40 kg/ha de semilla de veza + 80 kg/ha de Fósforo) y T_8 (80 kg/ha de semilla de veza + 40 kg/ha de Fósforo); en el grupo B se incluyen los tratamientos T_3 , T_6 , T_3 , T_6 , T_6 , y T_7 ; en el grupo C se incluyen los tratamientos T_6

, T₃, T₆, T₈, T₇ y T₂; y en el grupo D los tratamientos T₃, T₆, T₈, T₇, T₂ y T₁; siendo realmente diferentes los primeros 3 tratamientos del grupo A con respecto a los tratamientos ubicados dentro del grupo D, debido a que los tratamientos que se incluyen en más de uno de los grupos son estadísticamente iguales entre sí. En este caso los realmente diferentes son los extremos de la agrupación Tukey, resultando de mayor valor los tratamientos del grupo A, y aunque los miembros del grupo A son iguales entre sí, el tratamiento más conveniente es el T₆ (60 kg/ha de semilla de veza + 0.0 kg/ha de Fósforo), por su rendimiento promedio 3.6 ton/ha de materia seca respectivamente (Tabla 4 y Figura 2).

TABLA 4. Prueba Tukey aplicada a los tratamientos para obtener grupos de medias con los rendimientos de materia seca (MS) en ton/ha del primer corte (con: gl=24; s=0.05; t=3.532; C.M.E.=0.302324; D.M.S.=1.322).

	GRUPOS	TUKEY		MEDIAS	TRAT.
A				3.671	T ₆
A	B			3.337	T ₃
A	B	C		3.215	T ₈
A	B	C	D	2.506	T ₃
A	B	C	D	2.450	T ₈
	B	C	D	2.243	T ₈
	B	C	D	2.037	T ₇
		C	D	1.981	T ₂
			D	1.830	T ₁

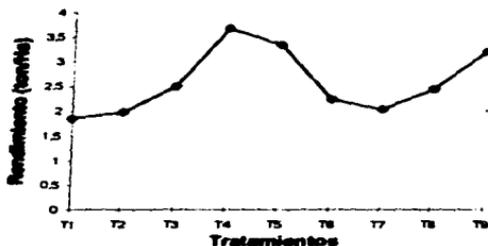


Figura 2. Rendimiento de materia seca de *Vicia villosa* Roth mezclada con *Avena sativa* en el primer corte

4.1.2. Segundo corte:

Para el segundo corte, el análisis de varianza nos muestra que existe diferencia estadística entre tratamientos para el rendimiento de materia seca (MS) (Tabla 5 en anexos), se observa diferencia altamente significativa para el factor "densidad de siembra" y sólo diferencia significativa para la interacción de factores (densidad de siembra * dosis de Fósforo); el factor dosis de Fósforo por sí sólo no presenta diferencia significativa. La agrupación Tukey por factor (Tablas 6 y 7), para el segundo corte nos muestra que el grupo A lo constituye la densidad 3 (80 kg/ha de semilla de veza), la cual resultó de mayor valor que las densidades de siembra 2 y 1 (60 y 40 kg/ha de semilla respectivamente), quedando éstas últimas en el grupo B. En esta ocasión el factor "dosis de Fósforo" de acuerdo a la agrupación Tukey, presentó diferencia entre sus niveles, pues se diferencian dos grupos A y B, apareciendo en el primer grupo (A), las dosis 2 y 3 (40 y 80 kg/ha de Fósforo respectivamente), resultando de mayor

valor, mientras que la de menor valor fue la dosis 1 (0.0 kg/ha de Fósforo) y constituye el grupo B junto con la 3.

TABLA 6. Prueba Tukey para obtener grupos en niveles de densidad, comparando el rendimiento de materia seca (MS) en ton/ha en el segundo corte (con: $g1=24$; $a=0.05$; $t=3.532$; C.M.E.=1.186603; D.M.S.=1.1106).

GRUPOS TUKEY	MEDIAS	No	DENSIDAD
A	12.419	12	3 (80 kg/ha de semilla)
B	11.234	12	2 (60 kg/ha de semilla)
B	10.463	12	1 (40 kg/ha de semilla)

TABLA 7. Prueba Tukey para obtener grupos en dosis de Fósforo, comparando el rendimiento de materia seca (MS) en ton/ha en el segundo corte (con: $g1=24$; $a=0.05$; $t=3.532$; C.M.E.=1.186603; D.M.S.=1.1106).

GRUPOS	TUKEY	MEDIAS	No.	FÓSFORO
A		11.956	12	2 (40 kg/ha de P)
A	B	11.346	12	3 (80 kg/ha de P)
	B	10.814	12	1 (0.0 kg/ha de P)

La agrupación Tukey por tratamiento, nos proporciona dos grupos (A,y C), incluyendo en el grupo A, los tratamientos T_9, T_8, T_7 y T_5 ; en el grupo C los tratamientos $T_8, T_7, T_1, T_3, T_4, T_2$ y T_6 ; siendo los mejores en forma excluyente los tratamientos 5 y 9 (tabla 8 y fig. 3).

TABLA 8. Prueba Tukey aplicada a los tratamientos para obtener grupos de medias con los rendimientos de materia seca (MS) en ton/ha del segundo corte (con: $g=24$; $\alpha=0.05$; $t=3.532$; C.M.E.=1.186603; D.M.S.=2.619).

GRUPOS	TUKEY	MEDIAS	TRAT
A		13.312	T ₉
A		13.3	T ₅
A	C	12.375	T ₆
A	C	11.568	T ₇
	C	10.609	T ₁
	C	10.587	T ₃
	C	10.265	T ₈
	C	10.193	T ₂
	C	10.137	T ₄

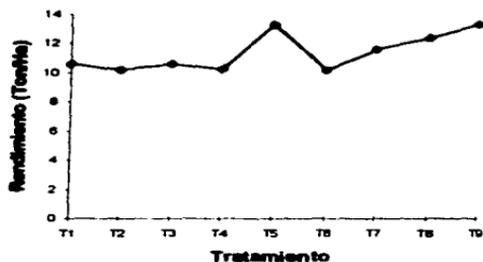


Figura 3. Rendimiento de materia seca de *Vicia villosa* Roth en el segundo corte.

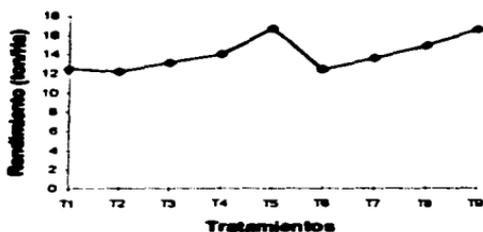


Figura 4. Rendimiento total de materia seca de *Vicia villosa* Roth (primero y segundo corte).

4.1.3.- Rendimiento de semilla.

El análisis de varianza (Tabla 9 en anexos) nos muestra diferencia significativa para el factor densidad de siembra, y la diferencia altamente significativa para la interacción de los factores (densidad de siembra y dosis de Fósforo). La agrupación Tukey por factor (Tablas 10 y 11) no expresan diferencia alguna entre las densidades de siembra, así como la dosis de Fósforo, ubicándoles en el grupo único (A) a todas.

TABLA 10. Prueba Tukey para obtener grupos en niveles de densidad, comparando el rendimiento de semilla en kg/ha (con: $g1=24$; $\alpha=0.05$; $t=3.532$; C.M.E.=1484.37; D.M.S.=39.279).

GRUPO TUKEY	MEDIAS	NO.	DENSIDAD
A	124.03	12	3 (80 kg/ha de semilla)
A	93.48	12	2 (60 kg/ha de semilla)
A	84.93	12	1 (40 kg/ha de semilla)

TABLA 11. Prueba Tukey para obtener grupos en dosis de Fósforo, comparando el rendimiento de semilla en kg/ha (con: $g1= 24$; $e= 0.05$; $t= 3.532$; C.M.E.= 1484.347; D.M.S.= 39. 279).

GRUPO TUKEY	MEDIAS	No.	FOSFORO
A	122.94	12	3 (80 kg/ha de Fósforo)
A	92.19	12	2 (40 kg/ha de Fósforo)
A	87.32	12	1 (0.0 kg/ha de Fósforo)

La agrupación Tukey por tratamientos nos proporciona dos grupos (A y B), incluyéndose en el grupo A, los tratamientos T_8 y T_9 ; y en el grupo B los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6 , T_7 y T_8 ; siendo de mayor valor T_9 , dado que es exclusivo del grupo A, mientras que T_8 se incluye también en el grupo B (fig. 5 y tabla 12).

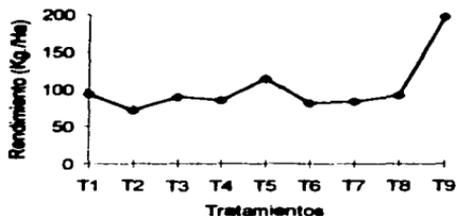


Figura 5. Rendimiento de semilla de *Vicia villosa* Roth (Corte único).

TABLA 12. Prueba Tukey aplicada a los tratamientos para obtener grupos de medias con los rendimientos de semilla en kg/ha (con $g1=24$; $a=0.05$; $t=3.532$; C.M.E.=1484.347; D.M.S =92.657).

GRUPOS	TUKEY	MEDIAS	TRAT.
A		197.395	T ₆
A	B	113.77	T ₅
	B	93.818	T ₁
	B	91.687	T ₈
	B	89.854	T ₃
	B	85.114	T ₄
	B	83.02	T ₇
	B	81.562	T ₈
	B	71.114	T ₂

4.2. Discusión.

Los resultados obtenidos en el primer corte de forraje de veza - avena, de acuerdo con el análisis estadístico, el rendimiento fue determinado por el factor "densidad de siembra", mientras que el factor "dosis de Fósforo" al parecer no tuvo injerencia en el rendimiento. Esto se explica si tomamos en cuenta que la densidad de siembra determina la densidad de población de plantas, y es la densidad y desarrollo de las plantas la que a su vez determina o proporciona el rendimiento del forraje lo cual concuerda con lo que establece Hughes,(1966),Duthil (1980) y Muslera y Ratera (1984). El factor "dosis de Fósforo" no tuvo efecto sobre el rendimiento en éste primer corte, lo cual puede observarse en las Tablas 1 y 3, y en la Figura 2.

Para el primer corte el efecto nulo del Fósforo sobre el rendimiento se debió quizá a que la Veza de Invierno estaba poco desarrollada aún, ya que el momento

de el primer corte estaba determinado por el estado de madurez de la avena (cultivo madrina) lo cual se realizó cuando el grano de avena alcanzó el estado lechoso- masoso. Es necesario mencionar que el superfosfato de Calcio triple se aplicó en forma granulada y aunque es la forma más soluble de los fosfatos, pudo haberse disuelto con la suficiente lentitud para que en la primera cosecha aún no surtiera efecto su aplicación (lo cual coincide con lo dicho por Nuñez (1987) y Dominguez (1989)

Por otra parte, la diferencia altamente significativa que según el Análisis de Varianza (Tabla 1) existe para la interacción de factores (densidad de siembra dosis de Fósforo) está dada por el factor "densidad de siembra" exclusivamente, ya que por sí sólo el factor "dosis de Fósforo" no presentó significancia alguna. Según la agrupación Tukey (Tabla 4 y fig 2), el mejor tratamiento para el primer corte fué T₄, y aunque existen otros tratamientos con valores cercanos a el , la agrupación Tukey lo presenta como excluyente de los otros grupos de menor valor. El tratamiento 4 (60 kg/ha de semilla de veza con 0.0 kg/ha de Fósforo), es el más conveniente si tomamos en cuenta que económicamente el gasto es menor y se obtiene estadísticamente el mayor rendimiento. La densidad de siembra intermedia (60 kg/ha de semilla de Veza) proporciona el mayor rendimiento de forraje, quizá por la adecuada proporción de plantas por unidad de superficie; ya que según Hughes (1966), Duthil (1980), Robles (1981) y Terrón (1991); cuando se asocian cultivos forrajeros se deberá cuidar las proporciones entre estos cultivos y la densidad de población por unidad de superficie; pues la adecuada proporción contribuye a una menor competencia entre las especies, así como entre plantas de la misma especie por espacio, agua, nutrientes y luz. Del mismo modo si observamos el Cuadro 3 (anexos), Tabla 2 y 4, observamos que la densidad de siembra mayor (80 kg/ha de semilla de Veza), no fue tan rendidora en forraje, como puede observarse, no dista mucho de las densidades más bajas, debido posiblemente por la mayor densidad de población, mayor competencia entre plantas de la misma especie como con el cultivo madrina; aunque este último tuvo la misma densidad de siembra para todos los tratamientos al

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

incrementarse la densidad de siembra de la Veza, propicia la competencia mayor. La densidad de siembra menor de la Veza (40kg/ha de semilla): no garantizó la población adecuada de plantas para que el rendimiento fuera superior.

En el segundo corte se tuvo un incremento en la producción de forraje, aún sin el cultivo madrina (*Avena sativa* L.), debido a que después del primer corte (primera semana de Octubre): la Veza de Invierno presentó un crecimiento más rápido y vigoroso, y puede decirse hasta exuberante, coincidiendo con el descenso de las temperaturas lo que favoreció el desarrollo de la Veza de Invierno, lo cual es coherente si recordamos a Czapietowska (1968), Henson y Schoth (1962) y algunos otros autores quienes aseveran que la *Vicia villosa* Roth es una planta a la que le favorecen las temperaturas templadas y frías, y que por esto se cultivan en latitudes con estas características. En este segundo corte la densidad de siembra sigue determinando el rendimiento, aunque al parecer el Fósforo ya tiene participación en dicho rendimiento (Tabla 5), incluso existen diferencias entre las dosis como se observa en la tabla 7 y Figura 4, en ésta última podemos observar que de acuerdo como se incrementa la dosis de Fósforo, se incrementa el rendimiento de forraje disminuyendo con la dosis mayor lo cual puede estar fundamentado por lo aseverado por Grimaldi (1969) cit. por Yágodin (1962) estableciendo que la planta utiliza los diferentes nutrientes de acuerdo con sus necesidades y no por la concentración de estos nutrientes en el suelo, sin embargo en el rendimiento de materia seca (MS) la dosis intermedia (40 kg/ha de Fósforo) resulta la mejor. El incremento en rendimiento de forraje se hace patente cuando se combinan dosis intermedias y densidades altas por lo que resulta explicable la significancia que tiene la interacción de éstos dos factores. No obstante lo anterior, el factor Fósforo en éste segundo corte y según el análisis de varianza (Tabla 5) no presenta diferencia significativa por sí sólo, lo cual no quiere decir que haya sido nula su participación en el rendimiento como lo muestra la Tabla 6, y la Figura 4. Aunque débil, la participación del Fósforo en el rendimiento para el segundo corte se hace manifiesta, esto en función de que

para entonces (segunda semana de diciembre) la Veza de Invierno (sin el cultivo madrina) se encontraba en la etapa de inicio de floración, lo cual implica un desarrollo casi total, y es en la etapa reproductiva cuando mayor demanda de Fósforo tiene ésta leguminosa, lo que coincide con algunos autores como Yágodin (1982), Bidwell (1990), Andrew y Kamprath (1978), y Lefrancois y Schoth (1988), pero también la Veza para entonces tiene un sistema radicular completamente desarrollado y en pleno funcionamiento lo que resulta en una mayor capacidad de absorción del Fósforo que cuando se realizó el primer corte, esto aunado a que para entonces los gránulos de Superfosfato de Calcio Triple estaban totalmente disueltos en la solución del suelo, lo cual coincide con Gross (1967) y Tisdale y Nelson (1982), quienes hablan de la lenta solubilidad de los compuestos inorgánicos de Fósforo.

En este segundo corte resultaron de mayor valor T_5 , T_7 , T_8 , y T_9 (Tabla 8), y de ellos los mayores fueron T_5 y T_8 , en estos tratamientos predominan las densidades de siembra alta e intermedia, así como las dosis de Fósforo alta e intermedia.

Observando el análisis de varianza de la producción de semilla, podemos decir que existe una correlación positiva respecto al incremento del rendimiento de acuerdo a como se incrementa la densidad de siembra de la Veza y la dosis de Fósforo; resultando lo más conveniente para el Triple propósito(2 cosechas de forraje y una de semilla) una densidad de siembra intermedia o alta con dosis de Fósforo intermedia o alta (Figura 4). En la producción de semilla según el análisis de Varianza (Tabla 9), para la densidad sólo hay diferencia significativa, mientras que para la interacción (densidad de siembra * dosis de Fósforo) existe diferencia altamente significativa, quedando de manifiesto la correlación entre la producción de semilla y la demanda del Fósforo por parte de la planta en la etapa reproductiva coincidiendo aquí con Achille (1969) y Bidwell (1990) y más aún con Yágodin, 1982; quién indica que cuando el objetivo del cultivo de veza es producir grano la absorción del Fósforo es mayor que para producir forraje; aunque no hay diferencia estadística entre las dosis de Fósforo.

De acuerdo con el análisis estadístico, el coeficiente de variación es de 38.21% el cual resulta ser alto. Esto posiblemente tiene su origen en el manejo del cultivo en el segundo corte, dado que al ser la Vicia villosa Roth una especie de reciente introducción al país, no se cuenta con información suficiente respecto al manejo agrícola, y el segundo corte se hizo muy bajo (casi al ras), esto fue debido al hábito de crecimiento (semi rastrero) y al "colchón" que formaba la Veza, lo cual imposibilitó la regulación de la altura de corte. De lo anterior podemos decir que después del segundo corte, la proporción de plantas que sobrevivieron fue muy baja, agudizándose esto en los tratamientos en donde la densidad de siembra era baja, mientras que en los tratamientos en donde la densidad de siembra era alta la probabilidad de supervivencia de más plantas fue mayor, lo que redundó en el rendimiento de semilla, el cual aunque fue bajo se acerca más a los rendimientos mínimos reportados en la Literatura (Cuadro 5 en anexos y Fig. 5). Lo anterior queda respaldado con lo establecido por Terrón (1991), quien argumenta que la densidad de siembra es una función de los factores físico-geográficos, de la naturaleza de la planta y de cultivo o manejo; respecto a éste último se recordará el triple propósito del presente trabajo.

Por otra parte, algo que quizá contribuyó al bajo rendimiento de semilla, es que al ser la Veza de Invierno originaria de otras latitudes (frías) se presentaron altas temperaturas en los meses de su etapa reproductiva y esto ocasionó la deshidratación rápida de las inflorescencias, y su muerte prematura; también debemos considerar que algunas especies vegetales pierden la viabilidad de su polen cuando se presentan temperaturas altas (Bidwell, 1990); todo esto causado por un retraso en la fecha de siembra, retraso involuntario.

Algunas otras causas probables por las cuales la Veza de invierno tuvo una respuesta casi nula a las diferentes dosis de Fósforo, es debido a que a pesar de que existían en el momento de la siembra 119 partes por millón (ppm) de Fósforo (exageradamente rico), quizá éste, así como el que se aplicó quedó fijado en el suelo, ya que según de la Teja (1982), en los suelos de la F.E.S. - Cuautitlán se

ha detectado la presencia de alófono; el cual es un mineral amorfo, silico-aluminoso con cierta proporción de Hierro, la presencia de ésta fracción coloidal le da al suelo de la F.E.S. -Cuautitlán la capacidad de fijar el Fósforo y hacerlo inaccesible para la planta. Aunque el alófono es propio de suelos de origen volcánico, es necesario recordar que los suelos de la F.E.S. - Cuautitlán si bien no son de origen volcánico, son de aluvión por lo que el alófono pudo ser transportado como ceniza volcánica (Tal como sucedió el 30 de junio del 97) y evolucionando con el tiempo. Otra posible causa de bajo rendimiento de semilla, puede fundamentarse en los altos requerimientos de Calcio (Ca) en el suelo que la Veza tiene según Czapiet'ska (1968), De Escauriaza (1923), Henson y Scoth (1968), prefiriendo los suelos de neutros a alcalinos; mientras que en la F.E.S. - Cuautitlán el análisis de suelo arroja pH de 6.12 lo cual según Moreno Dahme (1970) se clasifica como medianamente ácido lo cual concuerda con lo establecido por Bidwell (1990) el cual menciona que el pH ácido en el suelo causa la penetración de iones hidronio a las células radiculares, lo cual acidifica el jugo celular; esto en las primeras etapas de desarrollo vegetal causa alteraciones en el metabolismo de carbohidratos y albúminas, disminuyendo el contenido de Nitrógeno proteico, influyendo negativamente en la formación de los órganos generativos de la planta reduciéndose así la producción de semilla.

Los rendimientos del forraje, tanto en verde como en seco rebasaron con mucho algunos rendimientos reportados en el extranjero y a nivel nacional, ya que si tomamos en cuenta los rendimientos mayores del presente trabajo y lo cotejamos con el rendimiento mayor reportado en otros trabajos, tendremos una diferencia del 34% (14 toneladas de forraje) a favor del presente trabajo en el rendimiento por hectárea por ciclo. En cuanto al rendimiento de semilla, al compararlo con los rendimientos reportados en otros trabajos son bastante bajos, pero si observamos el mayor rendimiento de éste trabajo es de 197.3 kg/ha por lo que se obtiene 117.3 kg más de los que se sembraron. Por otra parte, aunque el rigor estadístico (agrupación Tukey) incluye que 197.3 y 113.7 y sean iguales estadísticamente, es necesario observar que 83.6 kg de semilla es la diferencia

entre ambos rendimientos, además es un poco mayor que la densidad de siembra mayor en estudio (80kg/ha). Esto es importante para las áreas que no se destinan a la producción de semilla, pero que se requieran tener con cobertura producto de la autoresiembra.

V.- CONCLUSIONES.

Por las características agroecológicas que predominan en la F.E.S.- Cuautitlán, es posible producir dos cosechas de forraje y una de semilla de veza de invierno, siempre que se apoye con riego.

El rendimiento de forraje se incrementó conforme se incrementó la densidad de siembra de Vicia villosa Roth, resultando que 60 kg/ha de semilla es la densidad de siembra más óptima.

La dosis óptima de Fósforo para la producción de forraje fue la de 40 kg/ha.

El mayor rendimiento de forraje se obtuvo cuando se combinó 60 kg/ha de semilla de Veza de Invierno con 40 kg/ha de Fósforo, obteniéndose 55.4 ton/ha de materia verde (16.6 ton/ha de materia seca).

El rendimiento de semilla fue mayor cuando se combinaron la densidad de siembra máxima (80 kg/ha de semilla) con la máxima dosis de Fósforo (80 kg/ha de Fósforo); el rendimiento fue de 197.3 kg/ha.

RECOMENDACIONES

Es claro que los rendimientos de semilla de veza obtenidos en el presente trabajo, resultan bajos respecto a los reportados por la literatura citada en el mismo, esto es un indicio de que la producción comercial de semilla de veza de invierno deberá estar sujeta a otro tipo de manejo, diferente a los objetivos del presente trabajo (obtención de dos cosechas de forraje de veza de invierno y producción de semilla en un ciclo anual).

El manejo del cultivo de la veza de invierno para la producción de dos cosechas de forraje y obtención de semilla, es recomendable para los productores que requieran ser autosuficientes en este insumo y al mismo tiempo sufragar la necesidad de forraje verde en la época en que por las bajas temperaturas otras especies forrajeras detienen su crecimiento.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- Achille, G. 1969. *Agronomía*. Ed. AEDOS. Barcelona, España. Pág. 164-195.
- Aguiar y Gutiérrez. 1984. *Perspectivas de un Cultivo. "Veza de Invierno"*. SARH. México. Pág. 8-16.
- Aguiar Pérez, Fernando. 1987. *El cultivo de Veza de Invierno, una Alternativa para los Incendios Forestales*. SARH. México.
- Allen, O.N. & Ethel Allen D. 1981. *The Leguminosae. A source Book of Characteristics, Uses and Nodulation*. The University of Wisconsin Press. Wisconsin, USA. Pág. 667-682.
- Andrew, C.S. & Kamprath, E.J. 1978. *Mineral Nutrition of Legumes in Tropical and Subtropical Soils*. Common Wealth Scientific and Industrial Research Organization (CASIRO). Melbourne, Australia.
- Badaruddin, M. And Mayer, D.W. 1989. *Forage Legume Effects on Soil Nitrogen and Grain Yield, and Nitrogen Nutrition of Wheat*. *Agronomy Journal*, USA. Pág. 419-424.
- Bidwell, R.G.S. 1990. *Fisiología Vegetal*. Primera reimpression. Ed. AGT EDITOR S.A. México, D.F. Pág. 256-292.
- Black, C.A. 1975. *Soil Plant Relationships*. 2nd ed. Ed Wiley & Sons, Inc. New York, E.U.A. Traducción de Armando Rabuffeti. Ed. Hemisferio Sur. Pág. 612-707.
- Buckman, O.H. Y Brady, N.C. 1977. *The Nature and Properties of Soil*. Ed. The Macmillan Company. Traduc. De Salord, R. Ed. Montaner y Simon S.A. Barcelona, España. Pág. 451-505.
- Cajuste L.J. 1977. *Química de los suelos con enfoque agrícola*. Universidad Autónoma de Chapingo-México. Pags: 213-229.
- Calva, T.L. et al. 1992. *La Agricultura Mexicana Frente al Tratado de Libre Comercio*. Ed. Juan Pablos. México. Pág. 16-18 y 121-229.

- Collins, N.G. et. Al. 1971. *Fundamentals of Modern Agriculture Section A: The Soil an Aerial Environments*. Ed. Sydney University Press. Traducción de Luis García Torres. Pág. 304-317.
- Cubero, J.I. y Moreno, M.T. 1983. *Leguminosas de Grano*. Ed. Mundi - Prensa. Madrid, España. Pág. 253-267 y 341-355.
- Czapieiu'ska. 1968. *Veza Arenosa o Invernal. Uprawa Grochu Peluszki i Wyki na Nasiona Warszawza*. Polonia.
- De Escauriaza y Del Valle, R. 1923. *Cultivo de la Veza. Catecismos del Agricultor y del Ganadero*. Ed. CALPE. Madrid, España. Pág. 2-29
- De la Teja A. Orlando. 1982. *Estudio de las Características Edáficas de los Suelos de la F.E.S.-Cuautitlán, México*.
- Department of Agricultural the Iowa State University. 1969. *Midwest Farm Handbook*. Ed. Iowa State University Press. Traducción de Antonio Marino Ambrosio. Pág. 187-202.
- Domínguez, V.A. 1978. *Abonos Minerales*. Ed. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. Pág. 115-183.
- Domínguez, V.A. 1989. *Tratado de Fertilización*. 2ª edición. Ed. Mundi - Prensa. Madrid, España. Pág. 147-271.
- Duthil Jean. 1980. *Producción de Forraje*. Ed. Mundi - Prensa. Madrid, España. Pág. 128-189.
- Ebelhar, S.A.; Frye, W.W. and Blevins, R.L. 1982. *Nitrogen from Legume Cover Crops for No-Tillage Corn*. *Agronomy Journal*. USA. 1982. Pág 51-55.
- Fassbender H.W. y Bornemisza E. 1987. *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. De. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Sn. José Costa Rica. **Page**: 255-283.
- Fuentes, J.L. Y. 1989. *El Suelo y los Fertilizantes*. 3ª edición. Ed. AEDOS. Barcelona, España. Pág. 249-321.
- Fuentes Sánchez, C. Y Osorio Bueno, E. 1980. *Efectos de la Inoculación Sobre la Producción de la Asociación Vicia villosa L., V. Villosa Roth y Avena sativa L. Con fertilizante*. *Agrochimical Vol. XXIV España*. Pág. 450-461.

- Gómez Espinoza, Angélica M. 1987. Estudio de la Asociación de Avena spp. L. Y Veza (*Vicia* spp) para forraje de invierno en Amanalco, Estado de México. Tesis Profesional. F.E.S. Cuautitlán. México.
- Graupera, G.E. 1984. Agricultura y Ganadería en los Trópicos. Ed. AEDOS. Barcelona, España. Pág. 46-63.
- Gross, A. 1967. Engrais Guide Practique de la Fertilization. 7 éme édition, 1979 por Firmin-Didot, Paris Traducción de Dominguez Vivanco Alonzo. Pág. 207-237.
- Gutiérrez Palacio, Alonso. 1984. La Veza de Invierno y los Hornos Forrajeros. SARH. Subsecretaría Forestal. México.
- Henson y Schoth. 1960. Veza, Cultivos y Usos. United States. Department of Agriculture. Bulletin No. 1740. USA.
- Huges, H.D. Forrajes. La Ciencia de la Agricultura Basada en la Producción de Pastos. Traducido por J.L. De la Loma. Ed. CECSA. México, D.F. Pág. 233-239.
- Ibrahim N. Ford: Dinámica Mineral en el Suelo. Ed. UACH. México. Pág. 503-511.
- Kirenev, G.V., Shitin, Yu. 1985. Producción de Variedades de Veza de Invierno. OP Plant Breeding Abstracts. URSS.
- Lefrancois and Schott. 1988. Phosphorus Response of Forage Legumes Intercroped in Corn. Applied Agricultural Research. Vol.3. No. 2. New York, USA. Pág. 105-109.
- León, Jordan Hipólito. 1955. Forrajicultura y Practicultura. Ed. Salvat S.A. Pág. 470-479.
- Little M. Thomas y F. Jackson Hills. 1985. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Ed. Trillas. México. Pág. 59-65.
- Maldonado Rosales, Yolanda. 1990. Evaluación de la Calidad Nutritiva de la Veza de Invierno (*Vicia villosa* Roth) y Digestibilidad in vivo para aplicarla en la Alimentación de los Ovinos. Tesis Profesional. F.E.S. Cuautitlán. México. 1990.
- Martínez Vieira. 1986. Fijación Biológica del Nitrógeno. Ed. Cultura. La Habana,

Cuba. Pág. 6-36.

- Moreira, B.N. 1988. The Effect of Seed Rate and Nitrogen Fertilizer on the Yield and Nutritive Value of Oat Vetch Mixtures. Univeridad de Trás-as-Montes e Alto Douro, Crop Sciencie Department 5000 Vila Real, Portugal. Pág. 57-66.
- Moreno Dahme, Rodolfo. 1970. Tablas de Clasificaciones Tentativas para Química de Suelos y Agua. SARH (INIA). México.
- Morfin Loyden, Lilian. 1982. Manual de Bromatología. Laboratorio de Bromatología F.E.S. -Cuautitlán. Departamento de Medicina Veterinaria. UNAM. México.
- Mortvedt, J.J. et. Al. 1972. Micronutrients in Agriculture. Ed. Soil Science Society of America Inc. Traducción de Cristina Vaqueiro Garibay. Pág. 241-286.
- Muñoz Orozco, Abel. 1974. Tamaño de la Parcela, Diseños y Usos de los Factoriales en la Experimentación Agrícola. Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) S.A.G. México. 1974.
- Muslera Pardo, E. Y Ratera García, C. 1984. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1984. Pág 500-507.
- Núñez E., Roberto. 1987. Aplicación Directa de Roca Fosfórica como Fertilizante (Experiencias en México). Colegio de Postgraduados. México.
- Pel' tsikh, I.L. 1989. Ganadería y Producción de Semillas con Vicia villosa en el Instituto Agrícola de Chuvash. OP Plant Breeding Abstracts, Rusia Europea.
- Primavesi, A. 1984. Manejo Ecológico del Suelo. 5ª edición. Ed. Buenos Aires, Argentina. Pág. 234-289.
- Reyes Castañeda, Pedro. 1985. Diseños Experimentales Aplicados. Ed. Trillas. México. Pág. 59-65.
- Reyna T. Teresa. 1978. Características Climático Frutícolas en Cuautitlán, Estado de México. Boletín del Instituto de Geografía. Vol. B. México.
- Roberts, Moore and Johnson. 1989. Forage Quality and Yield of Wheat-Vetch at

- Different Stages Maturity and Vetch Seeding Rates. Agronomy Journal. USA. Pág. 57-60.**
- Robles Sánchez, Raul. 1981. Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa. México. Pág. 267-284 y 441-460.**
- Ramanov, A.P.; Ramonova, I.N. 1985. Vicia villosa variedad Ryabinushka. OP Plant Breeding Abstracts. URSS.**
- Roux C.J.G., Howe L.G. 1988. Comparación de Algunas Leguminosas Invernales Bajo Condiciones de Sequía en el Dohne souverled. Departament of Agriculture and Water Supply. South Africa.**
- Sánchez, G.L. 1963. Guía del Agricultor. 3ª edición. Ed. AEDOS. Barcelona, España. Pág. 106 -121.**
- S.A.R.H. 1991. Dirección General de Proyección Forestal: La veza de invierno y los incendios forestales.**
- Sawicki, J. 1985. Suitability of Some Cultivars of Bread rie (Cecale cereale) for Mixture Used as Green Forage and for Seed Production from Regrowth. Acta Agraria Silvestria. Polonia. Pág. 131-150.**
- Torrón P.U. 1991. Tratado de Fitotecnia General. Ed.MundiPrensa.MadridEspaña. Pags: 669-673.**
- Teuscher, H. Y Adler, R. 1985. El Suelo y su Fertilidad. Ed. CECSA. México, D.F. Pág. 249-321.**
- Tisdale, S.L. y Nelson, W.L. 1982. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Ed. UTEHA S.A. de C.V. México, D.F.Pág. 213-263.**
- Thompson, M.L. y Troeh, R.F. 1980. Soils and Fertility (Fourth Edition) Ed. McGraw Book Company. New York, USA. Pág. 331-354.**
- Trinidad Santos Antonio. 1978. An Evaluation of the Nitrogen Production Potential of Hairy Vetch (Vicia villosa Roth) and Crimson Clover (Trifolium incarnatum L.) in Mich- Planted Corn. Tesis para obtener el grado de Doctor; Departament of Soil Science, North Carolina State University. USA.**
- Utomo, M.; Frye, W.W. and Blovins, R.L. 1990. Sustaining Soil Nitrogen for Corn**

Using Hairy Vetch Cover Crop. Agronomy Journal. USA. Pág. 979-983.
Yágodin P., Smirnov, Peterburoski A. 1962. Agroquímica. Ed. MIR. Moscú, URSS.
Yúfera, E.P. Y Carasco, J.M.D. 1973. Química Agrícola. Ed. Alhambra S.A.
Madrid, España. Pág. 141-175.

VII - ANEXOS

TABLA 1. Análisis de Varianza para rendimiento de materia seca (MS), primer corte

F. V.	g. l.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F
MODELO	11	15 49212	1 408374	4 66**	0 0008
-DENSIDAD	2	5 764325	2 837162	9 38**	0 001
-FÓSFORO	2	0 110062	0 055031	0 18 NS	0 8347
-BLOQUE	3	1 531735	0 510578	1 69 NS	0 196
-DEN * FOS	4	8 175994	2 043999	6 76**	0 0009
ERROR	24	7 255781	0 302324		
TOTAL	35	22 7479			

R cuadrada = 0 681035

C. V. = 21 24439

TABLA 5. Análisis de Varianza para rendimiento de materia seca (MS), segundo corte

F. V.	g. l.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F
MODELO	11	60 8797	5 534518	4 66**	0 0008
-DENSIDAD	2	23 27964	11 63992	9 81**	0 0008
-FÓSFORO	2	7 835235	3 917617	3 3 NS	0 0541
-BLOQUE	3	5 433411	1 811137	1 53 NS	0 2332
-DEN * FOS	4	24 33121	6 082612	5 13*	0 0039
ERROR	24	28 47847	1 186603		
TOTAL	35	89 35817			

R cuadrada=0 6613

C. V. =9 578789

TABLA 9. Análisis de Varianza para rendimiento de semilla

F. V.	G. l.	S. C.	C. M.	Fc.	Pr > F
MODELO	11	55073 67	5006 697	3 37	0 0495
-DENSIDAD	2	10143 31	5071 654	3 42*	0 0679
-FÓSFORO	2	8951 42	4475 71	3 02	0 1438
-BLOQUE	3	8817 66	2939 22	1 96	0 0069
-DEN * FOS	4	27161 28	6790 32	4 57**	
ERROR	24	35624 33	1484 347		
TOTAL	35	90696			

R cuadrada=0 60722

C. V. =38 2157