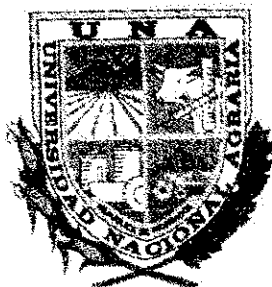


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
Departamento de Sistemas integrales de Producción Animal



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Trabajo de diploma

Adaptación de cuatro líneas de Alfalfa forrajera (*Medicago sativa* L.) a las condiciones climáticas de la Hacienda Las Mercedes, campo y vivero

Por:

Br: Karen Nazarely Caballero Rizo.
Br: Erick Ramiro Juárez Gámez.

Managua, Nicaragua.
Agosto, del 2007

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
Departamento de Sistemas integrales de Producción Animal**



Trabajo de diploma

Adaptación de cuatro líneas de Alfalfa forrajera (*Medicago sativa* L.) a las condiciones climáticas de la Hacienda Las Mercedes, campo y vivero

Por:

**Br: Karen Nazarely Caballero Rizo.
Br: Erick Ramiro Juárez Gámez.**

Tutor:

Ing. Carlos J. Ruiz Fonseca MSc.

Asesor:

Ing. Miguel Ríos


**Managua, Nicaragua.
Agosto, Del 2007**

Esta tesis fue aceptada, en su presente forma, por el Consejo de Investigación y Desarrollo (CID) de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), y aprobada por el Honorable Tribunal Examinador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título de:

INGENIERO EN ZOOTECNIA

Miembros del Tribunal Examinador:


Ing. Marbell Betancourt MSc.
Presidente


Ing. Miguel Matus López MSc.
Secretario


Ing. Domingo Carballo MSc.
Vocal

TUTOR:


Ing. Carlos J. Ruiz Fonseca MSc.

SUSTENTANTES:


Br. Karen Nazarely Caballero Rizo


Br. Erick Ramiro Juárez Gámez

CARTA DEL TUTOR

Considerando que el trabajo de tesis es un requisito parcial para optar a un grado académico, lo más importante de ello se resalta, cuando este se ha sabido llevar con todo el empeño que este requiere. Tal y como lo han hecho los bachilleres Karen N. Caballero Rizo y Erick R. Juárez Gámez, quienes a lo largo del presente trabajo y durante su estadía como estudiantes de la Facultad de Ciencia Animal, siempre mostraron la mejor disposición e interés en dar lo mejor de ellos.

Cabe destacar que ambos señor y señorita supieron aprovechar su tiempo, a tal extremo que decidieron culminar sus estudios con un ejercicio, donde se conjugara los elementos teóricos y prácticos, para demostrar las habilidades, destrezas y actitudes formadas durante el desarrollo de su carrera de Ingeniería zootecnia.

Es para mí un orgullo aportar con nuevos profesionales a la sociedad nicaragüense, y más orgullo el que estos se gradúen con un trabajo de tesis, donde además de obtener un grado, aporten sus nuevos conocimientos a la sociedad agropecuaria del país.

Es de mi consideración que ellos alcanzaron su meta y bien merecido su grado de Ingeniero zootecnista. Mi felicitación y agradecimientos a los BRS, Karen N. Caballero Rizo y Erick R. Juárez Gámez por hacerme participe de su logro alcanzado.

Solo me resta decir que cuando se entra al campo profesional y mas al campo científico, solo se sale por temor, desinterés pero nunca por falta de recursos, ya que estos se obtienen en el camino.

Ing. Carlos J. Ruiz Fonseca

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis primeramente a **DIOS** por haberme dado la vida, inteligencia, capacidad y la fuerza de voluntad para lograr finalizar mi carrera.

A mis queridos padres Ramiro Caballero y Eneyda Rizo por ser la motivación de mi vida y por mantener su confianza en mi, por darme su apoyo incondicional y por estar conmigo alo largo de mi vida y por hacer realidad mi sueño de coronar mi carrera.

A mi hermano, Yury Caballero Rizo por apoyarme y por ser el mejor hermano.

A mis abuelos, Virgilio Rodríguez y Electeria R por animarme a seguir adelante y superarme cada día más.

A mis amigos Meyling Tinoco, Sandra Nicaragua, Erick Juárez, Carlos Duarte por su apoyo y amistad alo largo de toda mi carrera

Karen N. Caballero Rizo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Jehová Dios por ser la mayor fuente de inspiración de toda la humanidad y por haberme dotado con habilidades intelectuales, fortaleza y sentido común que supe aprovechar y que me permitieron culminar mis estudios y mi trabajo de diploma.

A mi abuelita Romelia Rivera Arostegui por haber contribuido en mi formación integral y por brindarme el amor y apoyo de madre en los momentos que más lo necesite.

A mis padres Mayra del Socorro Gámez Arostegui y Donald Alejandro Juárez Dolmus por que ambos han trabajado muy duro toda su vida para darme lo necesario que una persona y hombre de bien debe tener como amor, valores morales íntegros, educación, amor al trabajo, dedicación al estudio y el saber valorar cada cosa que poseo como si fuera la única, esfuerzo que me motiva a ser cada día mejor en mi formación como un buen profesional y como persona aprovechando el tiempo que Dios me está concediendo vivir.

A mi novia Arlen Lynneth Rivera Arostegui por ser una persona que juega un doble papel en mi vida, como novia porque ella me da su cariño, amor y tolerancia; y como amiga porque me brinda sus constructivos consejos y críticas, me contagia con su deseo de superación, me insita al estudio, a cumplir con las tareas de investigación y me muestra siempre que la superación de una persona está en imponerse retos y en no declinar ante una actividad sin haber intentado alcanzarla con éxito y obtener casi la perfección en ella.

A mi amiga Karen Nazarely Caballero Rizo por brindarme su apoyo incondicional brindándome su amistad , comprensión y críticas contagiándome con un deseo de superación para cumplir con las tareas de investigación en mi formación profesional.

Erick R. Juárez Gámez

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia en especial a mis padres por siempre darme ánimo para culminar mis estudios universitarios y crecer como profesional.

A mi querido tutor Ing. MSc. Carlos Ruiz Fonseca por siempre estar junto a nosotros en este proceso apoyándonos y dándonos animo para seguir adelante.

Al personal administrativo de la Finca Las Mercedes (UNA) por darnos la oportunidad de realizar este ensayo y prestarnos las condiciones que necesitábamos.

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron ala culminación de este trabajo de tesis en especial a mi compañero de tesis Erick Ramiro Juárez Gámez por ser un apoyo incondicional

Todos aquellos profesores y amigos que con su valiosa enseñanza, consejos e incondicional apoyo logramos nuestras metas.

Karen N. Caballero Rizo.

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias por que en conjunto son las constructoras de nuestro aprendizaje desde sus inicios.

A Víctor Viñuales y María de Jesús Luna Serreta amigos de casi toda la vida a los que considero mis segundos padres por apoyarme incondicionalmente en todo el trayecto de mi formación profesional.

Al Ing. Carlos Ruiz Fonseca por brindarnos su incondicional apoyo, confianza, amistad y construir juntos conocimientos de mucha utilidad en nuestro inicio como investigadores del agro.

A los docentes universitarios que fueron parte en nuestra formación profesional, haciendo mención especial al Ing. Miguel Ríos por brindarnos consejos e ideas que ayudaron a mejorar este trabajo.

A nuestro grupo de estudio, en el que aprendimos a establecer relaciones sociales que nos fortalecieron como seres sociales que somos y a aprender a trabajar en equipo socializando diferentes puntos de vista en complejas ideas.

A Donad Alonso Juárez Gámez, Jeison Uriel Alfaro Gámez y Ervin Rodríguez López compañeros universitarios que nos brindaron apoyo laboral e intelectual.

Erick R. Juárez Gamez

INDICE GENERAL

| Contenido | Página |
|---|--------|
| Hoja de presentación | ii |
| Carta del Tutor | iii |
| Dedicatoria | iv |
| Agradecimiento | vi |
| Indice General | viii |
| Indice de Cuadros | x |
| Indice de Figuras | xi |
| Indice de Anexos | xii |
| RESUMEN..... | xiv |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| II. OBJETIVOS..... | 3 |
| 2.1 Objetivo General..... | 3 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| III MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 3.1 Origen y Distribución..... | 4 |
| 3.2 Clasificación Botánica de la Alfalfa <i>Medicago sativa</i> | 4 |
| 3.3 Características Morfológicas..... | 5 |
| 3.4 Características Fisiológicas..... | 9 |
| 3.5 Ecología y Adaptación de la Alfalfa..... | 10 |
| Factores Climáticos..... | 11 |
| 3.6 Factores edáficos..... | 12 |
| 3.7 El Cultivo de alfalfa..... | 13 |
| 3.8 Usos del Alfalfa Forrajera..... | 22 |
| 3.9 Valor nutricional..... | 24 |
| IV. METODOLOGÍA..... | 26 |
| 4.1 Ubicación del experimento..... | 26 |
| 4.2 Datos climáticos..... | 26 |
| 4.3 Tipo de suelo..... | 27 |
| 4.4 Descripción del experimento..... | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5 Diseño experimental..... | 27 |
| 4.6 Análisis estadístico..... | 28 |
| 4.7 Manejo Agronómico..... | 28 |
| 4.8 Variables evaluadas..... | 29 |
| V RESULTADOS Y DISCUSION..... | 33 |
| 5.1 Ensayo de Campo..... | 33 |
| 5.1.1 Germinación..... | 33 |
| 5.1.2 Altura..... | 33 |
| 5.1.3 Daños por Plagas y Enfermedades..... | 36 |
| 5.1.4 Ramificación..... | 39 |
| 5.2 Ensayo vivero..... | 40 |
| 5.2.1. Germinación..... | 40 |
| 5.2.2. Altura..... | 40 |
| 5.2.3. Sobrevivencia..... | 42 |
| 5.2.4. Daños por Plagas y Enfermedades..... | 42 |
| VI CONCLUSIONES..... | 43 |
| VII RECOMENDACIONES..... | 44 |
| VIII REVISION BIBLIOGRAFICA..... | 45 |
| IX ANEXOS..... | 46 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | Contenido | Pág. |
|---------------|---|-------------|
| 1 | Composición química fracciones alfalfa | 25 |
| 2 | Elementos nutritivos | 25 |
| 3 | Matriz de consolidación para datos de campo | 31 |
| 4 | Matriz de consolidación para datos de vivero | 32 |
| 5 | Cuadro matricial para comportamiento agronómico (campo) | 42 |
| 6 | Cuadro matricial para comportamiento agronómico (vivero). | 42 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | Contenido | Pág. |
|---------------|---|-------------|
| 1 | Altura (cm) promedio por plantas en diferentes líneas de alfalfa, en condiciones de campo. Finca las Mercedes, UNA, Managua. | 34 |
| 2. | Altura (cm) promedio por fechas, de plantas en cuatro líneas de alfalfa en condiciones de campo, Finca las Mercedes, UNA, Managua. | 34 |
| 3. | Altura (cm) máxima por fechas, de plantas en cuatro líneas de alfalfa en condiciones de campo, Finca las Mercedes, UNA, Managua. | 35 |
| 4 | Comportamiento de daños por plagas (%) según el nivel de afectación en cuatro líneas de alfalfa, en condiciones de campo, para diferentes fechas, Las Mercedes, UNA, Managua. 2007. | 36 |
| 5 | Daños por plagas (%), según nivel de afectación, en cuatro líneas de alfalfa, en condiciones de campo, Las Mercedes, UNA, Managua. 2007. | 37 |
| 6 | Daño por enfermedades (%), en diferentes fechas, según el nivel de afectación en cuatro líneas de alfalfa en condiciones de campo, Las Mercedes, UNA, Managua. 2007. | 38 |
| 7 | Nivel de daños por enfermedades (%) en las cuatro líneas de cultivo de alfalfa en condiciones de campo, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007. | 38 |
| 8 | Porcentaje de ramificación en cuatro líneas del cultivo alfalfa en condiciones de campo, en Las Mercedes, UNA, Managua, 2007. | 39 |
| 9 | Ramificación en distintas fechas (%), en cuatro líneas de alfalfa, en las condiciones de campo en Las Mercedes UNA Managua, 2007. | 40 |
| 10 | Altura promedio en cm, de plantas de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), por líneas en condiciones de viveros, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007. | 41 |
| 11 | Altura promedio en cm, de plantas de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), por líneas en condiciones de viveros, por días de recuento, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007. | 41 |

INDICE DE ANEXOS

| Anexo | Contenido | Pág. |
|--------------|--|-------------|
| 1 | Diagrama de Campo | 47 |
| 2 | Fotos de campo y vivero | 48 |
| 3 | Análisis estadísticos en SAS para datos de campo | 50 |
| 4 | Análisis estadísticos en SAS para datos de vivero | 52 |
| 5 | Altura promedio y desviación estándar de planta de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), por línea, en condiciones de vivero, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007 | 53 |

Caballero R. K. N; Juárez G. E. R. 2008. Adaptación de cuatro líneas de Alfalfa forrajera (*Medicago sativa* L.) a las condiciones climáticas de la Hacienda Las Mercedes, campo y vivero. Tesis de grado ingeniero Zootecnista. Facultad de ciencia animal Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA).

Palabras claves: alfalfa, adaptación, líneas, condiciones climáticas.

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el comportamiento adaptativo de cuatro líneas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en condiciones de campo y de vivero, se realizó un estudio en la Hacienda Las Mercedes, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en la ciudad de Managua Km 11 carretera norte, entrada al CARNIC 2 km al lago. Teniendo su ubicación geográfica en un cuadrante con las siguientes coordenadas: 12°10'14'' a 12°08'05'' en latitud Norte y 86°10'22'' a 86°09'44'' longitud Oeste. El estudio se realizó en dos fases 1) de campo y 2) en vivero. En ambos se determinó el grado de adaptación de cuatro líneas de alfalfa (*Medicago sativa* L.), tres procedentes de Texas-EE UU (8L418, 105916 y 9B18) y una de Sébaco-Nicaragua (13-A50) donde se ha establecido por mas de tres años. El ensayo de campo se estableció en un área que anteriormente fue utilizada para la siembra de sorgo forrajero y el de vivero se realizó en el vivero de la UNA, en la misma finca. Se consideró cada una de las líneas como tratamiento. El Diseño experimental usado para ambas fases fue de bloques completos al azar (BCA), con 4 repeticiones. En campo con parcelas experimentales fueron de 4 m² (2 m x 2 m), para un área total de 120 m², se sembraron 6 surcos a una distancia de 30 cm entre surco y 14 plantas por surcos distanciados a 15 cm. Se realizó análisis de varianza utilizando programa SAS versión 99, cuando se encontró diferencias significativas o altamente significativas para tratamientos se realizaron pruebas de medias según Duncan. El terreno se preparó de forma convencional, con una chapea inicial, un paso de arado y gradeo de forma mecanizada, posteriormente se realizó la estructuración del diseño de campo. Las variables evaluadas según las condiciones de campo fueron: germinación, altura de la plantas, daños por plaga y enfermedades y ramificación, en las condiciones de vivero fueron: germinación, sobrevivencia, altura (cm), daños por plagas y enfermedades. Como resultado se obtuvo que 3 de las líneas presentaron buena germinación en condiciones de campo y vivero siendo la de mejor comportamiento la línea 13A-50 con un promedio del 97%. Para altura la línea 9B18 presentó el mejor comportamiento en condiciones de campo con rangos de 48cm – 58 cm manteniendo superioridad durante el estudio en comparación con el resto de las líneas evaluadas. En daños por plagas la línea 8L418 la de menor afectación, y la mas afectada fue la línea 13A-50. En daños por enfermedades la línea 9B18 obtuvo los mayores daños en los niveles de moderado a muy grave y la línea 13A-50 fue la de menor incidencia. Todas las líneas presentaron una ramificación media de 30%, siendo la línea 105916 la de mejor comportamiento. En vivero la línea 13A-50 presentó la mejor altura. La línea 9B18 fue le de mejor adaptabilidad en condiciones de campo, seguida de la línea 13A-50. Pero en condiciones de vivero la línea 13A-50 fue la de mejor adaptabilidad, seguida de la línea 8L418. en resumen la línea 13A-50 fue la de mejor comportamiento adaptativo.

I. INTRODUCCION

La base de la producción animal esta en la alimentación que se les da, tanto en cantidad como en calidad. El ganado vacuno en Nicaragua se alimenta básicamente de pastos, la mayoría de ellos de buen rendimiento de la biomasa forrajera, pero con deficiente calidad nutritiva, por lo que se hace necesaria la suplementación con otros recursos alimenticios, los cuales suelen ser muy caros, y aumentan los costos de producción.

Una de las formas de disminuir los costos es buscar alternativas y recursos que permitan suplementar las carencias nutricionales que los pastos presentan, lo cual implica la búsqueda de nuevas especies forrajeras y líneas que adaptadas al medio permitan además de tener buena calidad, tener también buen rendimiento, con lo que los animales puedan desempeñar mejor su función productiva. Numerosas son las especies con las que se pueden contar, como el caso de la Alfalfa que presenta buenos rendimientos y calidad en las zonas templadas.

La alfalfa (*Medicago sativa* L), es una leguminosa perenne, originaria de Medio oriente. Los contenidos de agua varían de 8.5 a 78% de seco a fresco respectivamente, contenidos de proteínas de hasta 25%, grasa bruta 3.1, y contenidos de fibras hasta de 44%, lo cual la convierte en una buena especie para la alimentación animal. Lo anterior se reporta para países con condiciones longitudinales y latitudinales diferentes a las del trópico, aunque se han reportado buenos rendimientos para las condiciones de Australia tropical.

Pocos son los estudios de esta especie realizados en el trópico Latinoamericano, específicamente en la Región de Centro América y el Caribe. Aunque en el norte del país se esta trabajando con la línea 13 A-50, considerada en este estudio, reportes acerca del comportamiento de la misma es muy poco, así como su comportamiento en otras zonas del país.

Por lo anterior se hace necesario generar y recopilar información acerca del comportamiento de la alfalfa en el país, lo cual es el propósito del presente trabajo, donde

se consideraron cuatro líneas en estudio, tres de Texas EU y una trabajándose en sebaco, dicho trabajo comprende el estudio sobre adaptación de dichas líneas a las condiciones secas de Managua, como es el caso de la finca las Mercedes de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en Managua a 10 km al norte de la ciudad capital.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Conocer el comportamiento adaptativo y agronómico de cuatro líneas 13A-50,8L418, 105916,9B18) de Alfalfa Tropical (*Medicago sativa L*). A las condiciones edafoclimáticas en vivero y campo. Hacienda Las Mercedes, Managua, Nicaragua

2.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar el comportamiento de crecimiento y desarrollo (altura y ramificación) de cuatro líneas de alfalfa forrajera tropical (*medicago sativa L*), en condiciones de campo.
- b) Evaluar el comportamiento inicial de cuatro líneas de alfalfa en condiciones de vivero.
- c) Evaluar el daño por plagas y enfermedades de las cuatro líneas de alfalfa, en campo y vivero.
- d) Seleccionar la o las líneas con mejor adaptación para la finca las mercedes, UNA, Managua.

III MARCO TEÓRICO

3.1 Origen y Distribución:

La alfalfa tiene su área de origen en el medio oriente (Asia Menor y sur del Caúcaso), abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán y Pakistán (D' Attellis, 2005).

Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí pasó a Italia en el siglo IV a. C. La gran difusión de su cultivo fue llevada a cabo por los árabes a través del norte de África, llegando a España donde se extendió a toda Europa. Con la caída del imperio romano la alfalfa desaparece completamente de Europa. Los árabes la transportaron de nuevo, a través del norte de África, desde Persia hasta España (D' Attellis, 2005).

La llegada al Nuevo Mundo se produjo en el año 1519 a México. Posteriormente, por la ruta del pacífico fue trasladada a Perú y Chile. Desde estos países por vía terrestres llegó a Argentina. Ampliamente cultivada en todo el mundo como planta forrajera para el ganado. Es la planta forrajera más antigua y valiosa (D' Attellis, 2005).

Frecuentemente, la alfalfa ha sido llamada la reina de las plantas forrajeras ya que es una pieza fundamental en la alimentación del ganado, en especial, el de producción lechera, si bien esta extendida prácticamente por todo el mundo (D' Attellis, 2005).

3.2 Clasificación Botánica de la Alfalfa Medicago sativa

Pertenece a la *División*: Magnoliophyta (Magnoliófitos, plantas con flor);

Clase: Magnoliopsida Magnoliópsidas, Dicotiledóneas)

Subclase: Rosidae (Rósidas)

Orden: Fabales (Fabales)

Familia: de las Leguminosae o Fabaceae, Se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto.

Subfamilia: Papilionoideae (Papilionoideas)

Tribu: Trifolieae (Trifólieas)

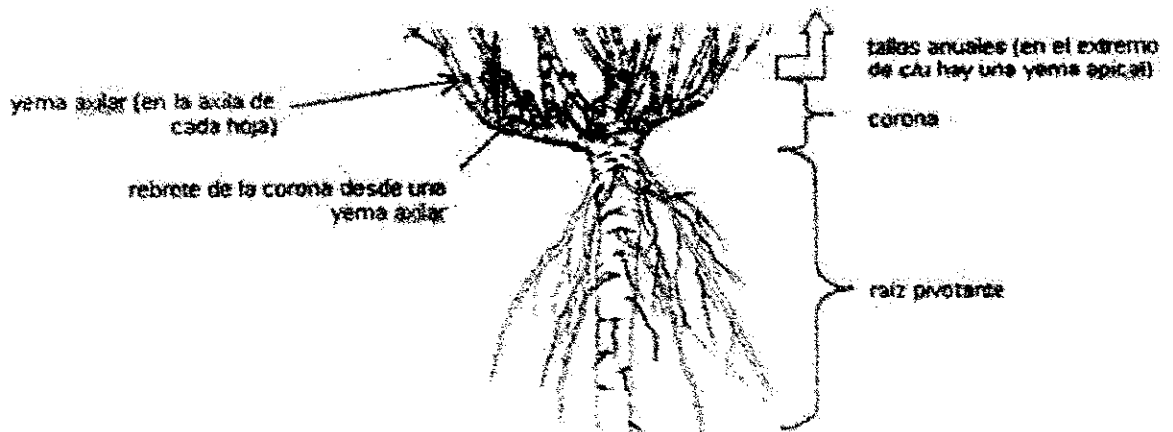
Nombre Científico: *Medicago sativa* L. SAe le conocen los siguientes

Sinónimos: *Medicago afghanica* (Bord.) Vassilcz. *Medicago agropyretorum*

Vass. *Medicago asiática*, subsp. *Sinensis* Sinskaya. (Andeshealth, 2007 citado por Infoagro).

3.3 Características Morfológicas:

Raíz: las raíces de las alfalfas son abundantes y profundas. Constan de una raíz principal, robusta y pivotante, y numerosas secundarias. La raíz principal, llega hasta la capa freática a grandes profundidades que van desde los 2 a 5 metros. Dicho crecimiento determina de alguna manera la capacidad de la planta para extraer agua de las capas más profundas del suelo; por ende, la resistencia a la sequía de la misma. La alfalfa, debido a una cualidad heredable, puede propagarse de forma vegetativa, gracias a que algunas raíces laterales forman yemas que dan origen a tallitos que emergen al exterior y llegan a producir de esta forma una nueva macolla (Mejor pasto, 2007).



Esquema de la raíz de la Alfalfa.

Tallo: la alfalfa es una planta normalmente erecta. En la germinación, el primer tallo nace entre los cotiledones y, en las axilas de estos o cuando ya han desaparecido, de las hojas inferiores se producen yemas que, posteriormente, dan origen a nuevos tallos, que se desarrollan, mientras que los tallos viejos se lignifican, endurecen y mueren. Todos estos tallos viejos o nuevos, forman un conjunto que recibe el nombre de corona, el cual en variedades adaptadas a climas áridos está sobre la superficie del suelo, no así en variedades de climas fríos donde la corona se ubica por debajo del nivel del suelo. En la parte inferior

del tallo se acumula gran cantidad de azúcares, por lo cual se engrosan y forman rizomas, algunos de los cuales se separan de la corona y echan raíces para formar una nueva planta (Mejor pasto, 2007).



Planta de Alfalfa.

Hoja: las primeras hojas verdaderas después de los cotiledones, son unifoliadas. Luego las hojas normales son trifoliadas, pecioladas, con folíolos peciolulados, particularmente el central. Los folíolos adoptan distintas formas más o menos oblongas y anchas (Mejor pasto, 2007).



Hoja de alfalfa.

Flor: las flores van reunidas en racimos axilares de distinto tamaño y densidad, tienen color violeta, con distintas tonalidades que van desde el azul pálido hasta el morado oscuro. Las flores son pentámeras con cinco pétalos distintos que reciben los nombres de: *estandarte*, el pétalo superior que suele ser al mismo tiempo el pétalo mayor; las *alas*, situadas a ambos lados del estandarte y completamente separadas del mismo; finalmente, los dos últimos delanteros se encuentran soldados por uno de los bordes y forman lo que se llama *quilla* (Mejor pasto, 2007)

La corola está formada por tres pétalos separados y otros dos unidos en una sola pieza. El cáliz está así mismo formado por cinco sépalos, normalmente unidos en la base, formando el llamado tubo del cáliz. Este tubo en forma de copa que contiene el resto de la flor está rematado por cinco lóbulos más o menos desarrollados que son, en realidad, las partes libres de los sépalos. El androceo, se encuentra formado por diez estambres, generalmente diadelfos, es decir, soldados por sus partes inferiores, formando dos paquetes. Lo normal es que el estambre situado inmediatamente delante del estandarte, se encuentre completamente libre, mientras que los nueve restantes se encuentran unidos formando en sus bases una especie de tubo, dentro del que se encuentra el gineceo o pistilo. El pistilo está formado por una hoja carpelar, y se observan en él con claridad las tres típicas partes de ovario, estilo y estigma. El ovario de formas variadas, tiene una sola fila de óvulos que se insertan en la sutura placentar, pudiéndose observar que lo están alternadamente en uno y otro borde de la hoja (Mejor pasto, 2007).

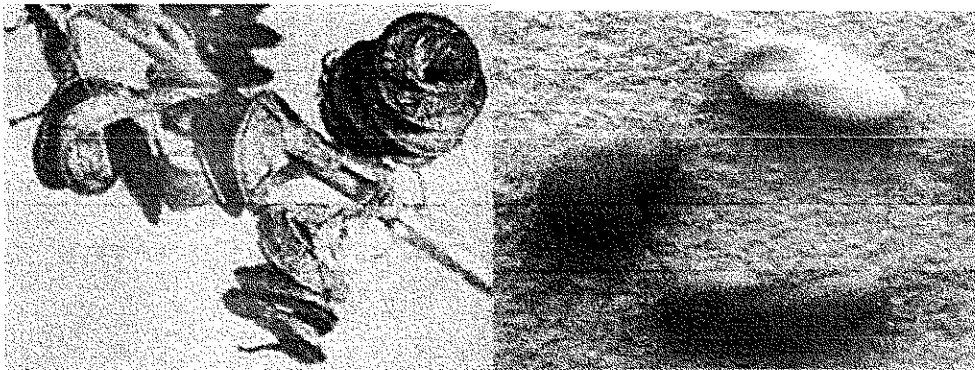
El estilo es filiforme, terminando en un estigma apical. Estilo y estigma junto con los estambres, forman un grupo de piezas que se encuentran envueltas y protegidas por la quilla (Mejor pasto, 2007).



Flor de la Alfalfa.

Fruto: la legumbre es un fruto seco, alargado y enrollado en espiral de tres a cinco vueltas e indehisciente (Mejor pasto, 2007).

Estas legumbres albergan un número variable de semillas arriñonadas de un color que va del amarillo claro al marrón oscuro. Estas pequeñas semillas presentan una radícula que representa una longitud de más de la mitad del tamaño de la semilla (Mejor pasto, 2007).



Fruto de la Alfalfa. Semilla de Alfalfa.

3.4 Características Fisiológicas

Germinación: en la germinación, la semilla puesta en el suelo labrado comienza a embeberse de agua y sufre entonces una serie de transformaciones: desarrolla una raíz partiendo de la radícula preexistente en la semilla, y el talluelo se estira hasta sacar cotiledones a la superficie del suelo. Todo ello se realiza a costa de las reservas existentes en la semilla. Estas reservas no son ilimitadas y, por tanto, de las semillas de mayor tamaño cabe esperar una plántula con mayor vigor. La germinación está condicionada por factores como: la humedad y la concentración de sales del suelo, la temperatura y la dureza de la cutícula que cubre a la semilla (Infoagro, 2007)

Nutrición: para su crecimiento y desarrollo, la planta necesita de varios elementos minerales y no minerales que absorbe de distintas formas, pero dentro de los cuales debe existir un cierto equilibrio, pues cuando se trata de plantas forrajeras, hay ciertos elementos que son absorbidos por el vegetal sin tener algún efecto dañino sobre él, sino sobre el animal cuando éste los consume. Dentro de los principales elementos que la planta necesita están: el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio, el azufre, el boro, el molibdeno y el magnesio (Infoagro, 2007).

Los elementos de mayor necesidad para el cultivo de alfalfa son: **Nitrógeno:** Una planta con un buen contenido de nitrógeno presenta un color verde oscuro, mientras que una con deficiencia presenta un color verde pálido (clorosis), la cual se produce primero en tejidos viejos y luego en jóvenes, situación que se revierte cuando el cultivo vuelve a recibir nitrógeno. La planta utiliza sólo el nitrógeno mineral y más particularmente cuando se encuentra formando nitratos, aunque también es aprovechado en forma amoniacal en menor proporción. La alfalfa y las leguminosas en general, son capaces de asimilar el nitrógeno libre atmosférico gracias a la simbiosis con ciertas bacterias radicales que lo transforman poniéndolo a su disposición, por lo cual la carencia de nitrógeno en la alfalfa es poco común, por lo que sólo se produce cuando el ambiente que rodea a la planta es poco favorable para el desarrollo de las bacterias. El nitrógeno forma parte de proteínas y prótidos de la molécula de clorofila, determinante en la asimilación fotosintética en el vegetal y por ende, en la aceleración del crecimiento (Infoagro, 2007).

Fósforo: dentro de la planta, se encuentra en forma mineral o formando parte de sustancias orgánicas más complejas como los ácidos nucleicos celulares, siendo sus principales funciones el estimular el crecimiento radicular, favorecer y regular todos los procesos generativos de la planta, transporte de ciertos compuestos necesarios para la síntesis de otros compuestos y regular la asimilación y utilización del nitrógeno en la planta.

Cuando el fósforo se encuentra por debajo de los niveles admisibles, sólo se nota un lento crecimiento, un retraso en la floración y fructificación y, en general, una cierta tendencia en la planta a postrarse y adoptar una forma de roseta (Infoagro, 2007).

Potasio: se encuentra en la planta en forma de sales ácidos inorgánicos y orgánicos. Favorece la función clorofílica, aumentando en su presencia la concentración de hidratos de carbono foto sintetizados. También regula y activa el transporte de estos azúcares a los puntos de crecimiento o reserva de la planta. Los síntomas de carencia de este elemento se manifiestan en la planta a través de una clorosis en forma de manchitas más claras en los márgenes y extremos apicales de las hojas siendo estos síntomas de carácter irreversible (Infoagro, 2007).

Calcio: es fundamental en la constitución de las paredes celulares, por lo que se encuentra distribuido por todos los tejidos vegetales, en carencia de este elemento, se puede apreciar una falta de resistencia del vegetal a la sequía y a las heladas, y a veces las puntas de las hojas se encorvan y las hojas jóvenes se mustian y secan en los ápices; todo esto es reversible suministrando calcio al cultivo (Infoagro, 2007).

3.5 Ecología y Adaptación de la Alfalfa

La alfalfa (*Medicago sativa L*), es una planta que puede encontrarse dentro, como en los márgenes de los cultivos forrajeros. Se caracteriza por florecer durante el periodo seco, siendo considerada una buena planta melífera y mejoradora del suelo (Apades, 2007).

Requiere clima templado-cálido o subtropical semi seco, adaptándose bien al riego; los suelos deben ser profundos, permeables y ricos en calcio y fósforo. Su raíz profunda le

permite desarrollarse incluso en suelos pobres, pues puede extraer nutrientes del substrato profundo incluso cuando el suelo superficial se halle agotado. Además, fija nitrógeno atmosférico gracias a su simbiosis con bacterias nitrificadoras, por lo que mejora la calidad del suelo. Su raíz profunda también la hacen adecuada para reducir la escorrentia y la erosión del suelo. Se sabe que la actividad estrogénica de las plantas de alfalfa de una parcela determinada puede variar grandemente, con la mayor actividad durante la plena floración y formación de semillas (Apades, 2007).

Factores Climáticos

Radiación solar: el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región. Es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa (Infoagro, 2007).

La radiación solar favorece la técnica del pre secado en campo en las regiones más cercanas al Ecuador, y dificulta el secado en las regiones más hacia el norte (Infoagro, 2007).

La Temperatura: la alfalfa, especialmente algunas variedades, tolera sin dificultad temperaturas tan bajas como los 10 y 15 °C bajo cero. Con temperatura medias anuales de alrededor de 15° C, la producción forrajera es ya importante. El óptimo se sitúa, según las variedades, en el intervalo entre 18 y 28 °C. La semilla de alfalfa comienza a germinar a temperaturas de 2 a 3 °C, siempre que los restantes factores (humedad, fertilizantes, etc.) no actúen como limitantes. La germinación es más rápida cuanto más alta sea la temperatura, hasta alcanzar un óptimo aproximadamente a los 28 - 30 °C. Temperaturas por encima de los 38 °C resultan ya letales para la joven plántula. Distintos son los requerimientos en temperaturas para la planta en activo crecimiento y producción forrajera (Infoagro, 2007).

El Agua (Humedad): la alfalfa es considerada generalmente, como una planta bastante resistente a la sequía. Sin embargo, esto no quiere decir que no precise de importantes cantidades de agua para su desarrollo y producción, pues para producir un kilogramo de materia seca por planta de alfalfa se requieren de 700 a 800 kilogramos de agua, aunque naturalmente, la cantidad necesaria de agua para el debido desarrollo del cultivo depende de

varias condiciones de clima y suelo (temperatura, humedad ambiente, viento, etc.) que determinan en definitiva la evapotranspiración (Infoagro, 2007).

En condiciones de regadío, cuando el agua no se limita y por tanto, se puede considerar como distribuida de forma totalmente homogénea en las distintas capas del suelo, la alfalfa llega a extraer un 46% de la total utilizada de los primeros 30 cm, un 22% de los 30 cm siguientes, y el resto de capas más profundas. En cambio, cuando se trata de condiciones extremadas de secano, las reservas de agua de la primera capa de dos metros son agotadas por la alfalfa en los dos primeros años de cultivo. Pues bien, la limitación de agua restringe, la producción de la alfalfa, pero no llega a frenar por completo su crecimiento más que cuando son rebasados ampliamente los límites de agua requeridos por la planta. Sin embargo, cuando esta limitación ocurre, la utilización del agua resulta menos eficiente que cuando la planta dispone de las condiciones óptimas de humedad. La planta de alfalfa, es francamente sensible al exceso de agua, es decir, a la inmersión, especialmente cuando se encuentra en período de crecimiento activo (Infoagro, 2007).

Durante el periodo lluvioso puede tolerar el encharcamiento, durante tiempos reducidos de (dos a tres días), si este tiempo se prolonga o se encuentra el cultivo en plena estación productiva, entonces los rendimientos descienden rápidamente, especialmente debido al alto porcentaje de plantas que mueren al no poder respirar sus raíces (Infoagro, 2007).

3.6 Factores edáficos

La Acidez: La acidez del terreno determina fundamentalmente la nodulación y, consecuentemente, la nutrición nitrogenada de la planta; la utilización del ión calcio; la absorción de los iones aluminio y manganeso, con los posibles efectos tóxicos que se siguen a un exceso de los mismos. Los problemas de acidez, cuando el pH es ácido, se pueden resolver con el encalado del terreno lo cual eleva el pH, favoreciendo la nodulación del *Rhizobium*, aumentando la cantidad del ión calcio en el suelo a disposición de la planta y frenando la absorción por la planta del aluminio y manganeso que le son tóxicos (Infoagro, 2007).

Salinidad y alcalinidad: La alfalfa es una planta cuyo óptimo de pH se sitúa en la zona de neutralidad, si bien tolera mejor la alcalinidad que la acidez. Sin embargo, cuando esta alcalinidad alcanza valores altos, la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el fósforo, hierro, manganeso, boro y zinc, queda reducida, llegando en algunos casos hasta límites inadecuados para la vida de la planta. Los síntomas de la salinidad en la planta son parecidos a los de la sequía, se inician con una ligera palidez de algunas partes del vegetal para luego ir reduciendo el tamaño de la hojas, que adquieren un color verde oscuro al mismo tiempo que la planta va achicándose y arrosotándose (Infoagro, 2007).

Profundidad del suelo y drenaje: La alfalfa se desarrolla óptimamente en suelos profundos sanos y bien drenados. En estas condiciones, incluso en climas de escasa pluviometría es capaz de rendir notables cosechas. Cuando un suelo tiene dificultades de drenaje, el agua se estanca, expulsando el aire de los poros del mismo y empobreciéndose paulatinamente el oxígeno. Las raíces, ante la falta de oxígeno se asfixian. Si el drenaje es bueno, el agua de riego o lluvias se renueva con frecuencia en el suelo, con lo cual se mantiene oxígeno al alcance de las raíces de la planta. Al comentar las características morfológicas de la alfalfa, se señaló el gran desarrollo radicular que esta planta llega a adquirir, razón por la cual este cultivo no es aconsejable para suelos de menos de 60cm de profundidad (Apades, 2007)

Los suelos con menos de 60 cm de profundidad no son aconsejables para la alfalfa. Por tal razón debe de tener en cuenta el tipo de suelo al cual va a ser sometido el cultivo ya que no será el mismo rendimiento para todo tipo de suelos (Infoagro, 2007).

3.7 El Cultivo de alfalfa

Para tomar la decisión de adoptar el cultivo de alfalfa en una explotación debe tomarse después de un detenido estudio del medio al que va a someterse, pues situarla fuera de su campo de adaptación sería tanto como condenarse de antemano a un seguro fracaso. Normalmente, en una pradera, cuando se introduce la alfalfa esta competirá por superficie con las otras plantas, y cuando la dominancia del cultivo de alfalfa es mas frecuentemente en el mismo terreno, entonces este presenta un comportamiento como el de un

monocultivo, donde en determinado momento, por efectos de mal manejo se puede favorecer la proliferación de ciertas plantas denominadas “malas hierbas”, cuyo desarrollo es más o menos análogo al del cultivo en cuestión. Por otra parte, el monocultivo trae consigo una disminución del rendimiento, aun cuando se restituyan anualmente al terreno los principios nutritivos extraídos por la cosecha (Infoagro, 2007).

La alfalfa suele adaptarse a una gran variedad de suelos, pero es preferiblemente cultivar en suelos de texturas medias, profundos y bien dotados de cal, con un pH alrededor de 7.5, en terrenos muy pesados, existe siempre el peligro de la formación de sólidas costras que la plántula es incapaz de atravesar en el período de germinación. Además un suelo pesado que son muy compactos, en momentos de extremada sequía pueden formarse aglomeraciones alrededor de las raíces, impidiendo la respiración de las mismas y poniendo en grave riesgo su vida. Por otro lado, la capa freática debe estar a más de un metro de profundidad, ya que muchas veces cuando la capa freática está por sobre ese nivel las raíces quedan sumergidas y mueren por asfixia (Infoagro, 2007).

La siembra debe realizarse sobre un suelo libre de terrones y malezas, bien mullido, pero firme y con el contenido de humedad suficiente para facilitar la germinación de la semilla, la dosis de siembra está íntimamente relacionada con la densidad de siembra, del estado nutricional de los suelos del lugar donde será establecido, así como de la invasión por malezas (Cangiano, 2001)

Densidad y profundidad de siembra. Es de suma importancia que se establezcan la mayor cantidad de plantas posibles y para ello, considerando que la densidad de siembra va a corregir en parte otros problemas relacionados con la implantación, se recomienda 10-12 kg/ha en siembras de alfalfa pura y una profundidad de 1.0 – 1.5 cm (Cangiano, 2001).

En cuanto a la elección de la semilla se debe tener presente, que ésta sea de la variedad de un cultivar que proporcione altos rendimientos y que tenga las garantías de limpieza, sanidad y calidad adecuadas. Las épocas de siembra son fundamentalmente dos, en los meses de abril y mayo principalmente y los meses de agosto y septiembre. La época de

siembra está determinada por factores como la humedad del suelo y el ambiente, temperatura y desarrollo de las malezas. Atendiendo a estos factores y a la zona, las siembras de cada época se pueden adelantar o retrasar, aunque generalmente las siembras tempranas son mejores que las tardías (Cangiano, 2001).

Para los meses de agosto a septiembre la principal ventaja es que la temperatura existente en el suelo y en la atmósfera es muy favorable para la germinación de la semilla y posterior crecimiento de la planta, sin embargo se tiene la desventaja de que en esta época, el desarrollo de malezas es muy grande y en la competencia, la alfalfa se ve desfavorecida por presentar un crecimiento más lento. También y debido a que la humedad del suelo se pierde con más rapidez, se hace necesario regar cuando el estado de las plantas recién germinadas y raíces poco desarrolladas- no las capacita para soportar un riego infrecuente (Cangiano, 2001).

La alfalfa puede sembrarse a voleo o en líneas. En la siembra a voleo, que suele ser más rápida y barata, la semilla es distribuida en forma homogénea por toda la parcela, con lo cual se consigue una mayor densidad de planta con una mejor cobertura del terreno. Así se logra un aprovechamiento más exhaustivo del agua y de los elementos fertilizantes del suelo, esta mejor ocupación del terreno por la alfalfa permite una mayor competencia contra las malas hierbas. La siembra en líneas, permite un ahorro de semilla de un 20% a un 40% y economiza el agua disponible en el suelo (Infoagro, 2007).

La profundidad a que la semilla se deposite y la presión con que se tape deben acomodarse a las características del suelo. Es un principio, que cuando más profunda esté la semilla, más cerca se encuentra de la humedad y, por ende, en mejores condiciones de germinación. Pero al germinar la planta, va viviendo y formando sus tejidos a expensas de sus reservas acumuladas en el albumen. Dada la pequeñez de la semilla de alfalfa y, por tanto, el limitado contenido de su albumen, gastará sus reservas y morirá antes de llegar a la superficie del suelo si se entierra excesivamente. Esto se agrava en los terrenos pesados y compactos, donde le cuesta al tallito gran esfuerzo atravesar las sucesivas capas del suelo. Finalmente, la profundidad depende del tipo de suelo; ya que, en terrenos pesados la

profundidad está comprendida entre 1.0-1.25 cm y en terrenos ligeros o arenosos, la profundidad será de 2.5 cm (Infoagro, 2007).

Riegos: Se debe aplicar el riego de germinación y de uno a dos riegos de auxilio después de cada corte. Es necesario evitar los excesos de humedad o encharcamientos, ya que estos provocan ahogamiento de las raíces y muerte de la planta (Cruz, 2007).

Enfermedades y Plagas

La alfalfa es afectada por numerosas enfermedades que atacan las hojas, tallos, corona y raíces (Infoagro, 2007).

Los patógenos foliares provocan en determinadas épocas del año intensas defoliaciones, sin embargo aquellos que atacan corona y raíces definen en forma directa la longevidad o periodo productivo del alfalfar. Los principales problemas sanitarios son la declinación de las plantas con escaso número de rebrotes, áreas sin plantas con invasión de malezas, principalmente zacate gallina (*Cynodon dactylon*), y corta productividad lo que afecta a los distintos cultivares de alfalfa (Infoagro, 2007).

Lo anterior permite la sobrevivencia de los patógenos a través de todo el ciclo anual de la pradera, lo que se traduce en reinfecciones permanentes con alto impacto de las enfermedades sobre la cantidad y calidad forrajera. Las enfermedades foliares y del tallo más frecuentes son: la "mancha ocular" (*Leptosphaerulina briosiana*), "mancha foliar" por *Cercospora medicaginis* y la "roya" (*Uromyces striatus*). En porcentajes muy bajos se encuentra "tallo negro" por *C. medicaginis* y "antracnosis" (*Colletotrichum trifolii* y *C. dematium*) (Infoagro, 2007).

Las infecciones de la corona y raíces se manifiestan, primariamente, en la parte área con amarillamientos, marchites y curvado del tallo principal en forma de bastón, procesos que culminan con la muerte de la planta. Los síntomas más comunes son: necrosis pardas, castaños oscuro a negras y desintegración de tejidos a nivel de la corona (Infoagro, 2007).

En raíces, lo más frecuente es la coloración amarilla, anaranjada o castaño oscuro del área ocupada por los vasos de conducción. El hongo más aislado de los tejidos subterráneos es *Fusarium* con numerosas especies como *equiseti*, *moniliforme*, *oxysporum*, *solani* -forma azul y *graminearum*. (Infoagro, 2007).

Los principales y más numerosos enemigos de la alfalfa se encuentran entre los hongos y los insectos. Sin embargo, constituyen enfermedades y plagas de importancia para la especie, bacterias, nemátodos, virus e incluso fanerógamas. El alfalfa por ser perenne y encontrarse con frecuencia en estado espontáneo plantas del mismo género, e incluso especie, en linderos y pastos naturales, el peligro de reinvasión, aun después de un tratamiento aparentemente exitoso, es grande, dado que el producto de la planta es justamente su parte aérea, es preciso ser extremadamente cuidadoso en la programación de tratamientos, por el peligro que constituyen los posibles efectos residuales y sus consecuencias para el ganado que consume dicho forraje. Por otro lado, estos productos químicos pueden afectar a los insectos polinizadores, con lo que la producción de semilla queda sensiblemente mermada, cuando sea ésta la finalidad de la explotación. Por eso, siempre que pueda recurrirse a remediar los ataques de una enfermedad o plaga, mediante ciertas prácticas culturales, debe ello preferirse a la adopción de tratamientos químicos (Infoagro, 2007).

Plagas

Dentro de la plagas mas comunes reportadas para el cultivo de la alfalfa y específicamente en el trópico se tienen:

Pulgones: (*Aphis medicaginis*, *A. laburni*, *Terioaphis maculata*, *T. trifoli*, *Acyrtosiphon pisum*)

Son insectos chupadores de cuerpo globoso que extraen la savia, depositando toxinas que necrosan los tejidos circundantes. Además, segregan un jugo azucarado que impregna la planta y supone un caldo de cultivo para los hongos, pudiendo modificar el sabor del forraje, haciéndolo poco apetecible para el ganado (Infoagro, 2007).

Apión: (*Apion pisi*, *A. apricans*)

Son curculiónidos de 2-3 mm de longitud, de color negro, con patas amarillas. Las larvas producen daños en las yemas terminales durante el periodo vegetativo; si las condiciones ambientales le son favorables, pueden afectar al primer corte (Infoagro, 2007).

Chinche de la alfalfa: (*Nezara viridula*, *Lygus pratensis*)

Son heterópteros de color verdoso, que ocasionan daños en yemas y caída de flores, pudiendo llegar a reducir la producción de semilla en un 50% (Infoagro, 2007).

Gardama: (*Laphigma exigua*)

La oruga, de color verde, produce numerosos daños cuando el ataque es muy fuerte; pasando la primavera en estado latente en alfalfares de regadío (Infoagro, 2007).

Rosquilla o gusano gris: (*Prodenia litura*, *Agrotis segetis*).

Es una plaga polífaga cuya oruga, de 3 cm de longitud, se alimenta vorazmente por la noche desde finales de verano hasta el inicio del periodo lluvioso. Como medida preventiva se recomienda la desinfección previa del terreno (Infoagro, 2007).

Gorgojos: (*Tychius* sp.)

Se trata de curculiónidos cuyas larvas devoran las semillas en el interior de las vainas. Los adultos deben ser eliminados antes de la puesta del sol (Infoagro, 2007).

Trips: (*Frankliniella* sp.)

Son insectos muy pequeños que se alimentan de las células de las plantas, y al romper los tejidos aparecen manchas blanquecinas en las hojas, peciolo y yemas (Infoagro, 2007).

Ácaros: (*Tetranychus* sp.). Se trata de un pequeño arácnido, que se concentra en la parte inferior de las hojas, de las que se alimenta y en las que pone sus huevos. Los síntomas se manifiestan con puntos translúcidos que se toman marrones o negros con el tiempo (Infoagro, 2007).

Nemátodos: (*Ditylenchus dispaci*, *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogine* sp., *Trichodorus* sp.) Son organismos de pequeño tamaño (inferior a 1 mm). Considerada una de las plagas que afecta a la producción de alfalfa, ya que todo el ciclo de vida lo realiza en el tejido de la alfalfa, aunque es considerado como una plaga de suelo por sobrevivir en el mismo junto a los restos de cosecha. Los síntomas producidos por *Ditylenchus dispaci* se manifiestan en el alfalfar en los brotes de la corona, que da lugar a tallos cortos, frágiles con nudos anchos y entrenudos cortos. Las hojas jóvenes son más pequeñas, de color verde claro, llegando a ser casi blancas. *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogine* sp. y *Trichodorus* sp, atacan más a las raíces, dando lugar a una reducción del crecimiento de la planta (Infoagro, 2007).

La infección se realiza por transporte de material vegetal, con el agua de riego, con la maquinaria de siega, animales, etc. (Infoagro, 2007).

Enfermedades

Mal vinoso: (*Rhizoctonia violacea*, *R. solani*).

Esta enfermedad puede permanecer en el terreno hasta veinte años, por tanto una vez que el suelo se ha infectado resulta muy difícil sanearlo. El síntoma clásico es la aparición en el cuello de una podredumbre que inicialmente afecta a la zona más externa, pero profundizando hasta la raíz principal. Las medidas preventivas más eficaces son el encalado del terreno, la mejora del drenaje del mismo para evitar el exceso de agua y evitar pastoreos muy intensos a final de otoño (Infoagro, 2007).

Roya de la alfalfa: (*Uromyces striatus*). Se trata de una enfermedad típica de zonas cálidas. Aunque no produce la muerte de la planta, afecta a la producción y a la calidad del forraje. Los síntomas se manifiestan fundamentalmente en las hojas, apareciendo pústulas marrones o pardas, de hasta medio milímetro de diámetro, en cuyo interior se encuentran las esporas. Para combatirla se procede a un corte precoz (Infoagro, 2007).

Podredumbre blanca: (*Sclerotinia trifoliorum*)

Este hongo ataca al cuello y raíz de la planta, dando lugar a una podredumbre blanca y húmeda. En la base de los tallos aparece una materia blanquecina en la que se observan

unos corpúsculos negros, que son los esclerocios. Esta enfermedad prolifera en otoños lluviosos, empleándose los mismos métodos de lucha que contra el mal vinoso (Infoagro, 2007).

Mildio de la alfalfa: (*Peronospora trifoliorum*)

No es una enfermedad muy frecuente, pero, su ataque resulta especialmente peligroso en el establecimiento. Los folíolos amarillean con aspecto variegado, llegando el envés a tomar un color grisáceo si las condiciones ambientales son húmedas (Infoagro, 2007).

Oídio de la alfalfa:(*Erysiphe polygoni*)

Los ataques de esta enfermedad son poco intensos, manifestándose en el haz y envés de las hojas un moho blanquecino, debajo del cual se forman puntos negros (Infoagro, 2007).

Antracnosis: (*Colletotrichum trifolli*)

Este hongo ataca a las partes aéreas de la planta, sobre todo a los tallos, llegando incluso hasta el cuello. Aparecen manchas fusiformes de color oscuro y negras en el centro, impidiendo el movimiento de agua y nutrientes, dando lugar a la muerte de las partes aéreas superiores. Esta enfermedad es más común en alfalfares ya establecidos que en los recién sembrados, y especialmente en los últimos cortes (Infoagro, 2007).

Marchitez bacteriana: (*Corynebacterium insidiosum*, *Pseudomonas medicaginis*)

Las plantas atacadas por *Corynebacterium insidiosum* presentan síntomas de detención del crecimiento de la punta del tallo y amarillamiento al segundo o tercer año del establecimiento. Las plantas enfermas producen un gran número de tallos finos, de escaso vigor extendiéndose la infección por todo el tejido vascular. *Pseudomonas medicaginis* es una marchitez del tallo muy extendida en EE.UU., presentando manchas marrones, en forma lineal, en los tallos, sobre las que surgen gotas del exudado bacteriano. Esta enfermedad está relacionada con las heridas al segar o por heladas tardías (Infoagro, 2007).

Virus del mosaico:

Los síntomas se manifiestan por la aparición de manchas amarillentas intervenosas en las hojas durante el periodo lluvioso, sobre todo en Nicaragua se presenta en cultivos como el frijol (*Phaseolus vulgaris*). Las medidas de control se basan en reducir la presencia de áfidos transmisores de virus, así como el empleo de semillas certificadas (Infoagro, 2007).

Importancia Económica

La alfalfa es un recurso fundamental para la producción agropecuaria en las regiones templadas del mundo su calidad nutritiva, producción de forraje, hábito de crecimiento, perennidad, plasticidad y su capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, la convierten en una especie esencial para muchos sistemas de producción agropecuaria, desde los intensivos a corral que la incluyen en la dieta. La ganadería intensiva, es la que ha demandado de forma regular los alimentos que ha tenido que proveer la industria, dando lugar al cultivo de la alfalfa, cuya finalidad es abastecer a la industria de piensos (D'Attellis, 2005).

La importancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna. Además, de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte (D'Attellis, 2005).

Por ser una especie pratense y perenne, su cultivo aporta elementos de interés como limitador y reductor de la erosión y de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos que le siguen en la rotación. Es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mejorar la ganancia en peso o el rendimiento individual en producción de leche. Además, se constituye la base de la oferta forrajera con un forraje de calidad, es posible cosecharlo y conservarlo como reserva forrajera, no limita los sistemas de alta productividad, reduce costos variables, aumenta la estabilidad de producción y bien manejado, no extrae del sistema uno de los recursos más escasos, como el nitrógeno edáfico, sino por el contrario, incorpora materia orgánica y recupera fertilidad del suelo (D'Attellis, 2005).

3.8 Usos del Alfalfa Forrajera

Partes Usadas: Toda la planta: hojas, tallos tiernos, semillas, raíz, fruto (Infoagro, 2007).

Hojas/tallos tiernos: De los tallos tiernos y hojas se extrae el jugo luego de triturarlos. Este jugo se toma como alimento y como medicina. También se puede producir 'harina de alfalfa' con las hojas y los tallos tiernos secos y molidos (Infoagro, 2007).

Es una buena fuente de vitaminas y minerales, cuya composición en forma de heno es: agua 8.4%, cenizas 7.2%, proteína 14.3%, fibra cruda 25.0%, extracto libre de nitrógeno 42.7%, grasa 2.2% (según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

Minerales: calcio, potasio, magnesio, fósforo, azufre Algunos recomiendan cosechar los tallos y hojas durante la floración y fructificación, pues aparentemente en esos momentos se consigue la mayor actividad estrogénica (Infoagro, 2007).

Semillas: Las semillas también tienen actividad anticolesterolémica, y a veces se suelen comer enteras o germinadas. Sin embargo, no es muy recomendable usar las semillas como tratamiento anticolesterolémico, ya que éstas contienen una cantidad significativa de un aminoácido no esencial conocido como canavanina. La canavanina es una sustancia que se encuentra en muchas semillas de leguminosas, y que puede competir, es decir, reemplazar a la arginina. En algunas personas puede causar un síndrome similar al lupus, aunque en forma reversible. Tradicionalmente, también han sido usadas contra el asma y otros males respiratorios (Infoagro, 2007).

En verde: La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e ingestibilidad, pero conlleva gastos importantes tanto en mecanización como en mano de obra. Al contrario sucede con el pastoreo directo, pues constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional (Infoagro, 2007).

Las hojas tiernas de esta planta pueden comerse como verdura. Las semillas, molidas y asadas se pueden moler y producir harina con la que se puede fabricar pan. Asimismo, por su riqueza en proteínas, minerales y vitaminas, la alfalfa forma parte de los ingredientes de

muchos productos alimentarios y dietéticos para los adultos o alimentos energéticos destinados a alimentación de niños (Infoagro, 2007).

Forraje de corte: Este es el uso principal de esta planta ya que es utilizada en la alimentación del ganado o para la fabricación de piensos. Resulta muy nutritiva para los animales, al mismo tiempo que es una de las especies con una producción mas elevada de las cultivadas por el hombre (Infoagro, 2007).

Aguanta con facilidad las sequías aprovechándose de sus largas raíces que son capaces de hundirse hasta capas profundas del suelo, se han encontrado ejemplares cuyas raíces alcanzan los 10 m de profundidad (Infoagro, 2007).

Ensilado: Es un método de conservación de forrajes por medios biológicos, siendo muy adecuado en regiones húmedas, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto en siega como en almacenamiento. La posibilidad de ensilar la alfalfa facilita la conservación de los primeros y últimos cortes (en zonas templadas realizados durante la primavera y a principios de otoño, y en zonas tropicales, al final del periodo lluvioso), los cuales son más difíciles de henificar, ya que la probabilidad de lluvias durante este periodo se incrementa. Para conseguir un ensilado de calidad, el forraje debe contener un elevado porcentaje en materia seca (30-40%), debiendo estar bien troceado para conseguir un buen apisonamiento en el silo (Infoagro, 2007).

Henificado: El uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo. El proceso de henificado implica cambios físicos, químicos y microbiológicos que producen alteraciones en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje respecto al forraje verde. El proceso de henificación debe conservar el mayor número de hojas posible, pues la pérdida de las mismas supone una disminución en calidad, ya que las hojas son las partes más digestibles y como consecuencia se reduce el valor nutritivo. El periodo de secado depende de la duración de las condiciones climáticas (temperatura, humedad y velocidad del viento), de la relación hoja/tallo (es más lento a mayor proporción de tallos) y

del rendimiento (el incremento del rendimiento por hectárea aumenta la cantidad de agua a evaporar). En el siguiente cuadro se muestra la extracción de elementos nutritivos de un cultivo de alfalfa en condiciones de regadío para producir una tonelada de heno (Gros y Domínguez, 1992 citado por Infoagro, 2007).

Deshidratado: Es un proceso que consiste en la recolección del forraje verde, su acondicionamiento mecánico y el secado mediante ventilación forzada. La alfalfa deshidratada incrementa la calidad del forraje, economía del transporte y almacenamiento, permaneciendo sus características nutritivas casi intactas. Los productos obtenidos se destinan fundamentalmente a las industrias de piensos compuestos (Infoagro, 2007).

Pastoreo de la alfalfa: El pastoreo es una alternativa a su cultivo en zonas con dificultades de mecanización de las labores de siega y recolección, además de ser un sistema económico de aprovechamiento en la que se reducen los costes de la explotación ganadera. Los inconvenientes que limitan el pastoreo de la alfalfa son los daños del animal sobre la planta (reducen su producción y persistencia) y los trastornos digestivos sobre el animal (Infoagro, 2007).

3.9 Valor nutricional

La alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad. Su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje. Además es una fuente de minerales como: calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre, entre otros. Los elevados niveles de β -carotenos (precursores de la vitamina A) influyen en la reproducción de los bovinos.

En el siguiente cuadro se muestra la composición de la materia seca de hojas y tallos de la alfalfa (Bolton, 1962 citado por Infoagro, 2007).

Cuadro 1. Composición química de hojas y tallos de alfalfa

| Fracción | HOJAS (%) | TALLOS (%) |
|-------------------------|-----------|------------|
| Proteína bruta (%) | 24 | 10.7 |
| Grasa bruta (%) | 3.1 | 1.3 |
| Extracto no nitrogenado | 45.8 | 37.3 |
| Fibra bruta | 16.4 | 44.4 |
| Cenizas | 10.7 | 6.3 |

(Journet, 93 citado por Infoagro, 2007).

Cuadro 2. Elementos nutritivos de alfalfa en estado fresco y seco:

| Elemento | VERDE (%) | HENO (%) |
|----------------|-----------|----------|
| Agua | 77.99 | 8.50 |
| Proteína bruta | 3.50 | 16.01 |
| Carbohidratos | 8.43 | 40.55 |
| Fibra | 6.88 | 24.26 |
| Grasa | 0.73 | 2.73 |
| Cenizas | 2.47 | 7.95 |

Fuente: Cruz, 2007.

Selección y mejora

Los programas de mejora se basan principalmente en aumentar la producción, mejorar la adaptación a las condiciones ambientales (incrementando su resistencia al frío y sequía) y resistencia a plagas y enfermedades (Infoagro, 2007).

Mejora del suelo: La alfalfa es una leguminosa, y como consecuencia, tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus raíces. Esta capacidad hace que los suelos donde crece esta planta, mejoren por lo que muchas veces se planta como una manera de aportar fertilizante natural a los terrenos (Infoagro, 2007).

IV. METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la Hacienda Las Mercedes, unidad Productiva de la Universidad Nacional Agraria (UNA, 2007).

La Unidad Productiva esta ubicada en la ciudad de Managua, Kilómetro 11, entrada al CARNIC 2 Km al lago, cuenta con una extensión de 136 manzanas. Colinda al sur con la Colonia 15 de Mayo, al Norte con la orilla Sur del Lago de Managua, al Este el Barrio El Rodeo, y al Oeste con la Cooperativa Pedro Altamirano y con la infraestructura del CARNIC. Se ubica geográficamente en el cuadrante con las siguientes coordenadas: 12°10'14'' a 12°08'05'' en latitud Norte y 86°10'22'' a 86°09'44'' longitud Oeste (Villanueva, 1990).

Cuenta con una sola vía de acceso que se encuentra pavimentada. El camino secundario que la intercepta proviene del Barrio La Esperanza, próximo al lago de Managua.

4.2 Datos climáticos

Esta información fue obtenida de la pagina Web del Instituto de Estudios Territoriales (INETER, 2005).

Las precipitaciones promedio varían entre los; 200 y 700 mm en la parte norte y, 800 mm en la parte sur. Generalmente, se caracterizan por presentar una estación seca que va de noviembre hasta abril y, otra lluviosa que va de mayo a octubre. Así mismo, la zona presenta variadas temperaturas que van desde 21° C a 30° C, con máximas de hasta 41° C, esto varia en dependencia de la estación presente (seca, lluviosa). Su altura oscila entre 56 msnm. Desde el punto de vista fisiográfico, la finca esta ubicada en una depresión donde recibe gran cantidad de material proveniente de la erosión de la sierra de Nicaragua (Villanueva, 1990).

4.3 Tipo de suelo

Los suelos de estas áreas son moderadamente profundos bien drenados, donde se adaptan la mayoría de los cultivos anuales, y sobre todo gramíneas y leguminosas. Estos suelos presentan relieves ligeramente ondulados con pendientes de 0.0-1.5 %, se caracteriza por tener una alta saturación de base y capacidad de intercambio catiónico, encontrándose en una etapa intermedia de su evolución (INETER, 2006).

Estos suelos se encuentran ubicados en la zona de vida del bosque tropical seco, en transición a subtropical. Se clasifica como suelos franco-arenoso, perteneciente a la serie Cofradías, orden Andisol. El pH es ligeramente alcalino, alto porcentaje de nitrógeno y porcentaje medio de materia orgánica (INETER, 2006).

4.4 Descripción del experimento

El estudio se realizó en dos fases 1) de campo y 2) en vivero. En ambos se determinó el grado de adaptación de cuatro líneas de alfalfa (*Medicago sativa* L.), tres obtenidas de Texas-EE UU (8L418, 105916 y 9B18) y una de sebaco-Nicaragua (13A-50) donde se ha establecido por más de tres años. El ensayo de campo se estableció en un área que anteriormente fue utilizada para la siembra de sorgo forrajero y el 2) en la misma finca; en el vivero propiedad de la Universidad Nacional Agraria. Se consideró cada una de las líneas como tratamiento.

4.5 Diseño experimental

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), con 4 repeticiones, en parcelas experimentales de $2\text{ m} \times 2\text{ m} = 4\text{ m}^2$, bloques de $8\text{ m} \times 2\text{ m} = 16\text{ m}^2$, para un área total de 120 m^2 (Anexo 1 y 2). Se sembraron 6 surcos a una distancia de 30 cm entre surco y 14 plantas por surcos distanciados a 15 cm.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL), utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = respuesta de las variables en estudio según los tratamiento y bloques.

μ = media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

τ_i = efecto del i -ésimo línea a estimar a partir de los datos del experimento. $i= 1, 2, 3, 4$.

β_j = efecto debido al j -ésimo bloque (Gradiente de pendiente y drenaje). $j= 1, 2, 3, 4$.

ε_{ij} = efecto aleatorio de variación (error experimental). $ij=16$

Se realizó también el estudio en bancos (vivero), donde se llenó un total de 1440 bolsas con tierra las que estaban divididas en 4 bancos uno por cada línea en estudio, cada banco constó de 360 bolsas, donde en cada bolsa se sembró 3 semillas de alfalfa.

4.6 Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza utilizando programa SAS (Statistic, Análisis System), versión 1999 cuando se encontró diferencias significativas o altamente significativas entre tratamiento se realizaron pruebas de medias según Duncan.

4.7 Manejo Agronómico

Preparación del terreno: Se preparó el terreno de forma convencional, con una chapea inicial, un paso de arado y gradeo de forma mecanizada, posteriormente se realizó la estructuración del diseño de campo estableciendo bloques y parcelas.

Delimitación del área: se utilizó una cinta métrica delimitando un área total de 120 m^2 dicha área dividida en parcelas experimentales de $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$, bloques de $8 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 16 \text{ m}^2$.

Siembra: se efectuó el día 27 de agosto del 2007, el modo de siembra utilizado fue por golpe, sembrándose 6 surcos a una distancia de 30 cm entre surco y, 14 plantas por surcos distanciados a 15 cm.

Manejo de arvenses: el método utilizado fue manual, efectuándose una vez por semana para hacer control de maleza. No se fertilizó, ni se aplicó ningún tipo de pesticida.

4.8 VARIABLES

La medición de cada una de las siguientes variables sigue el método de evaluación de los Ensayos Regionales A (ERA),(CIAT,1981).

4.8.1 Germinación

Esta se realizó antes de establecer el experimento y al momento de su establecimiento, antes de sembrar en el terreno se hizo la prueba de germinación en bandeja de plástico con 105 depósitos, de los cuales solamente se utilizó 84, divididas en 4 series de 21 depósitos cada una para dicha evaluación de las líneas en estudio. Se hizo recuento cada 4 días, siendo los datos de los 8, 15 y 21 días a considerar para definir la germinación de las mismas.

En el campo, la evaluación, se hizo de acuerdo a la cantidad de semilla depositada por parcela y líneas. Se tomó recuento a los 8, 15 y 21 días.

Para el caso de vivero, se realizó un conteo directo en las bolsas donde se dispuso cada línea, realizándose de la siguiente manera; se estructuraron 4 bloques de 380 bolsas, los que se dividieron en 4 partes iguales para cada una de las líneas (95 bolsas por línea), se sembró tres semillas por bolsa y el conteo se realizó por bolsas. De igual manera, se realizaron los conteos para las variables altura y daños por plagas y enfermedades.

4.8.2 Altura

Se tomaron 10 plantas por parcelas, cada una se midió desde la base del tallo hasta la última hoja. La medición se efectuó con una regla graduada en centímetros. De igual forma en campo que en vivero.

4.8.3 Daños por plagas y enfermedades

Se tomaron 10 plantas por parcelas por bloques para cada una de las líneas en estudio. Se determinó el daño por plagas, considerándose aquellas afectadas por desfoliadores, principalmente, del número de plantas afectadas se considero el nivel de daño como sigue:

1 = Leve < de 10% de afectación

2 = Moderado de 11 a 30% de afectación

3 = Severo > de 30%

En el caso de **daños por enfermedades** se determinó la presencia según los diferentes síntomas y signos presentes en las plantas. Para ello se auxilió del manual de campo de descripción de las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales del CIAT (1983).

El nivel de daño fue similar al usado en los daños por plagas considerándolas de la siguiente manera:

1 = Leve < de 10% de afectación

2 = Moderado de 11 a 40%

3 = Severo > de 40%.

4.8.4 Ramificación

En cada una de las fechas de recuento se tomaron las plantas que tenían y las que no tenían ramas, es decir rebrotes dentro del tallo principal, determinando el porcentaje de plantas con ramificación según las líneas evaluadas y las diferentes fechas de recuento.

Para el caso de vivero: según las variables evaluadas en vivero (germinación, altura, sobrevivencia, daños por plagas y enfermedades), este se realizó, por cada 15 bolsas o muestras, cada semana durante el primer mes.

La germinación se evaluó similar que en el campo, al igual que la altura y daños por plagas y enfermedades, pero en el caso de sobrevivencia, esta se evaluó considerando las plantas vivas con respecto a las plantas establecidas y germinadas, esta se expresó en porcentaje, usando la siguiente expresión:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{\text{Plantas vivas}}{\text{Plantas germinadas}} * 100$$

Para la determinación de la o las líneas promisorias, se estructuró una tabla de ponderación considerando las variables en estudio, obteniéndose el promedio para cada una de las líneas evaluadas, y la de mejor promedio era o eran las consideradas promisorias, en este caso para condiciones similares a las de la Finca las Mercedes de la Universidad Nacional Agraria.

Siendo la matriz de consolidación la siguiente:

Cuadro 3 Matriz de consolidación para las líneas en condiciones de campo:

| Tratamiento/Línea | Germ ¹ | Altp ² | Altm ³ | Dpp ⁴ | Dpe ⁵ | Ram ⁶ | Promedio ⁷ |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 13A-50 | | | | | | | |
| 8L418 | | | | | | | |
| 105916 | | | | | | | |
| 9B18 | | | | | | | |

Donde: 1= porcentaje de germinación obtenida por cada línea la cual se le atribuyó un rango de 1 a 4, siendo: 1= <60%; 2= 70 – 80%; 3= 81 – 90% y 4= >90%.

2= altura promedio de plantas, donde también se utilizó una ponderación de 1 a 4, siendo: 1= 0 – 5 cm; 2= 5 – 10 cm; 3= 10 – 15 cm y 4= > 15 cm.

3= que era la altura máxima, se determinó por el siguiente rango 1= 0 - 20 cm; 2= 20 – 40cm; 3= 40 – 50 cm y 4= >50 cm.

4=Daños por plagas y 5= Daños por enfermedades, el rango fue como sigue: 1= daño severo (> 40%); 2= daño moderado (20 – 40%); 3= daño leve (5 – 20%); y 4= presencia de daño (< 5%).

6= Ramificación, esta se considero igual que el rango de la germinación.

Para efectos de consolidación de variables en vivero la matriz usada fue:

Cuadro 4. Matriz de consolidación para las líneas en condiciones de vivero:

| Tratamiento | germ | sobr | alt | Promedio |
|---------------|------|------|-----|----------|
| <i>13A-50</i> | | | | |
| <i>8L418</i> | | | | |
| <i>105916</i> | | | | |
| <i>9B18</i> | | | | |

Las siglas y rangos son similares a las reportadas para el ensayo de campo.

V RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Ensayo de Campo

5.1.1 Germinación

El número de plantas de alfalfa logradas inicialmente es uno de los aspectos que más influye sobre la longevidad y producción de un alfalfar. Un pobre establecimiento tiene efecto directo sobre el número y supervivencia de las plántulas logradas, favorece la instalación de espacios no deseadas e influye en el rendimiento del forraje producido.

Las diferentes líneas presentaron tasa de germinación superior al 90%, la cual fue alcanzada en el periodo de 15 a 20 días después de establecidas. En los bancos de prueba de germinación, las líneas 105916 y 8L418, las que presentaron germinación más tardía al inicio (de los 8 a 15 días), con respecto a las otras dos. Aunque al final todas superaron el 90% antes mencionado.

Similar comportamiento de germinación presentaron una vez establecidas en el campo.

5.1.2 Altura

Se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.001$) en fechas de evaluación y significativas ($P < 0.005$) para líneas, siendo la de mejor comportamiento fue 9B18, con respecto al resto de líneas que presentaron valores estadísticamente similares (Figura 1, Anexo 3).

La línea 9B18, presentó el mayor valor promedio de altura con 16.54 cm y una STD de 12.94, con respecto a las otras tres líneas, las cuales alcanzaron alturas promedios entre 13 y 14 cm, con STD entre 8 y 10 (Figura 1).

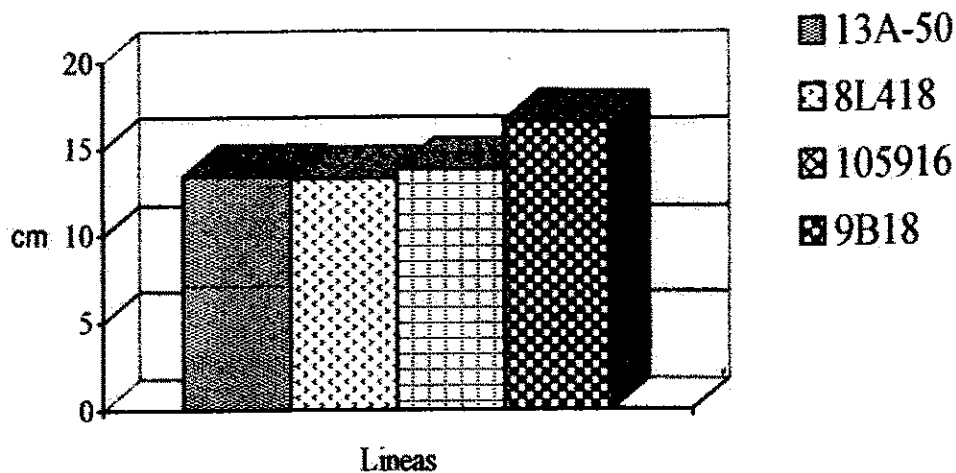


Figura 1. Altura cm promedio por plantas en diferentes líneas de alfalfa, en condiciones de campo. Finca las Mercedes, UNA, Managua.

Como era de esperarse las fechas de evaluación presentaron comportamiento ascendente conforme pasaba el tiempo.

A lo largo del estudio la Línea 9B18, fue la que presentó el mejor comportamiento en cuanto a la variable altura, alcanzando como era de esperarse sus máximo valor promedio (20 cm) en las etapas mas tardías (fecha 3), no así las otras líneas (13A-50,8L418,105916), que presentaron valores menores y muy similares entre si (Figura 2).

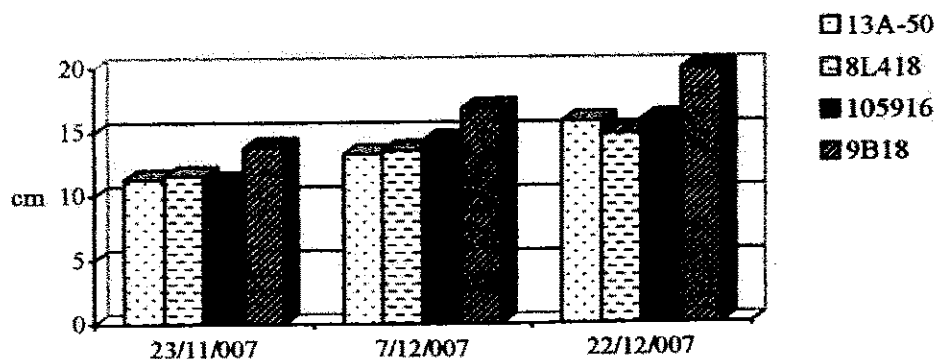


Figura 2. Altura promedio por fechas, de plantas en cuatro líneas de alfalfa en condiciones de campo, Finca las Mercedes, UNA, Managua.

Según la figura 3, la línea 9B18 fue también la que presentó los valores máximos de altura con rango de 48 a 58 cm (Figura 3), los cuales son similares a los reportados por Jahn *et al.* (2002), los cuales reportan valores entre 48 y 61 cm, cuando se estudiaron diferentes estados de madurez de la alfalfa bajo pastoreo.

Las líneas 13A-50 y 105916 presentaron valores máximos mayores a los 40 cm a lo largo del estudio, no así la línea 8L418 que no supero este valor y fluctuó entre 30 y 38cm (Figura 3).

La línea 13A-50 a pesar de tener cierto grado de adaptabilidad las condiciones nacionales, ya que el material evaluado provino del Valle de Sébaco de la Cooperativa Chaguitillo, no presentó mejor comportamiento que la línea 9B18, quien parece tener mejor comportamiento adaptativo, y en el caso de introducir material del extranjero, principalmente de Texas, este se considera material promisorio.

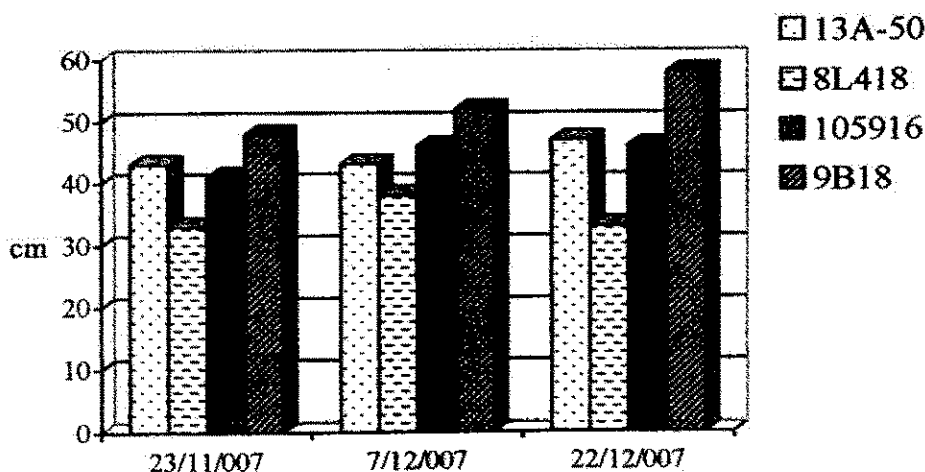


Figura 3. Altura máxima por fechas, de plantas en cuatro líneas de alfalfa en condiciones de campo, Finca las Mercedes, UNA, Managua.

5.1.3 Daños por Plagas y Enfermedades

a) Plagas

El daño por plaga se presentó desde el inicio del estudio alcanzando niveles de leve (35% a menos) a moderado (en rango de 32 a 34%), el daño severo aun cuando se presentó, no alcanzó porcentajes mayores de 35% (Figura 4), durante la segunda toma de datos (7/12/007) se reporta un ligero descenso de daño por plagas con respecto a la primera toma de datos (23/11/007), ello fue debido a la incidencia de maleza y lluvias mas frecuentes dando como resultado mayormente daños moderados y graves que se mantuvieron hasta la tercera toma de datos 22/12/007 (Figura 4). Cabe mencionar que a partir de la segunda toma de datos se presentaron precipitaciones más frecuentes e intensas en el país.

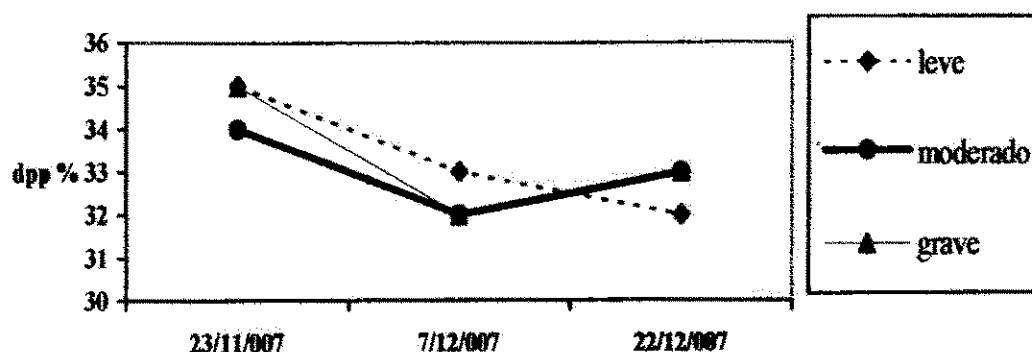


Figura 4. Comportamiento de daños por plagas (%) según el nivel de afectación en cuatro líneas de alfalfa, en condiciones de campo, para diferentes fechas. Las Mercedes.UNA. Managua. 2007.

Se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.0001$). Entre el grado de afectación de plagas en las diferentes líneas de alfalfa en estudio, siendo la línea de Sebaco (13A-50) la que presentó el promedio de daño grave más alto. Aunque fue común para todas las líneas que la prevalencia de daño oscilo entre leve a grave (Figura 5, Anexo 3), siendo el de mayor ocurrencia el daño moderado (> de 50%).

Las líneas de Texas (105916T, 8L418 y 9B18), presentaron los mayores daños por plagas, la línea de sebaco - Nicaragua, mostró un mejor comportamiento que las Texasas, en los niveles de leve y moderado no así en el de grave (Figura 5).

Las plagas mas comunes reportadas y los daños que esta ocasionaban fueron Pulgones (*Aphis nerii*), siendo este un succionador, que afectaba el sistema foliar y tallos, al

alimentarse de la savia de las plantas, también se reportan algunos defoliadores del orden coleóptero, como los Crisomélidos herbívoros, son estas reportadas como plagas de alfalfa por Agrobot (2005); y Gladstone y Hruska (2003).

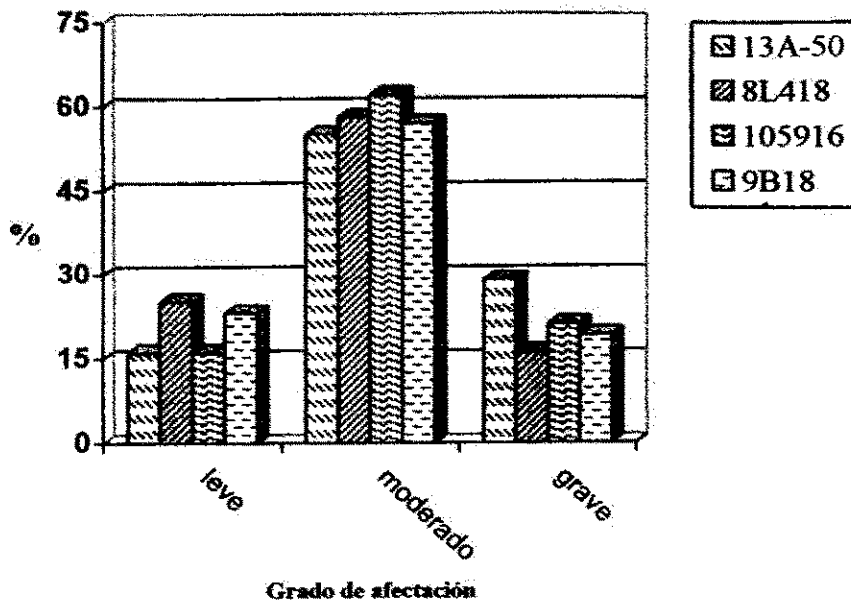


Figura 5. Daños por plagas (%), según nivel de afectación, en cuatro líneas de alfalfa, en condiciones de campo. Las Mercedes. UNA. Managua. 2007

b) Enfermedades

Los daños por enfermedades al igual que el de plagas se presentaron desde el inicio del estudio, alcanzando estos niveles de leve a grave con rangos de 30 a 35% (Figura 6). Los niveles de leve, severo y grave disminuyeron satisfactoriamente después de los 45 días, no así, los daños moderados y muy graves, los que se mantuvieron en niveles de afectación de 30% y 33% respectivamente.

La línea con mayor afectación de daños leves, por enfermedades, fue la de Texas 8L418, seguida de la de Sebaco 13A-50 y la Texana 105916 encontrándose valores de afectación de más del 40% (Figura 7). No siendo este el caso en los niveles de daños moderados donde la línea con mayor afectación fue la de Texas 9B18 con porcentaje de 40%, el resto de las líneas obtuvieron valores menores a 20% de daños. En el nivel de daño severo la línea de mayor afectación fue 105916 y, el resto de líneas presentaron niveles de afectación menores

al 20 %. Para el caso de niveles de afectación graves y muy graves, de mayor incidencia fueron respectivamente las 8L418 y 9B18 respectivamente (Figura 7).

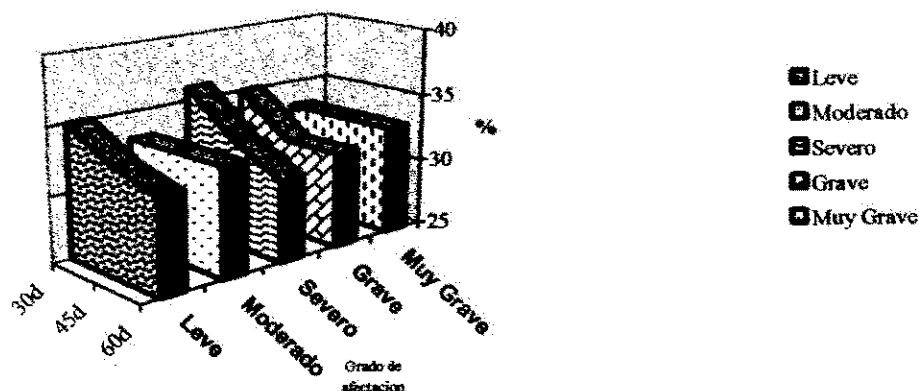


Figura 6. Daños por enfermedades (%), en diferentes fechas, según el nivel de afectación en cuatro líneas de alfalfa en condiciones de campo. Las Mercedes. UNA. Managua. 2007.

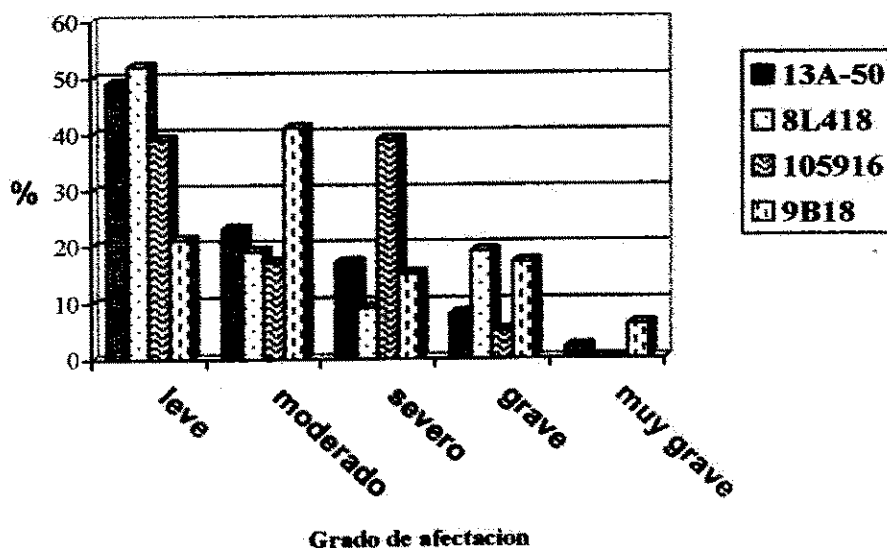


Figura 7. Nivel de daños por enfermedades (%) en las cuatro líneas de cultivo de alfalfa en condiciones de campo, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007

Las enfermedades reportadas para el presente estudio, según consulta con material bibliográfico fueron Mancha ocular de las hojas, Antracnosis y Cercospora, las cuales han sido reportadas, también como más comunes por Daniel *et al* (2003) y CIAT (1983). Siendo las últimas dos las de mayor incidencia en el presente estudio.

5.1.4 Ramificación

Las cuatro líneas en estudio presentaron una ramificación superior al 30%, siendo la de mejor comportamiento la línea 105916, seguida de la línea 8L418 (Figura 8). Los niveles de ramificación obtenidos se mantuvieron por el orden de 31% durante todo el estudio (Figura 9).

Lo anterior concuerda con lo señalado por Mejor pasto (2006), los cuales expresan que la alfalfa posee una gran cantidad de yemas de renuevo, lo que permite su regeneración de forma vegetativa.

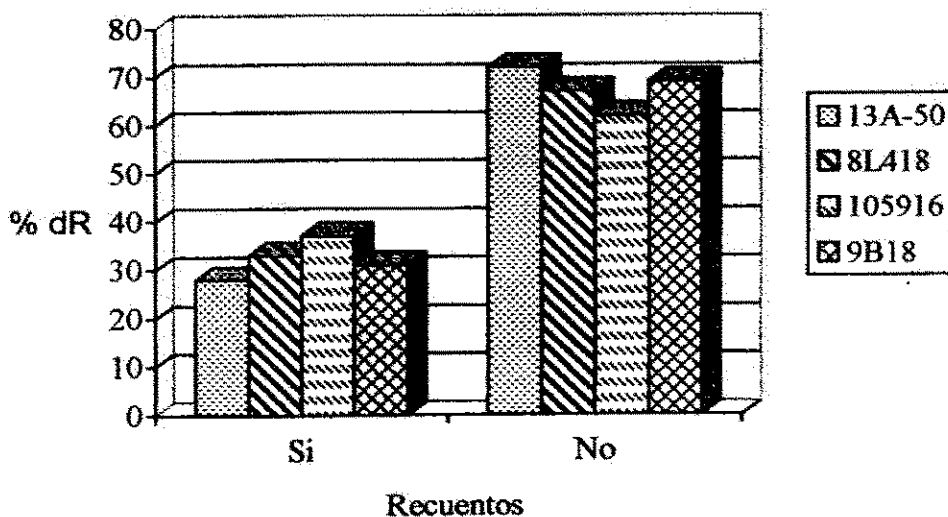


Figura 8. Porcentaje de ramificación en cuatro líneas del cultivo alfalfa en condiciones de campo. Las Mercedes. UNA, Managua. 2007

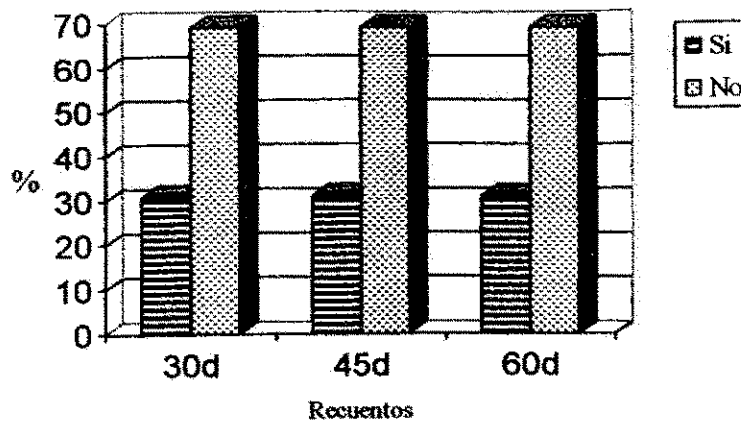


Figura 9. Ramificación en distintas fechas (%), en cuatro líneas de alfalfa, en las condiciones de campo en Las Mercedes UNA Managua, 2007

5.2 Ensayo vivero

5.2.1. Germinación

Se encontró que las líneas 13A-50 y 8L418 presentaron muy buena porcentaje de germinación 97% y 94 % respectivamente, la línea 105916 presentó buena germinación con 87% y la línea 9B18 presentó regular germinación con 77%, dichos datos se registraron en un periodo de 5 a 15 días.

5.2.2. Altura

Se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), para las variables fechas y líneas con respecto a la altura de plantas en vivero, siendo la líneas 13A-50, la 8L418 y 105916, las de mejor comportamiento, no así la 9B18 que presentó un comportamiento bajo (Figura 10, Anexo 4). Además se determinó, por análisis de correlación, que existe relación positiva de la fecha con respecto a la altura, no así con respecto a las líneas.

Como es de esperar el comportamiento de las plantas tiende a presentar un incremento de altura en el tiempo tal y como lo señala Herrera (2005), lo cual es coincidente con lo reportado en el presente estudio (Figura 11, Anexo 5).

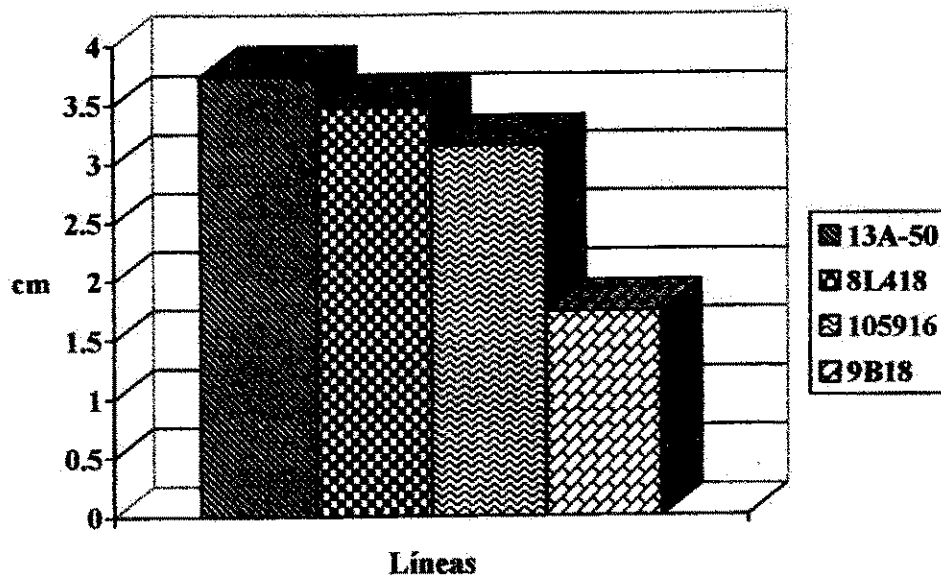


Figura 10. Altura promedio en cm, de plantas de alfalfa (*Medicago sativa*), por líneas en condiciones de viveros, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007.

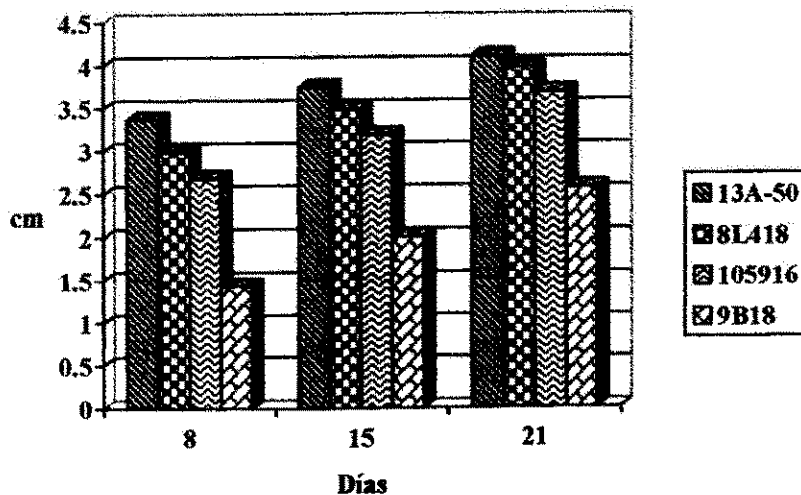


Figura 11. Altura promedio en cm, de plantas de alfalfa (*Medicago sativa*), por líneas en condiciones de viveros, por días de recuento, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007.

5.2.3. Supervivencia

Salvo el caso de la línea 9B18 que presentó supervivencia menor del 30%, el resto de las líneas, presentaron un grado de supervivencias mayores del 80%, por lo que al considerar entre esta línea y la 13A-50 tomará ventaja sobre el resto de las líneas por presentar mejor comportamiento en condiciones de campo de vivero.

5.2.4. Daños por Plagas y Enfermedades

De forma general los daños tanto de plagas como de enfermedades en las condiciones de vivero fueron para todas las líneas, de nulos a leve, aun cuando no se realizó ningún tipo de control para ello.

Según cuadro de consolidación las líneas de mejor comportamiento en campo fueron: Las líneas 9B18 y la 13 A-50, las de comportamiento intermedio fueron las líneas 105916 y 8L418 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cuadro matricial para comportamiento agronómico en condiciones de campo.

| Tratamiento | germ | Altp | Altm | dpp | Dpe | ramif | Promedio |
|-------------|------|------|------|-----|-----|-------|----------|
| 13A-50 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| 8L418 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2.5 |
| 105916 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2.6 |
| 9B18 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3.3 |

En el caso de vivero las de mejor comportamiento fueron: La 13 A-50 seguida de la 8L418, de comportamiento intermedio fue la 105916 y con pobre comportamiento fue la 9B18 (Cuadro 6).

En el caso de la línea 9B18, se puede decir que, esta no tolera efectos de sombra como los que se presentaron en las condiciones de vivero, considerándose más una línea para campo abierto.

Cuadro 6. Cuadro matricial para comportamiento agronómico en condiciones de vivero.

| Tratamiento | germ | sobr | alt | Promedio |
|-------------|------|------|-----|----------|
| 13A-50 | 4 | 3 | 4 | 3.67 |
| 8L418 | 4 | 3 | 3 | 3.33 |
| 105916 | 3 | 3 | 2 | 2.67 |
| 9B18 | 2 | 2 | 1 | 1.67 |

VI CONCLUSIONES

- La mayoría (3) de las líneas presentaron buena germinación en condiciones de campo y vivero siendo la de mejor comportamiento la línea 13A-50 con un promedio del 97%.
- La línea 9B18 presentó el mejor comportamiento en altura en condiciones de campo con rangos de 48cm – 58cm manteniendo superioridad en las tres fechas de evaluación en comparación con el resto de las líneas evaluadas.
- La afectación por plagas alcanzó niveles de leve moderado y grave; siendo la línea 8L418 la de menor afectación, y la mas afectada fue la línea 13A-50 procedente de Sébaco, aunque estos no afectaron el desarrollo de las plantas.
- La línea 9B18 obtuvo los mayores daños causados por enfermedades con niveles que van de moderado a muy grave y, la línea 13A-50 fue la de menor incidencia.
- Se encontró que las cuatro líneas en estudio presentaron una ramificación de 30% durante todo el ciclo de estudio, siendo la línea 105916 la que presentó superioridad en esta variable con respecto a las otras líneas.
- La línea 13A-50 fue la que presentó la mejor altura en condiciones de vivero.
- En condiciones de campo la línea 9B18 fue la de mejor adaptabilidad a las condiciones de la Finca Las Mercedes de la UNA, seguida de la línea 13A-50.
- En condiciones de vivero la línea 13A-50 fue la de mejor adaptabilidad a las condiciones de la Finca Las Mercedes de la UNA, seguida de la línea 8L418.
- La línea 13A-50 fue la de mejor comportamiento adaptativo.

VII RECOMENDACIONES

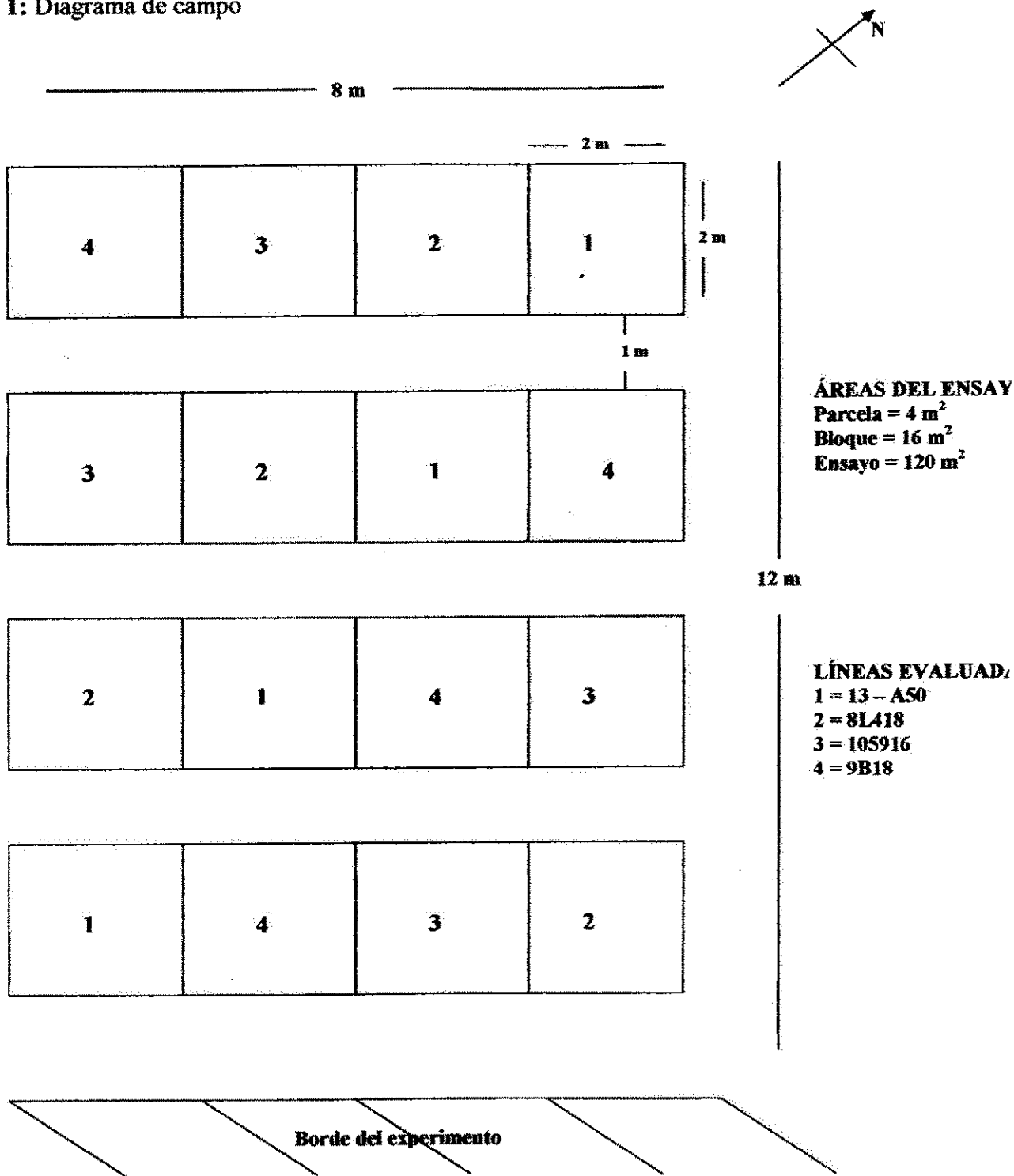
- Se recomienda la línea 13 A-50 por presentar alta tasa de germinación, menor incidencia de enfermedades y por su buena adaptabilidad a las condiciones de campo y vivero, sobre todo por que esta línea se encuentra establecida, manejándose y distribuyéndose en el valle de Sébaco. Lo cual la vuelve accesible, ya que la importación de nuevas líneas además de costosas, requieren de una serie de tramites en el país así como fuera de este.
- Cuando sea posible hacer análisis de la calidad de la biomasa forrajera
- Estructurar y manejar de forma integrable y sostenible plagas y enfermedades en este cultivo, sobre todo considerando que su utilidad primordial es la alimentación animal.
- Sembrar en época de postrera y no de primera, ya que la alfalfa no resiste, ni tolera excesos de agua y encharcamientos.
- Cuando sea posible introducir la línea 9B18 esta se recomienda para campo abierto dado que no tolera sombra.
- Continuar con el estudio agronómico y zootécnico de las líneas promisorias en este estudio (13 A-50 y 9B18).

VIII REVISION BIBLIOGRÁFICA

- Cangiano, C. 2001. Siembra de alfalfa en el sudeste de la Pcia. de Bs.As. Consultado el 23 de abril del 2008, disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/forrajes/alfalfa/alfalfa2>.
- CIAT, 1983. Manual de evaluación de ensayos regionales de adaptación de pastos tropicales, Cali Colombia, 63 p.
- Cruz, Frías, A 1997. Alfalfa (*Medicago sativa*), consultada el 10 de enero del 2008, disponible en <http://www.monografias.com/trabajos30/alfalfa/alfalfa.shtml>
- D'Attellis, R 2005. Producción de semilla alfalfa (medicago sativa) en Tinogasta-Catamarca consultado en diciembre 2007 disponible en www.produccionCatamarca.gov.ar/legislacion/sectoresproductivos/sectoragricola/produccionalfalfa.pdf
- Herrera. R. S. 2005. Contribución a la fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes, Capítulo 1. Fisiología, calidad y muestreo. Nutrición Mineral. Libro electrónico, Habana Cuba. pp 17 – 33
- INFOAGRO, 2007. El cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*), consultado el 18 de Noviembre 2007, disponible en: www.infoagro.com/herbaceas/forrajes/alfalfa.asp
www.infoagro.com/herbaceas/forrajes/alfalfa2.htm
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2008. Dirección de meteorología. Managua Nicaragua Consultado 25 Marzo 2008. Disponible en: www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Normas/Managua.htm
- _____, 2006. Caracterización geográfica del territorio nacional, revisado el 23 de enero del _____ 2008. disponible _____ en <http://www.ineter.gob.ni/caracterizaciongeografica/capitulo7.3.html>
- Mejor pastos. 2006. Alfalfa (*Medicago sativa*), consultado el 12 de diciembre del 2007. disponible en: www.mejorpasto.com.ar/content/view/142/91/
www.mejorpasto.com.ar/content/view/190/115/
- EN LINEA:
www.andeshealth.com/site/868226/page/633104 www.apades.org/cultivos/alfa.htm

IX ANEXOS

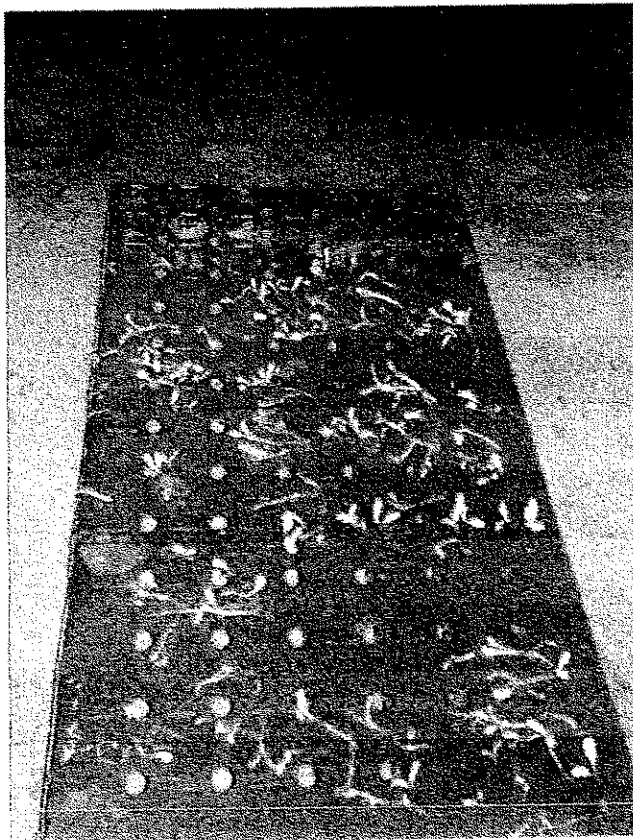
Anexo 1: Diagrama de campo



Esquema de campo del ensayo de adaptación de 4 líneas de Alfalfa

Anexo 2: Fotos de Campo y Vivero

En Campo



En Vivero



Anexo 3: Análisis estadísticos en SAS, para datos en condiciones de campo.

Dependent Variable: **Altura**

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 64 | 29778.60078 | 465.29064 | 6.60 | <.0001 |
| Error | 803 | 56592.57401 | 70.47643 | | |
| Corrected Total | 867 | 86371.17479 | | | |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | alt Mean |
|----------|-----------|----------|----------|
| 0.344775 | 61.45014 | 8.395024 | 13.66152 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| fec | 2 | 2652.41450 | 1326.20725 | 18.82 | <.0001 |
| lin | 3 | 1291.65231 | 430.55077 | 6.11 | 0.0004 |
| bloq | 3 | 14524.35765 | 4841.45255 | 68.70 | <.0001 |

Duncan

| Grouping | Mean | N | Fecha |
|----------|---------|-----|-------|
| A | 15.8247 | 288 | 3 |
| B | 13.7552 | 288 | 2 |
| C | 11.4356 | 292 | 1 |

Duncan

| Grouping | Mean | N | línea |
|----------|---------|-----|-------|
| A | 16.5174 | 115 | 4 |
| B | 13.4619 | 126 | 3 |
| B | 13.2728 | 202 | 2 |
| B | 13.1327 | 425 | 1 |

Dependent Variable: **Daños por plagas**

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 64 | 77.4290436 | 1.2098288 | 3.35 | <.0001 |
| Error | 681 | 246.1111709 | 0.3613967 | | |
| Corrected Total | 745 | 323.5402145 | | | |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | dpp Mean |
|----------|-----------|----------|----------|
| 0.239318 | 29.40770 | 0.601163 | 2.044236 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| fec | 2 | 0.02843202 | 0.01421601 | 0.04 | 0.9614 |
| lin | 3 | 6.63486192 | 2.21162064 | 6.12 | 0.0004 |
| bloq | 3 | 15.39365820 | 5.13121940 | 14.20 | <.0001 |

Duncan

| Grouping | Mean | N | línea |
|----------|---------|-----|-------|
| A | 2.13598 | 353 | 1 |
| B A | 2.04545 | 110 | 3 |
| B | 1.96330 | 109 | 4 |
| B | 1.90805 | 174 | 2 |

Dependent Variable: **Daños por enfermedades**

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 54 | 154.3667576 | 2.8586437 | 3.20 | <.0001 |
| Error | 301 | 268.6079615 | 0.8923853 | | |
| Corrected Total | 355 | 422.9747191 | | | |

| | | | |
|----------|-----------|----------|----------|
| R-Square | Coeff Var | Root MSE | dpe Mean |
| 0.364955 | 47.03489 | 0.944661 | 2.008427 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| fec | 2 | 0.11440419 | 0.05720210 | 0.06 | 0.9379 |
| lin | 3 | 8.38101512 | 2.79367171 | 3.13 | 0.0260 |
| bloq | 3 | 33.23624104 | 11.07874701 | 12.41 | <.0001 |

| Duncan Grouping | Mean | N | línea |
|-----------------|--------|-----|-------|
| A | 2.4483 | 58 | 4 |
| B | 2.0556 | 54 | 3 |
| B | 1.9531 | 64 | 2 |
| B | 1.8722 | 180 | 1 |

Dependent Variable: **Ramificación**

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 64 | 201.053519 | 3.141461 | 0.53 | 0.9992 |
| Error | 796 | 4750.112567 | 5.967478 | | |
| Corrected Total | 860 | 4951.166086 | | | |

| | | | |
|----------|-----------|----------|----------|
| R-Square | Coeff Var | Root MSE | ram Mean |
| 0.040607 | 133.9673 | 2.442842 | 1.823461 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Fec | 2 | 7.5475399 | 3.7737699 | 0.63 | 0.5316 |
| lin | 3 | 21.4351125 | 7.1450375 | 1.20 | 0.3098 |
| bloq | 3 | 17.0759464 | 5.6919821 | 0.95 | 0.4140 |

Anexo 4: Análisis estadísticos en SAS, para datos en condiciones de Vivero.

Dependent Variable: **Altura**

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 94 | 582.288494 | 6.194558 | 3.95 | <.0001 |
| Error | 638 | 1001.420428 | 1.569624 | | |
| Corrected Total | 732 | 1583.708922 | | | |

| | | | |
|----------|-----------|----------|----------|
| R-Square | Coeff Var | Root MSE | alt Mean |
| 0.367674 | 38.37274 | 1.252847 | 3.264939 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| fec | 2 | 117.6717050 | 58.8358525 | 37.48 | <.0001 |
| lin | 3 | 140.6762051 | 46.8920684 | 29.87 | <.0001 |
| bol | 89 | 152.1187675 | 1.7091996 | 1.09 | 0.2817 |

| Duncan | | | |
|----------|--------|-----|-----|
| Grouping | Mean | N | fec |
| A | 3.9029 | 210 | 2 |
| B | 3.6206 | 233 | 3 |
| C | 2.5172 | 290 | 1 |

| Duncan | | | |
|----------|--------|-----|-----|
| Grouping | Mean | N | lin |
| A | 3.7449 | 227 | 1 |
| A | 3.4677 | 232 | 2 |
| B | 3.1152 | 191 | 3 |
| C | 1.7301 | 83 | 4 |

Anexo 5: Altura promedio y desviación estándar de planta de alfalfa (*Medicago sativa*), por línea, en condiciones de vivero, Las Mercedes, UNA, Managua, 2007.

| Fecha | Línea | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 13A-50 | 8L418 | 105916 | 19B18 |
| 23/11/007 | 3.37 (1.24) | 2.99 (1.21) | 2.68 (1.68) | 1.43 (1.10) |
| 7/12/007 | 3.74 (1.17) | 3.48 (1.17) | 3.18 (1.38) | 2.00 (1.21) |
| 22/12/007 | 4.10 (1.16) | 3.96 (1.30) | 3.68 (1.01) | 2.56 (1.31) |