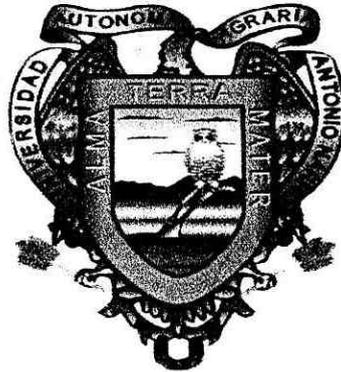


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**DETERMINACION DE CALIDAD FORRAJERA Y SU ÍNDICE  
DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE SEIS VARIEDADES DE  
ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EVALUADOS EN LA  
COMARCA LAGUNERA EN EL 2001 y 2002.**

Por

**SANDINO RAMÍREZ LÓPEZ**

**T E S I S**

Presentada como requisito parcial  
para obtener el Título de

**INGENIERO AGRÓNOMO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DETERMINACION DE CALIDAD FORRAJERA Y SU ÍNDICE DE PRODUCCIÓN  
DE LECHE DE SEIS VARIETADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.)  
EVALUADOS EN LA COMARCA LAGUNERA EN EL 2001 y 2002.

Por  
SANDINO RAMÍREZ LÓPEZ

TESIS

Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito  
parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

Asesor  
principal:

DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

Asesor :

DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO

Asesor :

MC JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

Asesor:

ING: MARTHA WANEY PERALES GARCÍA

ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
UAAAN - UL  
Noviembre del 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS DEL C. SANDINO RAMÍREZ LÓPEZ QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ**

**VOCAL**

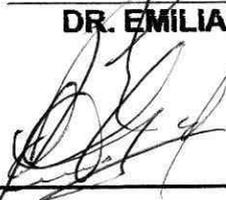
  
\_\_\_\_\_  
**DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MC JOSÉ ALONSO ESCOBEDO**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. EMILIANO GUTIRREZ DEL RIO**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ**

  
**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
UAAAN - UL**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Torreón, Coahuila, México**

**Noviembre del 2003**

## DEDICATORIAS

Con amor, respeto y admiración a las persona que han compartido conmigo valiosos momentos de gran dicha y felicidad, pero también supieron compartir conmigo momentos de amargura. Por inculcarnos valores tan importantes como el respeto, la humildad y la perseverancia para poder alcanzar el éxito. Por el gran amor que siempre ha mostrado a sus hijos y su esfuerzo día a día por sacarlos adelante. A mi mamá, María Guadalupe López Villegas y a mi padre Ramiro Ramírez Fernández que me enseñaron a servir y no ser servido, el ser humilde ante cualquier adversidad y a tener dignidad y honradez durante toda la vida.

A mi esposa Yendi Nallely Martínez Segura, por su amor, cariño, su apoyo y comprensión en todo momento durante la realización de mis estudios.

A mis hijas: Gehinar Jasive Ramírez Martínez, Vianney Ramírez Martínez por estar a mi lado porque gracias al amor y paciencia que me brindaron me dieron motivos de seguir adelante.

A mis hermanos Por todos los momentos de felicidad que hemos compartido y seguiremos compartiendo, además de ser verdaderos amigos. Gracias por todo el amor y cariño mostrado en todo momento camalitos.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por hacer posible mi existencia de vivir y estar presente en todo momento en mi vida, además de darme la dicha de compartir mi vida con seres humanos de gran corazón como lo es mi familia y mis amigos. Porque siempre ha estado a mi lado dándome salud y cuidando de las personas que más quiero.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL , MI ALMA MATER, por darme la oportunidad de llevar a cabo mi formación profesional.

De manera muy especial a mí gran maestro Dr. JOSE LUIS PUENTE MANRIQUEZ, por todo el apoyo y paciencia brindado, por sus valiosos consejos.

Al Ing. MARTHA VIANEY PERALES GARCÍA, por su gran amistad, sabios consejos y su apoyo incondicional para la realización de la presente investigación.

A la MC Norma Rodríguez Dimas, por su gran apoyo en la elaboración de esta investigación.

Al DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO, por su valiosa ayuda en la revisión y sugerencias para la elaboración de este documento.

A todos aquellos profesores que me transmitieron sus conocimientos durante toda la carrera.

A mis compañeros de la especialidad de Ingeniero agrónomo

# INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1	Objetivo .....	2
1.2	Hipótesis .....	2
1.3	Metas .....	2
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1	Origen e Historia .....	3
2.2	Distribución mundial .....	3
2.3	Descripción botánica .....	3
2.4	El clima en el cultivo de alfalfa .....	5
2.5	Factor edáfico .....	8
2.6	Factor biótico .....	10
2.6.1	Malezas .....	12
2.7	Importancia y usos .....	12
2.8	Requerimientos para su implantación .....	14
2.8.1	Preparación del terreno .....	15
2.8.2	Fertilización .....	16
2.8.3	Forma de sembrar .....	17
2.8.4	Riegos .....	18
2.8.5	Cortes .....	18
2.9	Producción de forraje .....	19
2.10	Enfermedades .....	20

2.11	Plagas .....	22
2.12	Composición química y valor nutritivo del forraje.....	23
2.12.1	Características químicas.....	23
2.12.2	Características nutritivas del forraje .....	23
2.12.2.1	Contenido de proteínas .....	25
2.12.2.2	Contenido de minerales.....	26
2.12.2.3	Contenido de vitaminas .....	27
2.13	Antecedentes .....	30
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
3.1	Ubicación geográfica.....	32
3.2	Ubicación y desarrollo del experimento .....	32
3.2.1	Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera.....	32
3.3	Clima en la Comarca Lagunera.....	32
3.4	Manejo del cultivo.....	33
3.4.1	Barbecho.....	33
3.4.2	Rastreo.....	33
3.4.3	Nivelación.....	33
3.4.4	Siembra.....	33
3.4.5	Fertirrigación .....	34
3.4.6	Variedades .....	34
3.4.7	Diseño experimental .....	34
3.5	Variables a evaluar.....	35
3.5.1	Muestreo agronómico por variedad.....	35

3.5.2	Análisis de calidad nutritiva .....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
4.1	Altura de planta.....	36
4.2	Número de tallos y hojas.....	37
4.3	Rendimiento.....	38
4.3.1	Peso en verde.....	38
4.4	Variable materia seca.....	39
4.5	Variables de calidad forrajera.....	39
4.5.1	Ceniza.....	39
4.5.2	Proteína Cruda.....	40
4.5.3	Fibra Detergente Neutra.....	40
4.5.4	Fibra Detergente Ácida.....	41
4.5.5	Extracto Etéreo.....	41
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>APENDICE.....</b>	<b>61</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1	Altura promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002.....	41
Figura 4.2	Tallos promedio de 6 variedadesde alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002.....	42
Figura 4.3	Hojas promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002.....	43
Figura 4.5	Materia seca ton/ha promedio de 6 de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002.....	44
Figura 4.6	Ceniza promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002.....	44
Figura 4.7	Proteina cruda promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002 .....	45
Figura 4.8	Fibra detergente neutro promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002 .....	46
Figura 4.9	Fibra detergente acida promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002 .....	47

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b>	<b>Composición promedio de la harina de alfalfa deshidratada</b> .....	<b>26</b>
<b>Cuadro 2.2</b>	<b>Composición mineral de la harina de alfalfa deshidratada</b> .....	<b>27</b>
<b>Cuadro 2.3</b>	<b>Composición vitamínica de la harina de alfalfa deshidratada</b> .....	<b>28</b>
<b>Cuadro 2.4</b>	<b>Promedio de la composición de aminoácidos de la harina de alfalfa deshidratada</b> .....	<b>28</b>
<b>Cuadro 3.1</b>	<b>Variedades de alfalfa evaluadas en la U.A.A.N en el año 2002</b> .....	<b>34</b>
<b>Cuadro 4.1</b>	<b>Medidas descriptivas de variables altura, tallo, hojas, peso en verde, materia seca de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002</b> .....	<b>36</b>
<b>Cuadro 4.2</b>	<b>Medias de variables altura, tallo, hojas, peso en verde, materia seca de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002</b> .....	<b>37</b>
<b>Cuadro 4.3</b>	<b>Medias de variables peso en verde y materia seca de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002</b> .....	<b>38</b>
<b>Cuadro 4.4</b>	<b>Medidas descriptivas de variables C, PC, FDN, FDA, E.E, de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002</b> .....	<b>39</b>
<b>Cuadro 4.5</b>	<b>Medias de variables calidad forrajera tal como ceniza, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, extracto etéreo de seis variedades de alfalfa evaluadas en 2002</b> .....	<b>40</b>
<b>Cuadro 4.6</b>	<b>Análisis de producción de Leche bajo el software Milk 2000</b> .....	<b>48</b>
<b>Cuadro 4.6</b>	<b>Análisis de producción de Leche bajo el software Milk 2000</b> .....	<b>48</b>

## INDICE DE APENDICE

<b>Cuadro A1</b>	<b>Cuadrados medios del Análisis de Varianza de Bloques al azar de variables de componentes de rendimiento de forraje de 6 variedades de alfalfa evaluados en 2002.....</b>	<b>62</b>
<b>Cuadro A2</b>	<b>Cuadrados medios del Análisis de Varianza de Bloques al azar de variables de componentes de calidad de forraje de 6 variedades de alfalfa evaluados en 2002.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la principal especie forrajera que se cultiva en todo el mundo, misma que se caracteriza por su alto rendimiento y elevada calidad nutricional, sin embargo requiere de gran cantidad de agua durante todo el año debido a su alta demanda hídrica, por lo que su principal limitante es la disponibilidad de agua para su riego.

En la Comarca Lagunera se siembran alrededor de 72,853 ha con forrajes, de las cuales el 51 por ciento (37,152 ha) se dedican al cultivo de alfalfa y el resto a cultivos anuales (Sagarpa, 2002). Para mantener esta superficie, se extraen aproximadamente 1,303 millones de m<sup>3</sup> de agua al año.

La inclusión de alfalfa ensilada o henificada es recomendable en proporciones de 1 a 2 tercios de la ración total de forraje para vacas lecheras de alta producción (Satter, 1999).

La selección de la variedad a sembrar es un factor importante, ya que a parte del costo de la semilla, también debe tomarse en cuenta el potencial de rendimiento y de calidad del forraje. Recientemente se han introducido variedades de alfalfa recomendadas por las casas comerciales de la región, las cuales no siempre cumplen con los requisitos necesarios para su desarrollo bajo las condiciones agroecológicas de la Comarca Lagunera.

Durante varios años, la variedad Moapa 69 fue la dominante en la región, sin embargo en los últimos 13 años han aparecido en el mercado regional nuevas variedades comerciales.

Debido a la importancia que tiene como forraje la alfalfa en la Comarca Lagunera, es necesario propiciar un incremento en la producción, valor nutritivo y rentabilidad de éste cultivo, mediante el manejo adecuado de factores como agua, fertilización, cosecha y manejo fitosanitario.

### **1.1 Objetivo**

1. Evaluar el potencial de rendimiento de producción de forraje verde y materia seca de 6 variedades de alfalfa.
2. Evaluar las características agronómicas (altura, número de hojas y número de tallos) de 6 variedades de alfalfa.
3. Evaluar las características de calidad forrajera (proteína cruda, extracto etéreo, fibra detergente ácida y fibra detergente neutra) de 6 variedades de alfalfa.
4. Determinar el contenido de energía de lactancia y mantenimiento.

### **1.2 Hipótesis**

Existen diferencias en cuanto a calidad nutritiva y rendimiento en peso verde y peso seco entre las variedades de alfalfa a evaluar.

### **1.3 Metas**

Encontrar, mediante la evaluación de 6 variedades de alfalfa, aquellas variedades que tengan buen potencial, así como características sobresalientes de rendimiento, calidad nutritiva, resistencia a plagas y enfermedades, y además sean eficientes en el consumo de agua, a fin de ser recomendadas para su cultivo en la Comarca Lagunera.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen e Historia

Frecuentemente ha sido llamada la alfalfa "La Reina de las Plantas Forrajeras". La alfalfa está hoy prácticamente extendida por todo el mundo, sin embargo, dada la gran variedad de ecotipos existentes en el estado espontáneo en la región, se fija su área de origen en la zona geográfica conformada por los países de Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistán, y parte occidental de Pakistán y Cachemira (Del Pozo, 1983).

### 2.2 Distribución mundial

El cultivo de la alfalfa está principalmente distribuido en las regiones templadas de todo el mundo; los países de Estados Unidos de América (EUA), la antigua Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas (URSS) y Argentina poseen aproximadamente el 70% de la superficie total estimada (33,140,000 ha) cultivada con éste forraje a nivel mundial; mientras que Francia, Italia, Canadá y Australia, en conjunto, abarcan el 20% (Bolton *et al*, 1972; Del Pozo, 1983).

En México, la alfalfa se cultiva desde el siglo XVI, constituyéndose en la actualidad como el cultivo forrajero más importante para la industria lechera del Altiplano Central y del Norte del país (Mendoza *et al*, 1980).

### 2.3 Descripción botánica

La alfalfa pertenece a la familia *fabaceae*, subfamilia *papilionidae*, tribu *trifoliácea*, género *Medicago* y especie *sativa*. Es una planta herbácea perenne, su promedio de vida varía de cinco a siete años, dependiendo de la variedad, clima, agua y suelo (Ruíz, 1964; Robbins, 1967).

- a) **Raíz:** La raíz de la alfalfa penetra más que la de ninguna otra herbácea cultivada. Las plantas nuevas desarrollan una raíz principal pivotante que penetra rápidamente, llegando a profundidades de 1.5 a 2.0 m durante su primera estación de crecimiento. Se ha estimado que una sola planta con un año de vida, ocupa un volumen de suelo de 90 cm de diámetro por 2 m de profundidad (Hughes y Henson, 1957).
- b) **Tallo:** La alfalfa tiene tallos herbáceos delgados, erectos y muy ramificados, de 60 a 90 cm de altura. Pueden existir 5 o más tallos por planta, que nacen de una corona semileñosa, de la que brotan nuevos tallos cuando los viejos maduran o se acortan (Wheler, 1950).
- c) **Hojas:** Las hojas son trifoliadas, de filotaxia alterna, los folíolos son lineares, oblongos y ovalado-oblongos dentados hacia los ápices con escasas estipulas en forma de leznas adheridas al pecíolo (Hughes y Henson, 1957).
- d) **Flores:** Las flores son libres y pequeñas, localizadas en densos racimos axilares. Usualmente son moradas, pero algunas veces amarillas según la variedad. La flor de una leguminosa típica tiene un pétalo estandarte, dos pétalos ala y dos pétalos quilla, éstos últimos que están unidos parcialmente, encierran al pistilo y a los estambres; por lo general existen 10 estambres, nueve de los cuales están soldados en sus filamentos, formando un tubo que envuelve al pistilo y ovario. Los cinco pétalos se unen parcialmente para formar una corola de forma tubular. En la base de la corola hay secreción de néctar (Ramírez, 1970; Del Pozo, 1983).
- e) **Fruto:** El fruto maduro es una vaina curvada de color café con tres o cinco espirales, ligeramente pubescente. Cada vaina lleva varias semillas en forma arriñonada (Del Pozo, 1983).

- f) **Semillas:** Las semillas son ovaladas o de aspecto amañonado, con una cicatriz en una depresión ancha cerca de un extremo en las semillas ovaladas o en una incisión bien definida. Su color es amarillo verdoso o café claro, dependiendo de la variedad y del estado de madurez (Bolton, 1962).

En relación a la citotaxonomía del género *Medicago*, Lesins y Gillies (1972), mencionan la existencia de 100 especies, siendo muy confusa la diferenciación de cada una de ellas, por el hecho de estar emparentadas entre sí.

Dichos autores afirman que sólo existen tres especies que se consideran importantes, dentro de las cuales se encuentran la mayoría de las formas perennes que se cultivan para forraje. Estas especies son sativa, falcata y glutinosa, de las cuales sativa y glutinosa se presentan como tetraploides, con número cromosómico  $2n=32$  y falcata como diploide y tetraploide con  $2n=16$  y  $32$  respectivamente.

#### **2.4 El clima en el cultivo de alfalfa**

Jansen (21), buscando la causa de la muerte de plantas en invierno, encontró que se debía a las diferencias en el tamaño de las coronas y al desarrollo de las raíces entre distintas variedades. Un análisis más profundo demostró que las raíces poseen un alto contenido de almidón al final del otoño y durante el invierno, este luego era convertido en azúcar. El peso seco de las raíces se abatía durante el invierno y aumentaba durante el verano, concluyendo en que el daño del invierno en la planta de alfalfa no se debía atribuir a un factor único.

Tysdal (1953) encontró, experimentalmente, que la longitud del día tiene gran influencia en el proceso de resistencia al frío, al probar variedades resistentes en invernadero, las cuales respondieron marcadamente a longitud del día corto. Sin

embargo, la respuesta fue confinada a cierto rango de temperatura. Las temperaturas altas y medias, en día corto, redujeron bastante el rendimiento; a temperaturas medias, más plantas sobrevivieron, lo que no sucedió a altas temperaturas, por lo que dedujo que la reducción en crecimiento no es un criterio de resistencia al frío. Las plantas que se sometieron a luz blanca fueron más resistentes que las sometidas a luz roja. Cuando las plantas se endurecen a temperaturas bajas son más resistentes al frío. En variedades resistentes la mejor respuesta se obtuvo cerca de 5°C cuando se endurecieron acortando la longitud del día en periodos de una hora (de un día de 10.5 horas a uno de 7 horas hubo un abatimiento en supervivencia. En alfalfas ya resistentes, este abatimiento fue mayor, bajando la temperatura, se incrementó el endurecimiento de todas las variedades siendo mayor este incremento en las alfalfas resistentes (Robles, 1979).

La resistencia al frío se incrementa alternando la temperatura durante el proceso de endurecimiento. Cuando la alfalfa se endurece a temperaturas bajas y alternando con temperaturas altas, se encontró más resistencia que manteniendo las temperaturas bajas constantes (Robles, 1979).

Buller *et al* (1958) informan que, en la región de El Bajío (20° latitud norte y 1,680 msnm) las variedades mexicanas (Tanverde, Oaxaca, Atlixco y Hojaseo), fueron las más productivas. Siguió las variedades norteamericanas de hábito activo durante el invierno y verano (Arizona, Chilena, Southwest Común y California Común) y por último, las variedades de recuperación media después del corte, y semilantes o latentes después del invierno.

Pozo (1971) encontró efecto directo de la luz sobre las plántulas de alfalfa, hizo variar, sobre plántulas de alfalfa y bromus, la intensidad de luz de 2,833 a 157 bujía/pie, observando marcada influencia sobre la morfología de las plántulas. El peso seco de las

plántulas se abatió conforme se reduje la intensidad de la luz; igualmente la nodulación, ésta se inhibió a 257 bujías/pie. Gist y Mott (1957) encontraron resultados similares y afirman que, al no haber suficiente sistema radicular, la alfalfa tendrá poca tolerancia a la sequía, tolerancia que es atribuida a su amplio sistema radicular, por otro lado, el crecimiento de la parte aérea y de las raíces es reducido por el incremento de la tensión del agua, manifestándose así una interacción por los efectos de la intensidad de la luz y de la humedad del suelo. Rhykerd *et al.* (1959) comprobaron este efecto midiendo al CO<sub>2</sub> absorbido por las plántulas en sombra y pasadas a iluminación, encontrando una diferencia altamente significativa.

En México, y en otros países el límite superior de temperatura a que la alfalfa puede ser productiva, no está aún definido. En el Valle de Oaxaca (17° latitud norte y 1,546 msnm), se produce alfalfa, pero no en el Valle de Chilpancingo (17.5° latitud norte y 1,248 msnm). En el Valle de Toluca (19° de latitud norte y 2,675 msnm) y en el Valle de México (19° latitud norte y 2,250 msnm) existe buena producción, pero en Veracruz (19° latitud norte y 22 msnm) la alfalfa no se produce en ninguna época. En la ciudad de Obregón (27,5° latitud norte y 70 msnm), la producción de la alfalfa está limitada al invierno y a la primavera. Las comparaciones anteriores hicieron pensar que la temperatura era el factor limitante de la alfalfa en tierras cálidas de México; desafortunadamente, no se cuenta con ninguna evidencia experimental. La literatura es abundante para otros cultivos, pero estos conceptos han tenido muchas modificaciones en su aplicación (Good, 1953; Islas, 1972). Los sistemas de unidades de calor parecen ser los más convenientes en los estudios biológicos actuales, cuya base es la suma de temperaturas positivas, arriba de "un punto cero de actividad vital". Este punto es determinado experimentalmente para cada cultivo. Posteriormente, se encontró que el promedio de la longitud del día por los grados día, es una expresión menos variable.

## 2.5 Factor edáfico

Se dice de este factor que está sujeto a constante dinamismo (Klages. 1942), en donde el clima, como factor, es regional, y el suelo, como tal, es local; de esta manera el efecto del suelo está íntimamente ligado al clima.

No obstante, el suelo ha tenido gran influencia en la distribución de la alfalfa. Sus propiedades físicas que más interesan son la textura, estructura y la profundidad, porque están relacionadas con el agua que es aprovechable por él. En lo que se refiere a las propiedades químicas, Gist y Mott (1957) hacen referencia que la alfalfa tardó en llegar de España a otros países por la falta de conocimiento de su comportamiento en el suelo.

Karraker *et al* (1927), informan, basándose los trabajos de Joffe en 1920, y de Bryan en 1923, que la alfalfa creció en un pH de 3.8 a 6.5 incrementándose el crecimiento a más de 6.5 y que creció mejor a un pH de 7 a 8. Karraker *et al.* (1927), en observaciones de campo, encontraron que en pH de 3.8 a 4.3 llevaba tiempo en establecerse, creciendo poco durante este tiempo, pero teniendo después un buen crecimiento. Sin embargo, ellos explicaron que en estas condiciones, a capas más profundas del suelo, los valores de pH eran más altos y tal vez neutros. La corrección de pH del suelo encalando, es un requisito importante en suelo ácido.

Weding *et al.* (1956), en un experimento de suelos, bajo diferentes niveles de fertilidad, en cada tipo, encontraron que la serie limo-arcillosa de Miami produjo rendimientos considerablemente mayores de forraje que la serie de arenas finas de los planos. Las series limo-arcillosa y turbosa de Carlisle, fueron intermedias en productividad. Los suelos de mayor productividad de forraje, fueron también los que generaron un forraje con mayor valor nutritivo. En lo que se refiere a la alfalfa producida,

el porcentaje de fósforo se incrementó debido a la fertilización, el de calcio fue abatido, y el de nitrógeno no fue modificado considerablemente.

Al hacerse una prueba del forraje mediante la técnica de aumentos de peso diario en animales, la fertilización moderada (600 lb de la fórmula 0-30-30) aumentó el peso diario; en cambio, la fertilización pesada (1,500 lb de la fórmula 0-30-30) tuvo tendencia a bajar el valor nutritivo del forraje, medido en peso/diario/ganado. Teniendo en mente esto, los autores consideraron que el tema debía continuar en estudio.

Las relaciones agua-alfalfa-suelo son muy importantes, puesto que se consideran un cultivo de riego. Una vez superada la fase de plántulas, la planta no siente mucho la influencia de la sequía si ésta es corta, o no muy severa (INIA, 1985), debido a que puede extraer agua a grandes profundidades. Según informa Hobbs (1953) en un estudio hecho en Kansas, la alfalfa fue capaz de extraer agua a una profundidad de 5,5 m. Scofield (1945) informa que, en condiciones experimentales y bajo el clima de Riverside, California, la alfalfa tuvo una exigencia en verano y en otoño de un 7% más de agua que durante la primavera y principios de otoño.

El número de riegos que se da a la alfalfa anualmente en México varía según la región del país, pero en términos generales es de 4 (La Concepción, Mex) a 20 (Jahualica, Jal), sumando láminas brutas que varían desde 80 cm hasta 300 cm, dando una idea de la variabilidad del ambiente en que se cultiva (Hughes, 1984).

Uno de los aspectos más interesantes de esta relación ha sido investigado recientemente en California por Erwin *et al.* (1959). La alfalfa es seriamente dañada en el verano, aunque se riegue por inundación, debido a las altas temperaturas del agua y del suelo (la temperatura del aire fue del orden de 44,4 y 47,3°C), la longitud del tiempo, aunque el suelo permanezca saturado y exista la predisposición de las plantas a un corte

---

reciente. En los estudios de invernadero, se encontró que el daño era mayor en suelo no esterilizado que en uno esterilizado.

## 2.6 Factor biótico

Bajo este aspecto se consideran los efectos de otras plantas o animales sobre la planta (Gist. y Mott, 1957).

Los insectos producen daños limitando la producción de materia seca, y la falta de algunas especies de ellos limita la producción de semilla.

La *Entomological Society of America*, según Bolton (1962) ofrece una lista de 42 especies de insectos, correspondientes a 20 familias de diferentes órdenes que afectan de alguna manera a la alfalfa. El control de estos insectos puede efectuarse por los métodos conocidos; sin embargo, la efectividad está restringida debido a las precauciones que hay que tomar en el control químico y el biológico.

El pulgón manchado, el cual fue encontrado en Norteamérica en 1954, se propagó rápidamente en el sureste de los Estados Unidos y se convirtió en una plaga. El insecto succiona el jugo de la planta y al mismo tiempo, inyecta una toxina a la alfalfa, además, secreta una miel que cubre la planta y a veces al suelo. Esta miel resulta un medio de cultivo para hongos saprofitos que impiden que la alfalfa sea comida por los animales. Este daño obligó a los especialistas a buscar variedades resistentes.

La polinización es ampliamente ayudada por las abejas, tanto melíferas como silvestres (Allen, 1962). Debido a una polinización más eficiente y a la estación seca que prevalece en el verano, en el oeste de los Estados Unidos se han obtenido los más altos rendimientos de semilla, principalmente en los Estados de Washington, California y Oregón.

El barrenador de la raíz de la alfalfa causó la reducción de la duración de los alfalfares en el Valle de México (Hernández, 1955) y otras regiones alfarferas en el Centro de México (Bousch, 1957). El pulgón manchado fue identificado en la Comarca Lagunera en el verano de 1954; ya existía en 1955 en casi todas las regiones alfarferas de México, siendo su mayor ataque durante los meses de primavera (Franco, 1989). Sifuentes y Young (1961) citan plagas de importancia en el Valle del Yaqui, entre ellos el pulgón manchado y el pulgón verde (*Therioaphis maculata* y *Macrosiphon pisi*).

Las enfermedades también juegan un papel muy importante, las cuales pueden ser producidas por hongos, bacterias, virus y nematodos. La peca de la alfalfa (*Pseudopeziza medicagines* (Lib)Sacc), es un factor biótico limitante en el Valle de México, en los meses lluviosos, provocando la caída de las hojas. Esto obliga a los productores a cosecharla antes de la madurez, lo cual es conveniente, desde el punto de vista de su riqueza alimenticia (Castro, 1979).

La podredumbre de la raíz de la alfalfa *Corynebacterium insidiosum* (McCull) Fens, es una enfermedad bacteriana que está distribuida desde Alaska hasta México; según Buller *et al.* (1958) es la causa principal de que los alfalfares mueran en los meses lluviosos debido a la alta humedad del suelo.

No es desconocido el efecto benéfico de algunas bacterias. La inoculación es necesaria, cuando el cultivo va a ser introducido en una tierra dada. Se sabe que las bacterias toman el 75% del nitrógeno que se necesita para el crecimiento de la planta; en suelos de fertilidad media, incrementan el rendimiento en un 15 a 25% (Aguilar, 1946).

### 2.6.1 Malezas

Su efecto es considerable como resultado de la competencia por agua, luz y nutrientes del suelo de los cuales el agua y la luz son los más importantes. Si el agua no es el factor limitante, entonces la sombra de las malezas adquiere importancia.

Debido a las malas hierbas, en México, la mejor época de siembra está limitada a la época de salida de las lluvias (Hughes *et al.*, 1984).

Es notable el establecimiento del zacate bermuda en los alfalfares mexicanos, el cual termina con el cultivo. Se ha pensado que la presencia de este zacate en el alfalfar se debe a que este zacate es más hábil para absorberle potasio en alfalfares viejos. Las malezas son controladas a base de prácticas culturales y usando herbicidas.

### 2.7 Importancia y usos

La alfalfa frecuentemente es llamada la reina de los forrajes es uno de las plantas forrajeras mas importante. Tiene el valor alimenticio mas alto para los animales de granja de todos los cultivos que comúnmente se desarrollan para heno ( Marino, 1983). Produce mas proteína por hectárea que los cultivos de grano o de oleaginosas. La mayor eficiencia del uso de alfalfa para animales de leche es frecuentemente en combinación con maíz para ensilaje, donde la proteína de la alfalfa complementa la energía del maíz.

La alfalfa tiene un alto contenido mineral y contiene al menos 10 diferentes vitaminas. Es una fuente importante de vitamina A. Estas con sideraciones hacen que el heno de alfalfa sea componente valioso en las raciones consumidas en la mayoría de los establos del país (Hanson *et al.*, 1966), ensilaje en raciones deseables para muchos animales de granja.

La alfalfa en combinación con la bacteria *Rhizobium meliloti* proporcionan una altamente efectiva simbiosis para la fijación biológica de nitrógeno. La bacteria infecta la raíz de la planta, y nódulos en forma de dedos encortados son formados. La bacteria en los nódulo convierte el nitrógeno atmosférico dentro a formas utilizables por la planta. Seleccionando plantas para incrementar la nodulación ha incrementado la fijación de nitrógeno (Tisdale y Nelson 1982). El nivel de fijación de N también puede ser influenciado por las razas de bacteria.

La alfalfa puede incrementar subsecuentemente la productividad del cultivo cuando es usado en rotaciones de cultivo (Hughes, 1976) El efecto de rotación después de la alfalfa es causado por mejorar la capacidad de retención del agua, incrementando la materia orgánica y reduciendo los patógenos del suelo además suple el nitrógeno residual.

Meyer (1959) advirtió que el consumo de alfalfa en verde es el método de mayor utilización en las diversas explotaciones pecuarias, principalmente en la alimentación de bovino de leche, debido a su contenido de proteínas, vitaminas y minerales.

La alfalfa es primeramente cosechada y almacenada ya sea como heno o ensilaje y usarse posteriormente. Un mercado sustancial doméstico e internacional también existe para heno. En la cosecha ( El estado de maduración es en la primera floración) ligeramente mas de la mitad del forraje consiste de hojas. Las hojas contienen mas proteína, nutrientes digestibles, y vitaminas que los tallos (Juscafresa, 1983). Esto también preserva la calidad por reducción de perdidas debido al clima. La pérdida de materia seca de operaciones del campo incluye rangos del 5 al 50% (Pozo, 1971). Todos esos factores pueden influir en el valor nutritivo del heno de la alfalfa.

La preservación de la alfalfa como ensilaje decrece la pérdida en el campo debido a que es menos el tiempo de secado es menos requerido y la pérdida de hoja es minimizada (Pozo, 1971). La pérdida por almacenaje generalmente es mayor para ensilaje que para heno. Cosechando alfalfa como heno (humedad del 40-60% de humedad) o como ensilaje húmedo (60-75% de humedad) podría incrementar la calidad forrajera y disminuir la pérdida por almacenaje comparada con un corte de alfalfa directo. El heno al 40-60% de humedad frecuentemente es almacenado en limitaciones de oxígeno en la estructura del silo para minimizar las pérdidas de fermentación.

Alguna alfalfa es deshidratada o fraccionada ya sea para procesos secos o húmedos para entremeses comerciales (Juscafresca, 1983). La deshidratación involucra el secado artificial en altas temperaturas de aire parcialmente seco. La alfalfa deshidratada puede ser peletizada y vendida como alimento. El alimento puede ser separado en fracciones de hoja y de tallo.

## **2.8 Requerimientos para su implantación**

La alfalfa se desarrolla en una gran variedad de suelos, se adapta mejor a suelos profundos, fértiles y de migajón limoso. Es preciso que estén bien drenados y para una buena producción es esencial un alto nivel de calcio, fósforo y potasio disponibles y un contenido relativamente alto de materia orgánica (Marino, 1983).

Puede crecer sobre suelos moderadamente alcalinos, pero no sobre suelos altamente alcalinos, aunque su mejor desarrollo se logra en suelos limo-arenosos calcáreos con alto contenido de fósforo y potasio. No se desarrolla bien sobre suelos decididamente ácidos (Robles, 1983).

Pozo (1971) indica que después de tener una parcela con alfalfa, el cultivo posterior produce una excepcional cosecha. Esto es consecuencia directa de la capacidad de esta planta para la fijación del nitrógeno atmosférico, gracias a las bacterias pertenecientes al género *Rhizobium* que se desarrollan en las células de la raíz de las leguminosas, forman colonias perfectamente detectables exteriormente en un abultamiento que recibe el nombre de nódulo.

### 2.8.1 Preparación del terreno

Para alcanzar rendimientos óptimos, requiere de terrenos bien preparados mediante buenas labores de barbecho, rastreo, nivelación y melgueo como en seguida se menciona (INIA, 1985; Quiroga, 1991).

- a) **Barbecho.** Para lograr un buen establecimiento de la alfalfa se debe barbechar a una profundidad de 25 a 30 cm.
- b) **Rastreo.** Cuando hay terrones grandes en el suelo, la semilla queda enterrada a mucha profundidad y la nacencia no es uniforme. Por lo que se deben dar los pasos de rastra necesarios para desmoronarlos y tener así una buena distribución y nacencia de la semilla.
- c) **Nivelación.** La nivelación es importante en la preparación de la cama de siembra. En los suelos bien nivelados se obtiene una distribución más uniforme de la semilla, se facilitan los riegos, se evitan los encharcamientos, así como el arrastre de la semilla y del fertilizante por el agua.
- d) **Melgueo.** Las características del suelo determinan el tipo de melga que debe utilizarse para facilitar los riegos. Las melgas bien trazadas evitan los excesos de agua, causa del marchitamiento de la planta y pudrición de la raíz. Estos daños

originan claros en los alfalfares y favorecen la invasión de hierbas, reduciendo la vida productiva del alfalfar.

El melguego puede hacerse de dos formas (Salinas y Urbiola, 1981)

- 1) Por "camellón" o "cama melonera". En suelos pesados es aconsejable hacer camellones de 1.0 a 1.20 m de ancho y el largo no debe exceder los 100 m. Deben estar separados por canales pequeños que faciliten el drenaje y que sirvan para efectuar los riegos, los cuales pueden hacerse por transporo.
- 2) Por "melgas" o "tendidos". Este sistema es el más recomendable para los suelos ligeros. La melga no debe exceder los 15 m de ancho y 250 m de largo, conforme a la nivelación del terreno; se debe dar un desnivel de 10 cm por cada 100 m de largo de la melga.

Marino (1983) especifica que la cama para la semilla debe estar bien trabajada y firme. Esto permite que la semilla haga buen contacto con el suelo y la humedad.

### 2.8.2 Fertilización

La fertilización es una práctica muy importante que depende de cada región, ya que el objetivo es proporcionar los nutrientes necesarios a las plantas para lograr buena producción.

Gómez (1971) señala que por cada dos toneladas de alfalfa henificada que se coseche deberán administrarse de 20-25 kg de óxido de potasio ( $K_2O$ ) y 10-20 kg de pentóxido de fósforo ( $P_2O_5$ ) a fin de restituir los nutrientes extraídos del suelo por la planta.

Hernández (1967) menciona que para una deficiencia de fósforo basta con aplicar al suelo 200 a 400 kg de superfosfato simple por hectárea al voleo, el mismo por su alto contenido de yeso puede corregir las deficiencias de azufre, pues siempre que se hace una aplicación fuerte ocasionalmente hay deficiencia simultánea de fósforo y de azufre, en esos casos es más efectivo el superfosfato simple que el triple.

Un buen desarrollo se obtiene por la aplicación de 255 kg/ha de superfosfato simple, directamente debajo de la semilla de siembra, de 2.5 a 5.0 cm. Esta aplicación promueve el crecimiento rápido, hasta que el cultivo tiene un sistema radicular suficiente para usar el fósforo aplicado al voleo y mezclado con el suelo (Cooke, 1984).

Salinas y Urbiola (1981) consideran que para los suelos arcillosos (pesados) de Guanajuato, se deben aplicar en la siembra 40 kg de nitrógeno y 180 kg de fósforo por hectárea antes del último paso de rastra. Posteriormente, cada 12 meses, se deben aplicar 180 kg de fósforo por hectárea para los suelos ligeros de Guanajuato, se deben aplicar al momento de la siembra 40 kg de nitrógeno y 270 kg de fósforo por hectárea. Posteriormente, cada 12 meses deben aplicar 270 kg de fósforo por hectárea.

### 2.8.3 Forma de sembrar

De acuerdo a Salinas (1988) la forma de sembrar se describe a continuación:

De preferencia se debe sembrar con maquinaria, pues así se logra una mejor distribución y un tapado uniforme de la semilla. Las sembradoras de tipo Brillion-Cultipaker son las más adecuadas, ya que depositan la semilla a una profundidad uniforme, luego la tapan y por último comprimen la superficie del terreno.

La siembra también puede efectuarse al voleo, distribuyéndose la semilla a mano o con una sembradora manual tipo Cyclone; para tapar la semilla se debe pasar una rastra de ramas, de clavos o de costales.

Cualquiera que sea la forma de sembrar, se debe procurar que la semilla no quede a una profundidad mayor de dos centímetros.

#### **2.8.4 Riegos**

Castro (1979) sugiere que el riego de siembra debe ser lento para que no arrastre la semilla y el riego de germinación debe aplicarse cuando se note que las plántulas empiezan a brotar, a fin de desbaratar las costras que se forman en el suelo para facilitar su crecimiento. Después de cada corte, se aplicarán de uno a dos riegos, según las necesidades del cultivo, cuidando de darlos a tiempo y sin exceso de agua, ya que esto causa una pudrición de la raíz (Salinas y Urbiola, 1981).

Pozo (1971) señala que las necesidades de riego dependen de las condiciones del clima y suelo. Concretamente la profundidad del suelo y la capacidad de retención del terreno condicionan la cantidad de agua a suministrar a lo largo del año y la frecuencia de los riegos.

#### **2.8.5 Cortes**

La alfalfa es una planta que almacena la mayor parte de sus alimentos de reserva en la corona y la raíz, estos alimentos son de suma importancia porque en ellos se basa el vigor y la recuperación constante del cultivo, por lo que el tiempo entre corte debe ser suficiente para permitir una buena recuperación (Sánchez y Ramírez, 1963).

La época y tipo de corte son factores de gran importancia en la producción y supervivencia del alfalfar. Sánchez y Garza (1960) indican que la alfalfa debe cortarse cuando empiece la floración; cuando la alfalfa se encuentra en época de invierno y no presenta brotes florales, entonces se debe poner atención en la iniciación de los siguientes brotes en la base de la planta, esto indicará el momento del corte.

Klitsch (1965) menciona que una siega muy rasa perjudica al tierno retoño ya que lo despunta y retrasa la recuperación rápida; el pastoreo es contraproducente, por destruir los retoños y por el daño que ocasiona al cuello de las raíces y la compactación del suelo, si no se tiene precaución. Además, cuando se siega antes de la floración, se agotan las reservas de la raíz. La repetición de las siegas prematuras o por pastoreo, provocan daño al alfalfar, produciendo claros que son invadidos por hierbas indeseables.

Morrison (1969) indica que al decidir el momento en que debe cortarse la alfalfa se debe tener en cuenta la calidad del heno y el efecto de la época del corte sobre la duración del alfalfar, así como el vigor de las plantas.

## 2.9 Producción de forraje

Echánove (1967) señala que el estado de madurez al momento del corte afecta el rendimiento, calidad nutritiva y longevidad de la planta, ya que cuando se corta antes de que aparezcan los brotes florales o cuando éstos comienzan a aparecer, presenta muchas hojas, tiene un alto contenido de proteína y bajo contenido de fibra.

La altura de las plantas antes de los cortes, la densidad de tallos por metro cuadrado, el diámetro del tallo y la proporción hoja-tallo poseen influencia directamente proporcional al aumento del rendimiento, mientras que la presencia de enfermedades, el

porcentaje de floración y la resistencia al acame tiene influencia proporcional (Ramírez, 1955).

Thurman *et al* (1966), consideran que se obtiene mayor producción con más alto porcentaje de hojas y mayor persistencia al realizar los cortes con un 25% de plantas en floración.

Las variaciones de la temperatura tienen influencia muy marcada en los rendimientos del forraje. Islas (1972) menciona que se registra mayor producción en los cortes efectuándose en épocas de elevada temperatura ambiental y alta precipitación pluvial; los cortes con producciones bajas se registran en épocas de baja precipitación pluvial y bajas temperaturas ambientales. Gómez (1971) señala que existen dos épocas del año en que los rendimientos son mayores y corresponden a los meses de febrero a junio y septiembre a noviembre.

Robles (1983) indica que en el estado de Guanajuato la alfalfa alcanza promedios de producción en materia verde de 80 ton/ha bajo riego.

## 2.10 Enfermedades

Más de 20 enfermedades son un problema serio para la alfalfa en los en la mayor parte del mundo (Rodríguez, 1972; Tuite, 1969 ; smith, 1965). Ellas incluyen enfermedades fungosas y bacterianas, manchas de la hoja, heridas de coronas y raíces, virus y nematodos Marchitamientos importantes son bacterianos la marchites por *Fusarium* es causada por *Fusarium oxysporum* Schlecht. La mancha de la hoja más seria son comúnmente causadas por *Pseudopeziza medicaginis* (Lib.) Sac. , *Leptosphaerulina briosianna* (Pollacci) J.H. Graham & Luttrell y el tallo negro por *Cercospora medicaginis* Ellis & Everh.

Martínez 1978 señaló que entre las enfermedades que más se presentan en la alfalfa se encuentran las que atacan la raíz y al follaje. Dentro de las primeras se pueden mencionar las siguientes: Phyphthora, causada por *Phyphthora megasperma* Drench; *Fusarium oxisporum* Schlear;; y marchitez bacterial; por *Corybacterium insidiosum* Mc Cull.

Dentro de las enfermedades foliares figuran el mildiú, causado por *Perenospora trifolium* D. Bi. La roya *Uromyses striatus* Schoret; *Stemphylium* por *Stemphylium botryosum* Wallr y la peca causada por el hongo *Pseudopeziza medicaginis* Lib. Sacc.

Mendoza et al. ( 1980) en un estudio para determinar la disminución del contenido de proteína en los folíolos de la alfalfa causada por el ataque de la peca *Pseudopeziza medicaginis* Lib. Sacc. En los porcentajes de infección natural que evaluaron fueron de 10, 20, 40, 60 y 80 % y un testigo libre de infección por aplicación de fungicidas. El porcentaje se determino mediante observacion visual al momento del corte de 100 folíolos, quee tomaron desde la parte media de la planta hasta su parte inferior. Se determinó el peso verde de los folíolos y se secaron para el peso seco. Encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos y el testigo, encontraron una disminución del contenido de proteína de 12, 22, 27, 30 y 40% cuando los folíolos presentaban infección de 10, 20, 40, 60 y 80% respectivamente observaron también una disminución progresiva del rendimiento en peso seco de acuerdo a la intensidad de la infección en la planta.

En daños importantes a corona y raíces incluyen la antracnosis causado por *Colletrichum trifolii* Bain & Essary, *Phoma medicaginis* Malbr. & Roum, fitoptora causada por *Phytophthora megasperma* Drechs. Enfermedades por rhizoctonia causadas por *Rhizoctonia solani* Kuehn, y esclerotina del de corona y raíz causada por *Sclerotinia trifoliorum sensu* Kohn. El mosaico de la alfalfa es la primer enfermedad por virus. Los nematodos del tallo de la alfalfa *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev, nematodos de la raíz *Meloidogyne spp.* Y *Pratylenchus spp.* Son los nematodos que aparecen mas en especies de alfalfa.

## 2.11 Plagas

Existe un numero de insectos plaga en alfalfa ( Guerra y Carrillo, 1975; Machain et al., 1975 ). Los insectos que interfieren con la producción de forraje incluyen a *Empoasca fabae* (Harris); *Hypera postica* (Gyll.); afidos *Acyrtosiphon pisum* (Harris); afido azul *A. kondoi* Shinji, El daño resulta en perdidas significativas en rendimiento y calidad de forraje especialmente en caroteno.

Martinez y Carrillo, (1978) El picudo egipcio *Hypera brunneipennis* (boheman) ha sido una plaga importante en la alfalfa en el valle del Mexicali, Baja California Norte, desde 1970, si no es controlada a tiempo, esta puede causar la pérdida total de un corte, que equivale a 10 ton de forraje verde/ha. en 1976 se realizaron una investigación en campos comerciales de alfalfa para reconocer parásitos del picudo y su grado de parasitismo, se recolectaron larvas de picudo y se alimentaron hasta que puparon o emergieron los adultos. Los resultados mostraron que la especie *Bathyplectes curculionis* (Thompson) parasita las larvas del picudo y existe una marcada interrelación en los ciclos de vida del parásito y su huesped.

## **2.12 Composición química y valor nutritivo del forraje**

### **2.12.1 Características químicas**

La alfalfa es la más notable entre las plantas forrajeras universalmente reconocida como una de las más nutritivas y aceptadas en la alimentación de todas las especies animales (Morrison, 1969; Piccioni, 1970). Esto es debido a las enormes superficies en el mundo consagradas a su cultivo aparte de su excelente calidad de forraje, la gran resistencia a la sequía y al frío, rápida recuperación vegetativa, precocidad de su crecimiento y facilidad de recuperación después de cada corte (Piccioni, 1970).

Los análisis bromatológicos indican resultados muy variables de acuerdo a la época de corte, la variedad y la forma como se colecta, altura de la planta, diámetro y densidad de tallos y la relación hojas-tallos (Piccioni, 1970).

Las leguminosas como la alfalfa son ricas en proteínas minerales, y vitaminas (McDonald et al 1969; Morrison, 1969; Hughes *et al.*, 1976; Flores y Agraz, 1988).

### **2.12.2 Características nutritivas del forraje**

La alfalfa entre más joven, es más rica en agua y proteínas y relativamente pobre en celulosa, sin contar la ausencia casi completa de sustancias incrustantes (lignina). Por lo que el contenido de materia seca resulta mucho más alimenticio y más rica en proteínas asimilables, así como en principios minerales (Maynard, 1947; Morrison, 1969; Piccioni, 1970).

Esto se explica porque la acumulación de nutrimentos en la planta cuando es joven, ocurre en un grado más rápido que el aumento de peso, sucede lo inverso cuando

la planta llega a la madurez, causando una declinación en la concentración de nutrimentos al ir aumentando la edad de la planta (Franco, 1989).

Las variaciones de la composición química se hayan siempre ligadas a la relación ponderal entre tallos y hojas de la planta, en sus diferentes estados de desarrollo vegetativo (Piccioni, 1970; Del Pozo, 1976).

La calidad biológica de la alfalfa puede variar de manera notable por depender de muchos factores, como son el contenido químico del suelo, el clima, la variedad cultivada, la fertilización, el estado de desarrollo de la planta en el momento de ser cortada y los métodos de utilización o conservación (Morrison, 1969; Juscafresca 1983).

La alfalfa necesita boro, como medio de fomentar la formación de triptófano en su materia orgánica y enriquecer por este medio su valor biológico o nutritivo; sin embargo, la carencia que más repercusiones puede tener en la calidad del forraje es la de cobre, la cual es causa de esterilidad en las vacas y de fracturas óseas en cualquier especie animal, por no permitir a la célula ósea organizar el fósforo y el calcio. Además, es causa de ataxia enzoótica (Juscafresca, 1983).

Los valores de las proteínas y de los carotenos contenidos en las hojas son muy diferentes de los valores de los tallos. El porcentaje de materia seca de las hojas decrece a medida que avanza el desarrollo vegetativo de la planta, lo que coincide con un aumento de la materia seca de los tallos, cuyo contenido en proteínas resulta tres veces inferior al de las hojas, y tres veces superior en lo que se refiere al contenido de fibra; es decir, el forraje de la alfalfa se compone de una cierta proporción de hojas (alta calidad) y de tallos (baja calidad) (Piccioni, 1970; Del Pozo, 1976).

En lo que se refiere al contenido en carotenos el tallo es aproximadamente 8 veces inferior que las hojas (Morrison, 1969; Piccioni, 1970).

Durante el transcurso de las diferentes fases de desarrollo de la planta, se produce un aumento de la celulosa bruta y un descenso de la digestibilidad y del valor nutritivo de la planta, ya que la celulosa bruta reduce la digestibilidad de los restantes componentes (Morrison, 1969; Piccioni, 1970, Del Pozo 1976). Esto es debido a un aumento en el contenido de paredes celulares a medida que madura la planta, y una disminución en el contenido celular, lo que se traduce en una menor calidad nutritiva (Hughes *et al.*, 1980).

La alfalfa presenta un promedio de 26.6% de paredes celulares en las hojas y un promedio de 57.65% para los tallos, así como valores promedio de 73.43% de contenido celular en las hojas contra 42.36 en los tallos, con lo que se confirma la aseveración general de que la hoja es nutritivamente más rica que el tallo (Juscafresca, 1983).

Las materias grasas se hayan en proporción bastante reducida, de 0.5 a 0.8% en la alfalfa fresca; de 2 a 2.5% en el heno, de 4 a 5% en el heno ensilado (lípidos brutos totales) y las fracciones no nitrogenadas se hayan en cantidad reducida, apenas superior a la de la celulosa bruta. Su valor nutritivo no se haya definido únicamente por el contenido en energía neta y en proteínas digeribles. La eficiencia nutritiva de los alimentos está en realidad condicionada igualmente por la composición cualitativa de las proteínas, sustancias minerales y las vitaminas (Piccioni, 1970).

#### **2.12.2.1 Contenido de proteínas**

Las proteínas de la alfalfa (cuadro 2.1 ) se encuentran en una proporción elevada (13 a 28% sobre la materia seca). La digestibilidad alcanza a veces el 80% para la fracción proteica de algunas alfalfas de excelente calidad; como valor medio, la proteína

bruta de la alfalfa está constituida por un 85% de prótidos puros y aproximadamente un 15% de compuestos nitrogenados, aparte de los prótidos. Dicho contenido de proteína cruda es mayor en el primero y segundo cortes con un promedio de 22.42 y 20.47% respectivamente (Piccioni, 1970; Del Pozo, 1976; Arias, 1990).

**Cuadro 2.1** Composición promedio de la harina de alfalfa deshidratada

Materia seca %	92.0
Energía (Kcal/kg)	De 1,880 a 1,750 ME
Proteína cruda (%)	17.4
Extracto etéreo (%)	2.8
Fibra cruda (%)	24.0

Fuente: NRC, 1988.

#### 2.12.2.2 Contenido de minerales

El elevado contenido de la alfalfa, en elementos minerales (cuadro 2.2) proporciona a esta planta un gran valor; el calcio, que aumenta a medida que la planta se desarrolla, es entre todos estos elementos uno de los más interesantes bajo el punto de vista alimenticio (Piccioni, 1970; Morrison, 1969). Entre todas las plantas para la alimentación animal es la más rica en calcio (promedio 0.5% en estado verde y un 2% en heno).

El contenido de fósforo es relativamente elevado (0.1% sobre la hierba verde, 0.4% sobre el heno) (Piccioni, 1970), con un promedio de 0.24% (Morrison, 1969).

En comparación con los pastos, las leguminosas tienen como característica elevadas concentraciones de Ca, Mg, S y con frecuencia de Cu. Casi siempre tienen niveles más bajos de Mn y Zn que los pastos (Church y Pond, 1994).

La materia orgánica guarda una estrecha relación con el contenido de cenizas, ya que a medida que la materia orgánica se incrementa, las cenizas tienden a disminuir (Del Pozo, 1976).

### 2.12.2.3 Contenido de vitaminas

Las vitaminas que la alfalfa encierra en cantidades elevadas, contribuyen igualmente a elevar el valor de esta leguminosa forrajera para la alimentación del ganado (cuadro 2.3).

**Cuadro 2.2** Composición mineral de la harina de alfalfa deshidratada.

Mineral	Contenido
Ca (%)	1.40
P (%)	0.23
Na(%)	0.10
C1(%)	0.47
Mg (%)	0.29
K (%)	2.38
Cu (mg/kg)	10.00
Fe (mg/kg)	404.00
Mn (mg/kg)	31.00
Se (mg/kg)	0.33
S (%)	0.23
Zn (mg/kg)	19.00

Fuente: NRC 1988

La vitamina A (carotenos) y las del complejo B, se encuentran ampliamente representadas (Morrison, 1969; Piccioni, 1970).

Se ha revelado una correlación constante negativa entre la altura de la planta y los contenidos de carotenos y proteína, siendo en cambio constante positiva la foliosidad y el contenido de proteínas y carotenos (Piccioni, 1970).

El heno de alfalfa curado al sol es una buena fuente de vitaminas D para todas las clases de ganado (Morrison, 1969).

**Cuadro 2.3** Composición vitamínica de la harina de alfalfa deshidratada

<b>Vitamina</b>	<b>Contenido</b>
Vitamina A (U.I./g)	268.7
Vitamina K (mg/kg)	8.7
Vitamina E (mg/kg)	111.0
Biotina (mg/kg)	0.33
Colina (mg/kg)	1.369
Folacina (mg/kg)	4.4
Niacina (mg/kg)	37.0
Acido pantoténico (mg/kg)	29.7
Riboflavina (mg/kg)	12.9
Tiamina (mg/kg)	3.4
Vitamina B6 (mg/kg)	7.2

Fuente: NRC, 1988

**Cuadro 2.4** Promedio de la composición de aminoácidos de la harina de alfalfa deshidratada

<b>Aminoácido</b>	<b>Contenido</b>
Arginina (%)	0.77
Histidina (%)	0.33
Isoleucina (%)	0.81
Leucina (%)	1.28
Lisina (%)	0.85
Metionina (%)	0.27
Cistina (%)	0.29
Fenil alanina (%)	0.80
Tirosina (%)	0.54
Treonina (%)	0.71
Triptófano (%)	0.34
Valina (%)	0.88

Fuente: NRC 1988

Su proteína es altamente soluble y rica en aminoácidos esenciales en forma equilibrada (cuadro 2.4) únicamente la metionina y la cistina se encuentran en proporciones muy limitadas (Piccioni 1970; Del Pozo 1976). Por esta razón, el forraje puede ser altamente utilizado por los monogástricos.

Del Pozo (1983) existen varias mediciones simples y observaciones que son fuertemente predecibles para el propósito de comprar y vender heno. Fibra (medida por FDA o FDN) en particular es un fuerte predictor de calidad del forraje, ya que es la porción pobremente digerible de la pared celular. Los componentes solubles (azúcares, etc) son completamente digeribles. Las pruebas estándar del heno incluyen PC, FDA, FDN, y MS.

Las definiciones que describen los valores de los reportes mas comunes de laboratorio son:

**Materia Seca (MS)** – Es usado para determinar la cantidad de agua en el heno o ensilaje.

**Proteína Cruda (PC)** – Es calculada del contenido de nitrógeno del forraje. El valor de la PC es importante ya que contribuye a la energía y proporciona los aminoácidos esenciales para los microorganismos del rumen así como también para el animal. A mayor proteína que contenga el forraje es menor la suplementación necesitada.

**Fibra Detergente Neutra (FDN)** – Consiste en la porción de la fibra de la planta ligeramente digestible: hemicelulosa, celulosa y lignina, el cual es la mayor parte del material de la pared celular. Si en el total de la dieta, el nivel de FDN se incrementa, el consumo voluntario del alimento tiende a disminuir, por el contrario si el FDN es demasiado bajo un trastorno tal como acidosis y secamiento en el abomasum ( estomago verdadero) puede ocurrir.

**Fibra Detergente Acida (FDA)** – La FDA es una subfracción de la FDN, consistiendo principalmente de lignina y celulosa. La FDA representa la porción del heno que no es disuelta en una solución detergente ácido. Tiene una fuerte relación (negativa) con el total de digestibilidad del forraje. Cuando la FDA incrementa la calidad de forraje disminuye.

### **2.13 Antecedentes**

La alfalfa es un cultivo que prácticamente se puede sembrar en cualquier época del año. Sin embargo, en regiones como La Laguna, el periodo óptimo para su siembra es en los meses de noviembre y diciembre, principalmente por las condiciones de clima durante este periodo y que no presentan problemas de altas infestaciones de maleza.

Quiroga (1990) en una evaluación de siete variedades de alfalfa en el primer año encontró que la variedad CUF -101 y Comet presentaron los más altos rendimientos tanto en forraje Verde como seco con 115.7 y 108.7 ton/ha (FV) y 22.2 y 20.5 ton/ha (FS) respectivamente. Las variedades Camino -93ª y Camino 91 tuvieron rendimientos de 91.9 y 80ton/ha (FV) y 16.9 y 16.2 ton/ha (FS) respectivamente, El testigo Moapa fue el que presento los menores rendimiento 74.4 ton/ha (FV) y 15.7 ton/ha (FS).

Quiroga (1990) en una evaluación de catorce variedades de alfalfa en este segundo año de evaluación las mejores variedades fueron Sundor, Comet, Astro, Cuf-101, Pierce y el Camino- 91 en rendimiento de forraje seco con 31, 30, 29.5 y 20ton/ha y los rendimientos de forraje verde de estas variedades fluctuaron entre 150 y 160 ton/ha. los testigos Moapa y NK-819 tuvieron rendimientos de 27 y 22 ton/ha respectivamente de forraje seco y 110 y 130 ton/ha de forraje verde.

Sánchez (1987) con el objeto de incrementar la producción y productividad de la alfalfa por unidad de superficie, evaluaron tres variedades de alfalfa : Aragón, Puebla-76 y Moapa en diferentes localidades en rendimiento de materia seca de alfalfa la variedad Puebla- 76 supero a Moapa.

INIA (1985) en un estudio realizado en el campo experimental de Zacatecas se evaluaron cuatro variedades de alfalfa en busca de materiales de mayor rendimiento para la región. Los resultados demostraron que las variedades Puebla 76, INIA 76 y Mixteca 76, superaron a Moapa en un 27 por ciento.

Sosa (2003) en un experimento realizado para ver la respuesta de tres variedades de alfalfa en la aplicación de estiércol se trabajo en tres localidades se encontró diferencias significativas altamente para la interacción variedad por estiércol. La variedad Cuf 101 su rendimiento fue mayor sin la aplicación de estiércol en ambas localidades con un rendimiento promedio de 25.5 ton /ha alfalfa verde por corte. La variedad Sundor presentó mayor respuesta con la aplicación de 160 ton/ha de estiércol con un rendimiento promedio de 28 ton/ha de alfalfa verde por corte mientras que la variedad Alta verde tuvo mayor respuesta en la aplicación de 40 y 160 ton de estiércol mostrando rendimiento de 28.2 y 35.4 ton, respectivamente.

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación geográfica**

La Comarca Lagunera tiene una extensión territorial de 500,000 ha (Ramírez-Canales, 1974) y está situada en la parte suroeste del estado de Coahuila. Se encuentra ubicada entre los paralelos 25° 25' y 25° 30' de latitud norte, y entre los meridianos 102° 51' y 103° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Schmidt, 1989; INEGI, 1998).

#### **3.2 Ubicación y desarrollo del experimento**

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna sembró en el rancho el rincón del buitre de la Universidad Autónoma Agraria Antonio narro unidad laguna del municipio de San Pedro Coah.

##### **3.2.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada entre los paralelos 25 y 27 grados latitud norte y los meridianos 103 y 104 grados latitud oeste de Greenwich, teniendo una altura de 1129 m sobre el nivel del mar, localizada en la parte suroeste del Estado de Coahuila y Noroeste del Estado de Durango, al Norte con el estado de Chihuahua y al Sur con el Estado de Zacatecas.

#### **3.3 Clima en la Comarca Lagunera**

Según la clasificación de W. Kopeen, el clima es seco-desértico con lluvia durante el verano, su temperatura es caliente, con una media anual de 21°C, con una

precipitación media anual de 2394 mm y varía entre 778 y 4348 mm el periodo de máxima precipitación comprende los meses de julio, agosto y septiembre.

### **3.4 Manejo del cultivo**

#### **3.4.1 Barbecho**

Para la realización de este experimento se utilizó una superficie en una superficie de 4 has. La preparación del terreno consistió en darle un barbecho de 30 cm de profundidad permitiendo una buena aireación y retención de humedad. ; así mismo un mejor desarrollo a las raíces, así como también incorporar residuos de cosechas anteriores, eliminación de maleza, etc.

#### **3.4.2 Rastreo**

Consistió en darle un paso de rastra cruzada y escrepa con la finalidad de eliminar los terrones y facilitar la preparación de las camas.

#### **3.4.3 Nivelación**

Se realizó con la finalidad de darle una buena distribución al riego para lograr un crecimiento uniforme y evitar encharcamientos.

#### **3.4.4 Siembra**

La siembra se realizó en una superficie de 4 has el 20 de diciembre del 2000.. El sistema de siembra fue del tipo californiano, que consiste en sembrar una hilera de plantas al centro de la cama.

### 3.4.5 Fertirrigación

El cultivo fue regado por gravedad desde el establecimiento hasta los cortes la fórmula que se utilizó fue 185 -103 - 313 unidades de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente

### 3.4.6 Variedades

Se evaluaron 6 variedades de alfalfa durante el año 2002 con una densidad de siembra de 35 kg/ha Las variedades se presentan en el cuadro 3.1

**Cuadro 3.1** Variedades de alfalfa evaluadas en la U.A.A.N en el año 2002

Variedad	
1	Moapa 69
2	Cuf 101
3	Sw 14
4	Sw 9301
5	Adelaide
6	Ro 4214

### 3.4.7 Diseño experimental

El diseño utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones . La parcela útil fue de un tamaño de 11.5 de ancho por 30 metros de largo. El análisis de varianza, comparación de medias, se obtuvo con el programa estadístico SAS (1990)

### **3.5 Variables a evaluar**

#### **3.5.1 Muestreo agronómico por variedad**

Se realizó antes de cada corte, el cual consistió en lo siguiente: se determinó el centro geométrico de cada tratamiento y se colocó una estaca en ese centro y se ubicó un metro en la parte derecha de la estaca y se recogieron 5 plantas alrededor de este cuadro, a las cuales se les determinara lo siguiente: altura de planta, índice de amacollamiento (n° de tallos / planta), número de hojas por planta.

Se hizo un muestreo en la alfalfa que se encuentre dentro del metro cuadrado, se pesó y se obtuvo la materia seca al ponerlas a secar en una estufa a una temperatura de 70 °C durante 12 horas.

#### **3.5.2 Análisis de calidad nutritiva**

Se realizó un análisis bromatológico para determinar: porcentaje de proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, extracto etéreo, cenizas. Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de bromatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U. L.

Se determino el índice de leche por tonelada de Undersander et al (1993)el cual se modifíco ( Schawab y Shaver 2001) y es de fácil uso en una hoja de calculo Excel 5.0 llamado MILK2000 el cual usa el análisis del forraje ( proteína cruda, FDN, digestibilidad en vitro, y carbohidratos sin fibra)

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medidas descriptivas de las variables agronómicas se enmarcan en el cuadro 4.1 en el que se aprecia un amplio rango de variación en las variables altura, número de tallos, número de hojas, peso verde, materia seca, de las seis variedades de alfalfa evaluadas.

**Cuadro 4.1** Medidas descriptivas de variables altura, tallo, hojas, peso en verde, materia seca de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002.

ESTADISTICO	Altura cm	Tallos cm	Hojas n°	Peso Verde Kg/ha	Materia Seca Kg/ha
Máximo	43.0	13.3	675	19798	4554.0
Media	39.3	9.0	491	16016	3684.0
Mínimo	35.7	6.8	392	13229	3043.0
D. estándar	2.0	1.76	74.9	1733.69	398.78
E.E. media	0.40	0.36	15.3	353.89	81.40
Varianza	4.0	3.11	5,619.3	3,005,679	159,027
C. V.	5.0	18.5	14.7	10.8	10.8

### 4.1 Altura de planta

En las variables que presentaron variación significativa en el análisis de varianza se les realizó la comparación de medias con la prueba de rango múltiple DMS la cual se presenta en el cuadro 4.7 para la variable altura se detecta que todas son estadísticamente iguales excepto para la variedad CUF 101 de un valor de 36.5 que es estadísticamente diferente al resto en un 0.05 de probabilidad.

En la variable altura el análisis de varianza encontró diferencias altamente significativa entre los tratamientos Cuadro A1. en la comparación de medias la variedad SW14 presentó el más alto valor con 40.9 cm mientras que la variedad de menor altura

fue Cuf 101 quien presento 36.5 cm cuadro 4.3, En la variable número de tallos, las variedades SW9301, CUF 101 y ADELAIDE presentan los valores mas altos de 11.3, 10.7, y 9.7, son estadísticamente iguales en una primera agrupación, las variedades CUF 101, ADELAIDE, MOAPA 69 son estadísticamente iguales en una segunda agrupación, las variedades ADELAIDE, MOAPA 69, RO4214 y SW14 son estadísticamente iguales en una tercera agrupación (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2** Medias de variables altura, tallo, hojas, peso en verde, materia seca de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002.

VARIEDADES	Altura cm	Tallos cm	Hojas n°
SW14	40.900 a	8.50 c	448.1
ADELAIDE	39.825 a	9.75 abc	548.3
CUF 101	36.525 b	10.79 ab	489.4
RO4214	39.025 a	8.00 c	444.0
MOAPA 69	39.250 a	8.80 bc	531.3
SW9301	40.375 a	11.32 a	539.0
C. V.	5.0	18.5	14.7

\*Significación estadística de la prueba DMS en el nivel de probabilidad 0.05

#### 4.2 Número de tallos y hojas

Para la variable numero de tallos el análisis de varianza encontro diferencias significativa entre los tratamientos (variedades) la variedad que sobresale fue sw 9301 con 11.3 tallos, mientras que la variedad RO4214 presento menor numero de tallo con 8 tallos por planta.

En la variable numero de hojas no se encontró diferencias significativas la variedad Adelaide quien presentó mayor cantidad de hojas con 548.3 por consiguiente el genotipo de menor contenido de hojas fue la variedad RO4214 con 443.97 (cuadro 4.2).

### 4.3 Rendimiento

#### 4.3.1 Peso en verde

En la variable peso en verde el análisis de varianza encontro diferencias altamente significativa entre los tratamientos, fue la variedad moapa 69 la que mostró el mayor rendimiento con un valor de 17331.5 kg/ha, la variedad que presentó el menor rendimiento fue CUF 101 con 14284.00 kg/ha,

En la variable peso verde, las variedades MOAPA 69, SW14, ADELAIDE con valores de 17331.7, 17245.5 y 16981.5 respectivamente, son estadísticamente iguales, en una primera agrupación, las variedades ADELAIDE, RO4214 son estadísticamente iguales para una segunda agrupación, las variedades RO4214, MOAPA 69, SW9301 son estadísticamente iguales para una tercera agrupación según la prueba de rango múltiple DMS AL 0.05 de probabilidad, estas mismas variedades y agrupaciones se presentan para la variable materia seca cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3** Medias de variables peso en verde y materia seca de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002.

<b>VARIETADES</b>	<b>Peso Verde</b>	<b>Materia Seca</b>
	<b>Kg/ha</b>	<b>Kg/ha</b>
SW14	17245.5 a	3966.5 a
ADELAIDE	16981.5 ab	3905.8 ab
CUF 101	14284.0 c	3285.3 c
RO4214	15027.3 c	3456.3 c
MOAPA 69	17331.8 a	3986.4 a
SW9301	15237.5 bc	3504.6 bc
C. V.	10.8	10.8

\* Significación estadística de la prueba DMS en el nivel de probabilidad 0.05

#### 4.4 Variable materia seca

El análisis de varianza encontro diferencias altamente significativa entre los tratamientos fue la variedad moapa 69 quien presentó el mayor peso seco con un valor de 3986.3 kg/ha mientras que la variedad Cuf 101 mostro el menor peso con 3285.32 kg/ha (cuadro A1).

Las medidas descriptivas de las variables de calidad forrajera se enmarcan en el cuadro 4.4 en el que se aprecia un reducido rango de variación en las variables ceniza, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, y extracto etéreo, de las seis variedades de alfalfa evaluadas.

**Cuadro 4.4** Medidas descriptivas de variables C, PC, FDN, FDA, E.E, de 6 variedades de alfalfa evaluadas en 2002.

<b>ESTADISTICO</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Fibra Detergente Neutra</b>	<b>Fibra Detergente Acida</b>	<b>Extracto Etéreo</b>
Máximo	13.3	31.8	46.8	36.7	3.7
Media	10.7	26.2	38.6	20.7	2.4
Mínimo	9.2	19.3	28.2	10.6	1.7
D. estándar	1.01	2.58	4.56	6.03	0.53
E.E. media	0.20	0.52	0.93	1.23	0.10
Varianza	1.02	6.69	20.82	36.3	0.28
C. V.	9.42	10.10	11.52	28.1	21.24

#### 4.5 Variables de calidad forrajera

##### 4.5.1 Ceniza

En la variable ceniza, el análisis de varianza encontró diferencias significativas entre los tratamientos, las variedades SW 9301, MOAPA 69 y SW 14 son estadísticamente iguales, en una primera agrupación, las variedades MOAPA 69, SW 14,

Adelaide, RO4214, CUF 101 son estadísticamente iguales para una segunda agrupación, las variedades Adelaide, RO4214, CUF 101 son estadísticamente iguales para una tercera agrupación según la prueba de rango múltiple DMS AL 0.05 de probabilidad cuadro 4.4. la variedad que muestra los valores mas altos fue SW 9301 con un valor de 11.40 (Cuadro 4.4 y 4.5).

#### 4.5.2 Proteína Cruda

El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticas en la fuente de variación bloque ni entre tratamientos. La variedad SW 9301 mostró el mayor valor de 26.42,

#### 4.5.3 Fibra Detergente Neutra

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, en fibra detergente neutra el valor mas bajo fue para SW 9301 con un valor de 37.30 (Cuadro 4.4 y 4.5).

**Cuadro 4.5** Medias de variables calidad forrajera tal como cenizas, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, extracto etéreo de seis variedades de alfalfa evaluadas en 2002.

Variedades	Cenizas	Proteína Cruda	Fibra Detergente Neutra	Fibra Detergente Ácida	Extracto Etéreo
SW14	10.79 ab	25.77 NS	39.50 NS	23.72 NS	2.72 NS
ADELAIDE	10.62 bc	25.27	42.45	17.47	2.37
CUF 101	10.17 bc	25.82	40.94	19.90	2.35
RO4214	10.37 bc	24.65	38.40	21.47	2.55
MOAPA 69	10.94 ab	25.72	39.29	22.60	2.50
SW9301	11.40 a	26.42	37.30	23.42	2.52

#### 4.5.4 Fibra Detergente Acida

El análisis de varianza no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, en fibra detergente ácida el valor mas bajo fue para Adelaide con 17.47.

#### 4.5.5 Extracto Etéreo

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, en extracto etéreo el valor más bajo fue para CUF 101 con un valor de 2.35,

En la variable altura solo la variedad Adelaide alcanzó en el segundo año de establecimiento un mayor crecimiento, el resto disminuyo en esta variable (Figura 4.1).

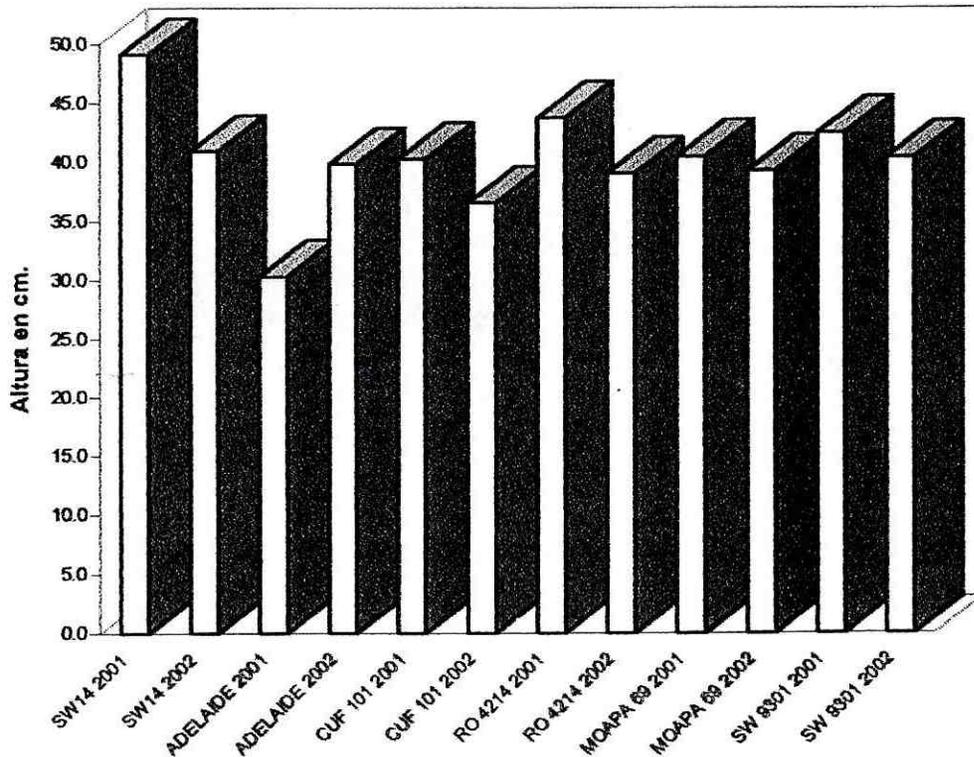


Figura 4.1 Altura promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002

En lo referente al número de tallos llamado también índice de amacollamiento, en la Figura 4.2 se aprecia que en el primer año de establecimiento el número de tallos promedio para las 6 variedades de 3.3 a 5.3, incrementándose de dos a tres veces más en el siguiente año de establecimiento.

En el análisis para la variable número de hojas en su segundo año de establecimiento Figura 4.3 destaca la variedad Adelaide, SW9301, Moapa 69, CUF 101, SW14, y RO4214, con valores de 548.4, 539.0, 531.4, 489.4, 488.1, y 444.0 respectivamente.

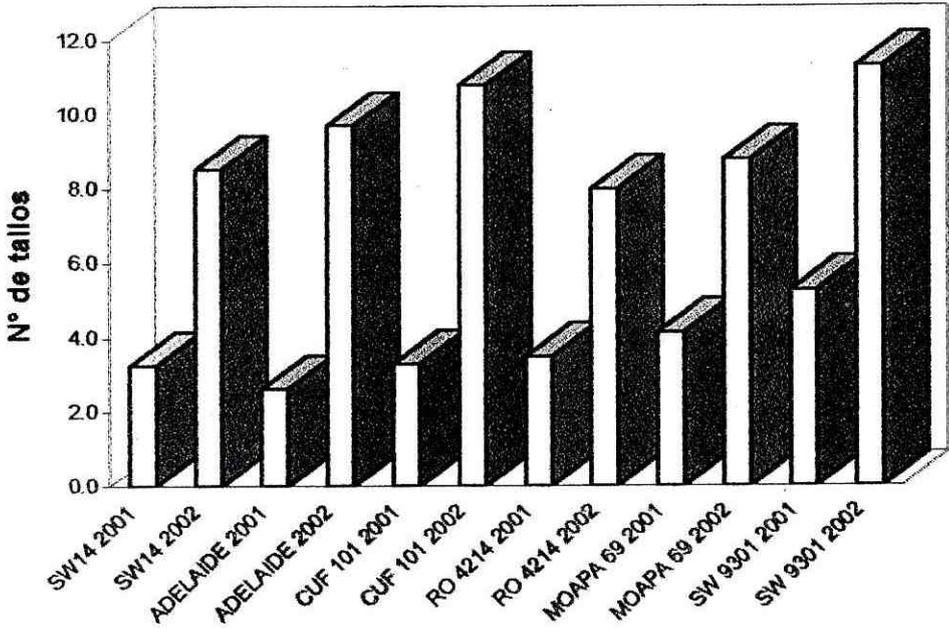
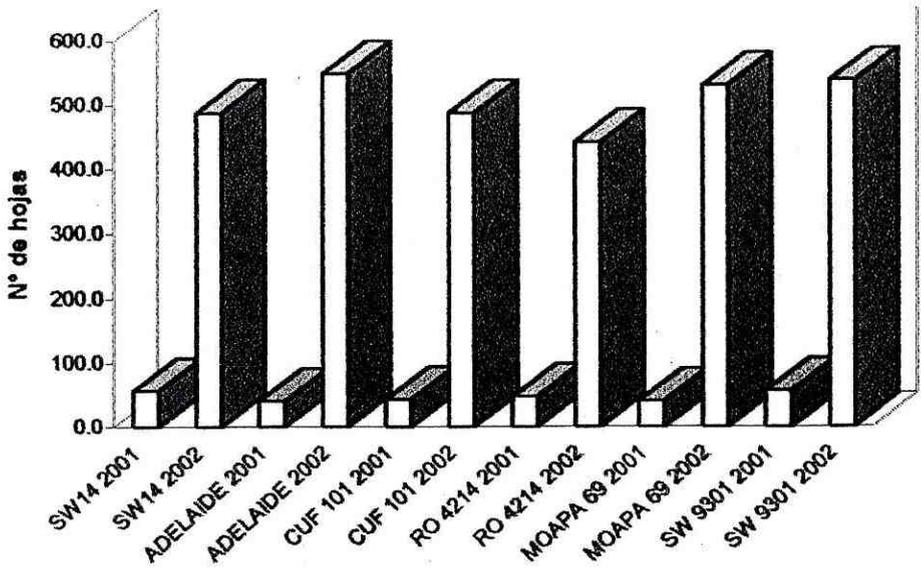


Figura 4.2 Tallos promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002



**Figura 4.3** Hojas promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002

En la comparación de producción de forraje verde ton/ha de las 6 variedades de alfalfa se aprecia que las variedades SW14 y adelaide presentan un incremento en su segundo año de producción, la variedad CUF 101 se mantiene en los mismos rendimientos, las variedades RO4214, Moapa 69 y SW9301 disminuyen en su segundo año de evaluación, esto mismo sucede en la variable de materia seca ton/ha (Figuras 4.4 y 4.5).

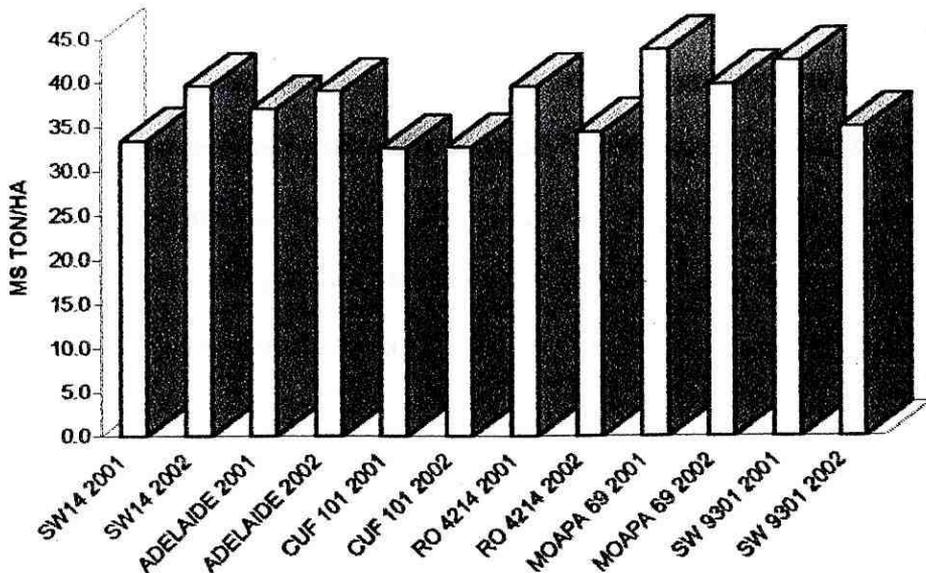


Figura 4.5 Materia seca ton/ha promedio de 6 de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002

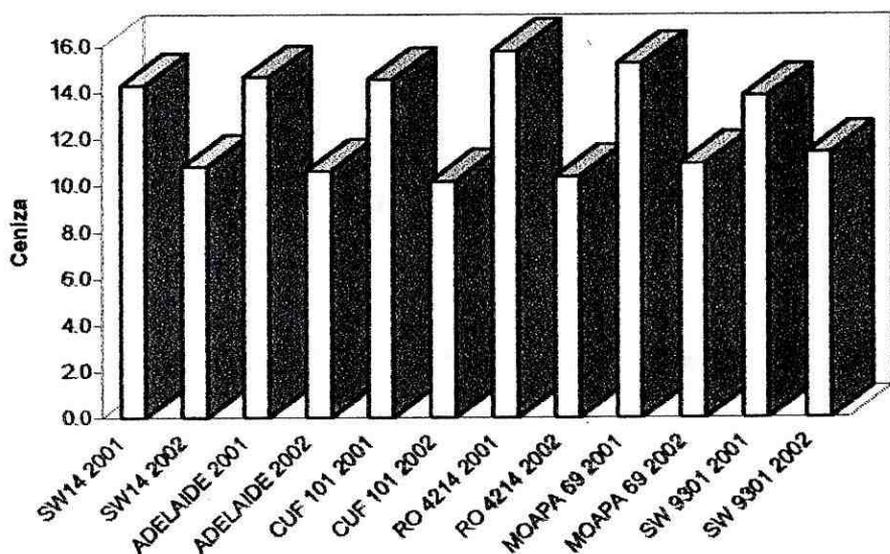
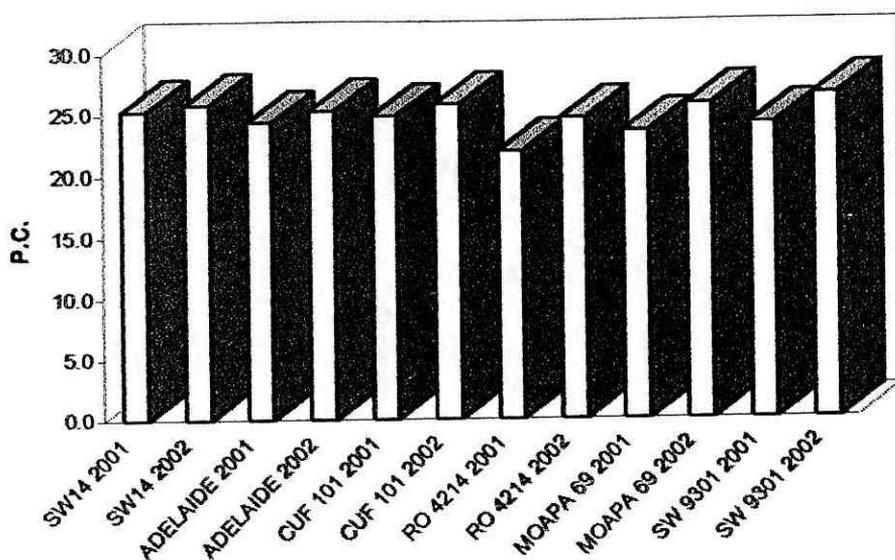


Figura 4.6 Ceniza promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002

La alfalfa se caracteriza por una concentración alta de proteína cruda, esta es la fuente de aminoácidos y nitrógeno en alimentos que el ganado bovino necesita para su crecimiento y producción de leche. La proteína también es necesitada por la bacteria del

rumen del animal, el cual digiere mucho del alimento para animales rumiantes como ganado bovino, ovejas y cabras. Los requerimientos de consumo de proteína cruda en el contenido de una ración requerida para una vaca de 1350 libras de lactancia es de 12, 15, 16.6, 17.7 y 18.8 para producir 20, 50, 70, 90 y 110 libras de leche diarias respectivamente, por lo que el contenido de proteína cruda de las variedades evaluadas exceden al requerido por una vaca lechera (Figura 4.7).



**Figura 4.7** Proteína cruda promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002

El valor nutritivo de los forrajes es el producto de la concentración de nutrientes, consumo, digestibilidad y metabolismo de los productos digeridos por los animales. Los nutrientes en los forrajes que proporcionan energía son los carbohidratos, proteínas y lípidos, pero los primeros son los más importantes porque generan más de 80 % de energía.

En general, los carbohidratos se clasifican en aquellos que están en los contenidos celulares. Azúcares almidones, los cuales son completamente digestibles y los que

componen las paredes celulares hemicelulosa y celulosa, son menos digestibles y con gran variación en su digestibilidad. El contenido bajo de paredes celulares de la alfalfa favorece su valor energético, fermentación en el rumen y consumo por los animales.

Las variedades SW9301 y RO 4214 presentan los valores mas bajos de FDN y por lo tanto una mayor potencialidad del forraje a hacia una mayor digestibilidad las variedades (Figura 4.8).

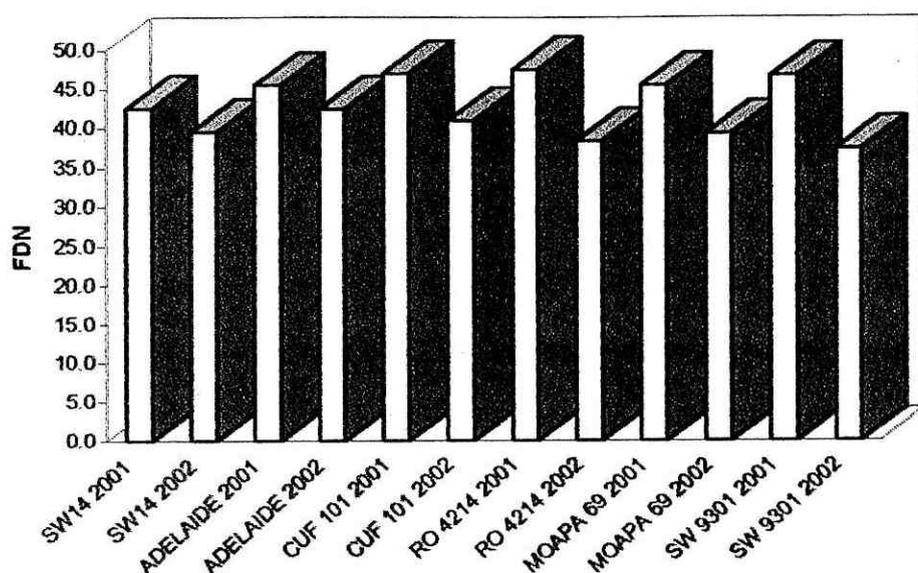
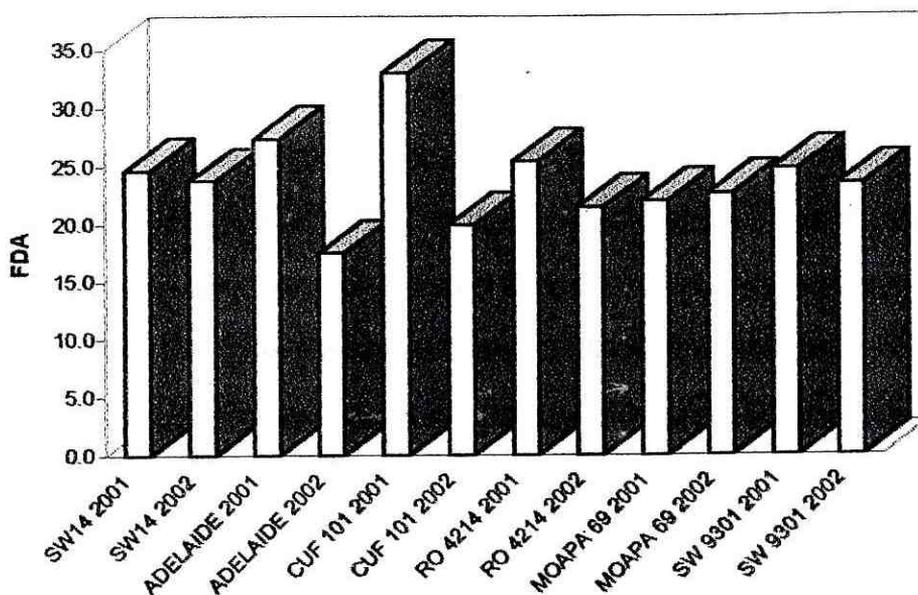


Figura 4.8 Fibra detergente neutro promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002

El valor energético de los alimentos para la producción de leche se le denomina energía neta de lactancia de los forrajes, generalmente se obtienen a partir de determinaciones de fibra detergente ácido (FDA). Esta determinación incluye las sustancias menos digestibles de la pared celular como son la celulosa y lignina. Entre mas sea el valor de FDA será menor el valor de energía neta de lactancia.

Las variedades Adelaide y Cuf 101 presentan los valores mas bajos de FDA y por lo tanto una mayor potencialidad del forraje a hacia valores superiores de energía neta de

lactancia, las variedades que presentan un valor menos deseable son la SW14 y SW9301 (Figura 4.9).



**Figura 4.9** Fibra detergente acida promedio de 6 variedades de alfalfa evaluadas durante el 2001 y 2002

Del cuadro 4.8 se desprenden las siguientes afirmaciones: las variedades mas eficientes con un mayor índice de producción de leche por tonelada (kilos/ton) fue la variedad RO 4214 que presenta una combinación eficiente de PC, FDN, FDA, E.E., cuadro 4.4 que se refleja en una mayor TDN y ENI, si bien estadísticamente indica no significancia con el resto de variedades (Cuadro 4.6), si se refleja marcadamente en su producción de leche por ton con un valor potencial de 1293.9 kilos leche/ton, sin embargo debido a su bajo producción en de materia seca/ha (Cuadro 4.3) es una de las variedades ineficientes en la producción de leche por ha (kilos leche /ton) Cuadro 4.8.

Las variedades SW9301 y SW14 son eficientes en la obtención de una mayor TDN y ENI y en su potencial producción de leche por ton con valores de 1,278.5 y 1,264.4 kilos/ton respectivamente.

La menos eficiente en su potencialidad de producción de leche por tonelada fue la variedad Adelaide con 1,200.0 kilos leche/ton, principalmente por que presenta un valor alto en el % de FDN de la materia seca con 42.4 (Cuadros 4.4 y 4.8).

Las variedades con una mayor potencialidad de producción de leche por Ha. fue la SW 14 seguida por la Moapa 69 con valores de 120,780 y 120,453 kilos leche/ha, estas dos variedades presentan una importante capacidad de producción de leche tanto en ton como por superficie, esto debido a su producción de materia seca /ha así como su obtención de TDN y ENI, la menos eficiente fue la CUF 101 y SW 9301 principalmente por sus rendimientos inferiores con respecto al resto de las variedades.

La variedad adelaide presenta una eficiencia menor en cuanto al índice de producción de leche por tonelada ya que presento un valor de 1,200.9 kilos/ton sin embargo pudo compensarlo con un mayor rendimiento de materia seca en toneladas por superficie obteniendo leche por ha de 112,952 kilos /ton.

**Cuadro 4.6 Análisis de producción de Leche bajo el software Milk 2000**

Variedad	PC %	FDA %	FDN	FDNd Dig. 48h, % de FDN	Ceniza	Extracto Etéreo	Rendimiento de Materia Seca tons/ha
SW14	25.8	23.7	39.5	52.6	10.8	2.7	35.8
Adelaide	25.3	17.5	42.5	52.6	10.6	2.4	35.4
Cuf 101	25.8	19.9	41.0	52.6	10.2	2.4	29.8
Ro 4214	24.7	21.5	38.4	52.6	10.4	2.6	31.3
Moapa 69	25.7	22.6	39.3	52.6	11.0	2.5	36.0
SW9301	26.4	23.4	37.3	52.6	11.4	2.5	31.8

**Cuadro 4.6 Análisis de producción de Leche bajo el software Milk 2000**

Variedad	NFC %	TDN, % de DM	ENI Mcal/lb	NRC 48 h Digestibilidad	Leche por Ton kg/ton	Leche por Ha/ kg/ton
SW14	25.0	60.8	0.623	39.450	1,264.4	120,780
Adelaide	23.1	58.9	0.601	39.450	1,200.9	112,952
Cuf 101	24.5	60.1	0.615	39.450	1,242.4	98,259
Ro 4214	27.8	61.7	0.633	39.450	1,293.9	107,701
Moapa 69	25.3	60.5	0.619	39.450	1,254.9	120,453
SW9301	26.2	61.2	0.628	39.450	1,278.5	107,893

## 5 CONCLUSIONES

Los análisis de varianza para las variables altura, número de tallos, peso en verde y materia seca, ceniza indican para las 6 variedades evaluadas, una variación estadísticamente significativa al 0.5 y 0.1 de probabilidad, así mismo una no-significancia en el número de hojas, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y extracto etéreo.

En los valores agronómicos, la variable altura, la de menor tamaño fue la variedad CUF 101 de un valor de 36.5 siendo estadísticamente diferente al resto, en la variable número de tallos, las variedades SW9301, CUF 101 y ADELAIDE presentan los valores más altos de 11.3, 10.7, y 9.7, siendo estadísticamente iguales, en la variable peso verde, las variedades MOAPA 69, SW14, ADELAIDE con valores de 17331.7, 17245.5 y 16981.5 respectivamente presentan los valores más altos y son estadísticamente iguales, estas mismas variedades en ese orden presentan los valores más altos de 3986.3, 3966.4, 3905.7 para materia seca

El contenido de proteína cruda de las variedades evaluadas es satisfactorio al requerido por una vaca lechera.

Las variedades SW9301 y RO 4214 presentan los valores más bajos de FDN y por lo tanto una mayor potencialidad del forraje a hacia una mayor digestibilidad las variedades.

Las variedades Adelaide y Cuf 101 presentan los valores más bajos de FDA y por lo tanto una mayor potencialidad del forraje a hacia valores superiores de energía neta de lactancia.

La variedad Ro4214 que presenta una combinación eficiente de PC, FDN, FDA, E.E., que se refleja en una mayor TDN y ENI, que se refleja en su producción de leche por ton con un valor potencial de 1293.9 kg leche/ton, sin embargo debido a su bajo producción en de materia seca/ha es una de las variedades ineficientes en la producción de leche por ha (kg leche /ton).

Las variedades con una mayor potencialidad de producción de leche por Ha. fue la SW 14 seguida por la Moapa 69 con valores de 120780 y 120453 kilos leche/ha, estas dos variedades presentan una importante capacidad de producción de leche tanto en ton como por superficie, esto debido a su producción de materia seca /ha así como su obtención de TDN y ENI.

La variedad adelaide presenta una eficiencia menor en cuanto al índice de producción de leche por tonelada ya que presentó un valor de 1200.9 kg/ton sin embargo pudo compensarlo con un mayor rendimiento de materia seca en toneladas por superficie obteniendo leche por ha de 112952 kg /ton.

## 6 RESUMEN

La producción de forrajes en la comarca Lagunera se ha incrementado en los últimos años debido a la expansión de la industria lechera. La población de ganado bovino lechero es de alrededor de 400,000 cabezas de ganado, con la producción de 1.2 millones de litros de leche por día (Delgado, 2001) de las 72,853 ha sembradas con forrajes de los cuales el 51 por ciento se dedica al cultivo de alfalfa y el resto a cultivos anuales.

Durante 2001 -2002 se realizó un estudio en el cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) cuyo objetivo fue evaluar el potencial de rendimiento de producción de forraje verde y materia seca en seis variedades de alfalfa, evaluar las características agronómicas y calidad forrajera. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar de seis tratamientos con cuatro repeticiones, la unidad experimental fue 11.5 m de ancho por 30m de largo. Las variables evaluadas fueron altura de planta , número de hojas por planta , número de tallos por planta, para el análisis de calidad se realizó un análisis bromatológico para determinar: porcentaje de proteína cruda, fibra detergente neutra y ácida, extracto etéreo, cenizas. Estos se realizaron en el laboratorio de bromatología de la UAAAN-UL.. para el índice de leche porton en la hoja de cálculo llamado MILK2000el cual se usa el análisis del forraje.

Los análisis de varianza para las variables altura, numero de tallos, peso en verde y materia seca, ceniza indican , una variación estadísticamente significativa al 0.5 y 0.1 de probabilidad en las 6 variedades evaluadas, no se encontró diferencias significancia en el numero de hojas, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y extracto etéreo.

En la variable peso verde, las variedades MOAPA 69, SW14, ADELAIDE presentan los mas altos valores con 17331.7, 17245.5 y 16981.5 Kg/ha respectivamente y son estadísticamente iguales, estas mismas variedades en ese orden presentan los valores mas altos de 3986.3, 3966.4, 3905.7 Kg/ha respectivamente en materia seca.

En los valores agronómicos, la variable altura, la de menor tamaño fue la variedad CUF 101 de un valor de 36.5 cm siendo estadísticamente diferente al resto,. en la variable numero de tallos, las variedades SW9301, CUF 101 y ADELAIDE presentan los valores mas altos de 11.3, 10.7, y 9.7 tallos respectivamente.

Las variedades con una mayor potencialidad de producción de leche por Ha. fue la SW 14 seguida por la Moapa 69 con valores de 120780 y 120453 kilos leche/ha respectivamente, estas dos variedades presentan una importante capacidad de producción de leche tanto en ton como por superficie, esto debido a su producción de materia seca /ha asi como su obtención de TDN y ENL.

La variedad adelaide presenta menor indice de producción de leche por tonelada ya que presento un valor de 1200.9 kilos/ton sin embargo pudo compensarlo con un mayor rendimiento de materia seca en toneladas por superficie obteniendo leche por ha de 112952 kg /ton.

## 7 LITERATURA CITADA

- Aguilar, G.I., 1946. Forrajes y plantas forrajeras. Bartomolé, Trucco. México, pp. 195-310-317.
- Allen, O.N. 1962. The inoculation of Legumes. Forages the science of Grassland Agriculture, 2a. Edición. Ames, Iowa. The Iowa State. University Press. Pág. 119-126.
- Bolton, J.L., 1962. Alfalfa. Botany, cultivation and utilization. London, Leonard Hill, (Books) limited 474 pág. illus.
- Bousch, G.M. y D. Barnes, 1957. El barrenador de la raíz de la alfalfa *Epicaerus aurifer* Boh (Coleóptera Curculionide) oficina de Estudios Especiales. Folleto técnico No. 20. S.A.G. México, 54 p.
- Buller, R.E., y R.G. Valdivieso, 1957. La producción de alfalfa. Variedades, siembra y utilización forrajera. Oficina de Estudios Especiales. Folleto de Divulgación No. 25 S.A.G. México.
- Buller, R.E., R., G. Valdivieso, y R.R. Garza 1958. Comportamiento de variedades seleccionadas de alfalfa y recomendaciones para su mejoramiento en México. Oficina de Estudios Especiales. Folleto Técnico, No. 23, S.A.G. México.
- Cantú Brito J.E. 1989. Apuntes de cultivos forrajeros. Departamento de Fitomejoramiento. UAAAN-U.L. Torreón Coah.
- Castro, A.L., 1979. el cultivo de la alfalfa en el Valle de México. Campo Agrícola Experimental del Valle de México. Circular CIAMEC No. 100. Chapingo, México. P. 3.
- Cooke, W.G. 1984. Fertilizantes y sus usos. Traducido al español por Alonso Blackailler Vélez, de la Primera Edición en Inglés. CECOSA, México, 175 p.
- Church, D.C. y W.G. Pond. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 4ª. Reimpresión, Editorial UTEHA, Noriega, Editores, México, pp. 31-41; 309.
- Delgado, R. M. 2001. producción de forrajes con métodos avanzados de riego. V encuentro nacional de especialistas de fertirriego. Yucatán, Mex.
- Del Pozo, M. 1983. La alfalfa. Ed. Mundi-Prensa, 3ª. Edición. España 380 p.
- Del Pozo, I.M. 1976. La alfalfa. Su cultivo y aprovechamiento. Ediciones mundi-Prensa, Madrid España, pp. 246-255; 363-366.
- Demarly Y. 1957. Biologie et exploitation de la lucerne An. Amelior. Pl. París 7, No. 3 Págs. 247-72.

- Díaz, O.D. 1974. Efecto de las nodrizas en el cultivo de la alfalfa. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México, 75 p.
- Diggins, R.V. y Bundy 1962. Vacas, leche y sus derivados, 3a. E. CECSA, México, 75 p.
- Echánove, I.A.G. 1967. Estudio sobre el comportamiento de ocho variedades de alfalfa en Apodaca, N.L., tesis profesional. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. México, 43 p.
- Ensminger, E.C. 1975. Producción bovina para leche. El Ateneo. Argentina 567 p.
- Erwin, D.C., C.W. E. Lehman, B.W., Kennedy y G.E. Worker, 1959. Summer flooding of alfalfa. California Agriculture, Vol. 13(10):7-12.
- Flores, M.J. y G.A. Agraz. 1988. Enciclopedia Técnica del Ganado Porcino. Nueva Edición. Cuarta Reimpresión. Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. de C. V. 2:575-585.
- Franco, C.R. 1989. Variabilidad espacial de variedades agronómicas en un predio cultivado con alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de maestría UAAAN. Pp. 8-9; 62-63.
- García, E. 1981. modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. 3ª. Ed. México. UNAM. instituto de geografía.
- Gaztambide, A.C. 1975. Alimentación de los animales en los trópicos. Diana. México, p. 167-170.
- Gist, G.R. y G.O. Mott. 1957. Some effects of light intensity, temperature, and soil moisture on the growth of alfalfa, red clover and birdfoot trefoil seedlings. Agron. And co. Lond. Pág. 452.
- Good, R. 1953. The Geography of the Flowering Plants. New York, Longmans Green and Co. Lond. Pág. 452.
- Gómez, G. H.J. 1971. Comparación de 2 variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) sembradas en diferentes distribuciones de semilla en Apodaca, N.L. Tesis profesional ITESM. Monterrey, Nuevo León, México 99 p.
- Guerra S., L. Y J. L. Carrillo S. 1975. fluctuaciones de insectos fototrópicos de importancia agrícola en la Comarca Lagunera Coah. Y Ceballos Dgo. Informe técnico del departamento de entomología, INIA, México. 2(2) 111-122 (mimeografiado).
- Guerrero G., A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos. 2da. Edición. Ediciones Mundi-Prensa Madrid España.
- Hanson, C. H., M. Tysdal, H. Ydavid, R.L. 1966. Alfalfa in: Forrajes, la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. Trad. De la 2ª ed. En inglés por Jose Luis de la Loma. México, Continental. P 151-162.
- Hernández, O., I. 1955. El barrenador de la raíz de la alfalfa. *Epicaevus aurifer* Boh. Publicado por la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

- Henderson, H.O., C.W. Larson y F. Putney 1950. La vaca lechera, alimentación y crianza. Traducido al castellano por José Luis de la Loma. De la tercera edición en inglés. UTEHA, México, p. 197.
- Hernández, H.H. 1967. Producción de semilla de alfalfa en la Comarca Lagunera. Tesis profesional. ESAAN Saltillo, Coah., México, pp. 15-17.
- Hobbs, J.A. 1953. Replenishment of soil moisture supply following the growth of alfalfa. *Agron. Jour.* 45(10):490-493.
- Hughes, T.P., D. Poppi and A. R. Sykes. 1980. Some implications of sward chemical and physical characteristics for the nutrition of ruminants. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* Vol. 40. pp. 68-81
- Hughes, Heath y Metcalfe 1984. Forrajes 2a. Edición, Editorial CECSA, México.
- Hughes, D.H. and R.E. Henson, 1957. *Crop production principles and practice* Ed. Mcmillan Co. New York, USA p. 468.
- Hughes, H.D., M.E. Heath, D.S. Metcalfe, 1976. Forrajes Sexta reimpresión. Cia. Editorial Continental. México, pp. 92-95; 151-161; 707-714.
- Ibarra A.A. y L.M. Machain, 1982. Guía para cultivar alfalfa en el Valle de Mexicali. SARH-INIA-CIANO-Campo Agrícola Experimental del Valle de Mexicali. Folleto No. 4, Mexicali, Baja California, México, p. 13.
- INIA 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola en el área de influencia del Campo Agrícola Experimental del Bajío. 2ª. Edición. SARH-CIAB-CAEB. Celaya, Guanajuato, México 280 p.
- INIA 1985. Aportaciones del INIA a la agricultura Mexicana. SARH, INIA Méx. D.F. no 7 julio 1985. 74P.
- Islas, S. M. 1972. Ensayo de 13 variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en condiciones de temporal en el Valle de México, Tesis profesional. Chapingo, México, 41 p.
- Jansen, G. The relationship of organic root reserves and other factors to the permanency of alfalfa stands. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 21(9):895-911.
- Juscáfresca, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2ª. Edición, Ed. Aedos, Barcelona, España, pp. 45-51.
- Karraker, P.E., R. Kenney y H.F. McKenny 1927. The soil reaction of fields growing alfalfa and the use of field testing its determination: *Jour Amer. Soc. Agron.* 19(4):351-356.
- Kass, M.L., y P.J. Van Soest, y W.G. Pond. 1980b. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. 11 volatile fatty acid concentrations and disappearance from the gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.* 50:192-197.
- Klages, K., H.W. 1942. *Ecological Crop Geography* New York. The MacMillan Company, 615 pág.

- Klitsch, C. 1965. Producción de forrajes 2ª. Edición. Acribia Zaragoza, España, pp. 23-24 y 41-43.
- Krogman K.K., y Lutwick L.E. 1961. Consumptive Use of water by forage crops in the Upper Kootenay River Valley (British Columbia) Canadá J. Soil Sci. Vol. 41 No. 1 páginas 1-4.
- Lesins, K. Y C.B. Gillies 1972. Taxonomía y citogenética del género *Medicago* En: Hanson C.H. (comp.) Ciencia y Tecnología de la Alfalfa. Tomo I Hemisferio Sur, Uruguay pp. 89-126.
- Liang, G.H.L., and W.A. Riedl. 1964. Agronomic traits influencing forage and seed yield in alfalfa Crop. Sci. 4(4):394-396. USA.
- Machain L. , M. et al., 1975.principales plagas de los cultivos del valle de Mexicali y sus enemigos naturales México. Secretaría de agricultura y ganadería INIA 49 p folleto técnico num.57.
- Marino, A.A., 1983. Manual de agricultura, 8ª. Impresión, CECSA, México, 639 p.
- Martinez C. , J.L. y J.L. Carrillo S. 1978. Parasitismo del picudo egipcio de la alfalfa en el valle de Mexicali. Agricultura técnica en México. SARH, INIA vol4 num.2 pp 181-185.
- Martinez, a. J. 1974. Enfermedades de la alfalfa en el bajo. México SARH. INIA p.8-11 ( folleto miselaneo.)
- Maynard, A.L. 1955. Nutrición Animal. Tercera Edición. Ed. UTEHA. México, pp. 48-52.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Grenhalg. 1969. Nutrición Animal. Editorial Acribia. Zaragoza, España, pp. 5, 142.
- McLroy, J.R.,1973. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Limusa, México, p. 131.
- Mendoza, V. E., R. García C. Y J. Martínez A. 1980. Contenido proteinico en forraje de alfalfa infectada po la peca *Pseudopeziza medicaginis* (Lib) sacc. Agricultura técnica en México. SARH. INIA. Vol.6 Múm 1 Enero-junio-1980. pp3-16.
- México, Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1963. Dirección General de riego de Estudios Económicos, Memorándum técnico. No. 204.
- Meyer, J,H. 1956. Futher study on the utilization of alfalfa by beef crows. Anim. Sci. 15-64-75.
- Morrison, B.F. 1969. Alimentos y alimentación del ganado traducido al español por José Luis de la Loma de la II edición en inglés. Hispanoamericana, México, 722 p.
- Morrison, F.B. 1969. Alimentos y alimentación del ganado. Editorial UTEHA. México, pp. 366-385.

- National Research Council (NRC) 1975. Tablas de composición de los alimentos de Estados Unidos y Canadá. Academia Nacional de Ciencias. Washington, D.C. 76 p.
- Pfitzenmeyer C. 1963. La luzerne. Culture et fertilisation. Ed. SEDA Paris 93 págs.
- Pozo M. 1971. La alfalfa, su cultivo y aprovechamiento Mundi-Prensa. Castellón, 37. Madrid 1, p. 62-203.
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Editorial Acribia. Zaragoza, España, pp. 38-63.
- Quiroga G., H.M. 1990. Evaluación de siete variedades de Alfalfa (primer Año) coterce. 69 P. CIAN 90 Avances de Investigación Forestal y Agropecuario SARH. Méx.
- Quiroga G., H.M. 1990. Evaluación de catorce variedades de Alfalfa (2° Año) coterce. 70 P. CIAN 90 Avances de Investigación Forestal y Agropecuario SARH. Méx.
- Quiroga G., H.M.; J.A. Cueto W., U. Nava C., E. Castro M. Y L.E. Moreno A. 1991. Guía para cultivar alfalfa en la comarca Lagunera. SARH\_INIFAP\_Campo Experimental La Laguna. Matamoros Coah. 16P.
- Ramírez, L.M. 1970. El cultivo de la alfalfa en la región central S.A.G. Chapingo, México.
- Revueillas, G.L. 1953. Bromatología zootécnica y alimentación animal. SALVAT, Barcelona, España, 1094 p.
- Rhykerd, C.L., R. Langston y J.B. Peterson, 1959. Effect of light treatment on the relative uptake of labeled carbon dioxide by legume seedling Agron. Jour. 51(1):7-9.
- Robles, S.R., 1983. Producción de granos y forrajes, 4ª. Edición. Limusa, México, 680 p.
- Robinson, D.H. 1962. Leguminosas forrajeras. Editorial Acribia, Zaragoza España.
- Robbins, W.W. 1967. Botany and introduction to plant science. John Wiley and Sons. Inc. 3a. Edición, New York, USA p. 14.
- Robles Sánchez R. 1979. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, S.A., México
- Rodríguez, S. H. 1972. Enfermedades parasitarias de los cultivos agrícolas en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería, INIA. P 46 (folleto misceláneo No 23).
- Ruíz, O.M. 1964. Botánica. Ed. Porrúa. S.A. México, D.F. 730 p.
- Sagarpa, 2002. Resumen Económico Comarca Lagunera 2002. (Siglo de Torreón) pp 32 y 36.
- Sosa, E. S. 2003. respuesta de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a la aplicación de estiércol. Pp.419-423. Memoria de la XV semana internacional de agronomía FAZ-UJED. Septiembre 2003 Gómez Palacios Dgo.

- Salinas, C.S., 1988. La alfalfa reina forrajera. En: Síntesis lechera. Publicación mensual. Editorial Año dos mil, S.A., México 3 (9):33-40.
- Salinas, C.S., y J.M. Urbiola, L. 1981. Guía para cultivar alfalfa en Guanajuato. Folleto para productores No. 4, Celaya Guanajuato, México, 17 p.
- Sánchez, D.A., y M. Ramírez L. 1963. La producción de semilla de alfalfa, SAG, INIA, México, Folleto No. 32.
- Sánchez, A.D., y R. Garza T. 1960. Efecto del estado de madurez al tiempo de corte en la producción y población de alfalfa en el valle de México y el Bajío. Folleto técnico No. 20, SAG, México, 18 p.
- Sánchez, D. A. 1987. Validación de la tecnología generada para producir alfalfa de riego en el área de influencia del CAEVAMEX. Pp 109-115. Agricultura técnica en México SARH. INIA vol 13 Núm. 1
- Satter, L. D. 1999. Como utilizar la alfalfa eficientemente para obtener la máxima producción de leche. *In: V Ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo.* Grupo LALA. Torreón Coah. Pp. 69-88.
- Scofield, C.S. 1945. The water requirement of alfalfa U.S. Dept. Of Agric. Circ. 735-1,11.
- Sifuentes, J.A., y W.R. Young, 1961. Plagas de los cultivos en el Valle del Yaqui, INIA. Circular CIANO No. 11, S.A.G. México, D.F.
- Smith, H. C. 1965. The morfology of *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* and *V. tricorpus*. *New Zeland Journal of agriculture research.* 8:450-478.
- Thurman, C.W., C.Y. Ward y W.R. Meredith, 1966. Alfalfa, varieties and cutting management. *Miss. Fm. Rs.* 29. No. 6;2 *Miss. USA.* 168 p.
- Tuite, J. 1969. *Plant pathological methods fungi an bacterias.* E.U.A. burgers publishing Ca. 239 p.
- Tisdale S.L. y L. Nelson W. 1982. *Fertilidad de los suelos y fertilizantes.* Ed UTEHA primera edición en español Barcelona España. Pp 140-141.
- Tysdal, H.M. 1953. Influence of light temperature and soil moisture on the hardening process in alfalfa. *Jour. Agric. Res.* 46(6):483-515.
- Watson, S.J., y A.M. Smith 1984. El ensilaje. Traducción al español por Rodolfo Vera y Zapata, de la 2a. Edición en inglés. CECSA, México, p. 62.
- Weding, W.F., A.W. Burguer, y H.L. Ahlgreen. 1956. Effect of soil types, fertilization and stage of growth on yield chemical composition and biological value of Ladino, Cover (*Trifolium repens* L.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.) *Agron. Jour.* 48(4):147-152.
- Wheler, W.A. 1950. Forage and pasture crops. D. Van Nostrand Company, Inc. 1era. Edición, USA. P. 242.

- Whyte, R.O., G. Nilsson-Leissner y H.C. Trumble 1955. Las leguminosas en la agricultura  
FAO. Roma, 405 pág.
- Williams, W.D. 1986. Ganado vacuno para carne, cría y explotación, Limusa, México, p.  
150-151.
- Wilsie, C.P. 1962. Crop adaptation and distribution, W.H. Freeman and Company, San  
Francisco and London.

# 8 APENDICE

**Cuadro A1** Cuadrados medios del Análisis de Varianza de Bloques al azar de variables de componentes de rendimiento de forraje de 6 variedades de alfalfa evaluados en 2002.

F.V.	GL	Altura	Tallos	Hojas	Peso en Verde	Materia Seca
Tratamiento	55	9.41**	7.05*	6371.0 NS	7006822.5**	370700.8**
Bloques	44	6.09*	1.82NS	8168.0 NS	3983530.7NS	210741.3NS
Error	115	1.77	2.04	4859.03	1476437.3	78107.7
Total	223					

\*,\*\* Significación estadística en los niveles de probabilidad 0.05 y 0.01 respectivamente

**Cuadro A2** Cuadrados medios del Análisis de Varianza de Bloques al azar de variables de componentes de calidad de forraje de 6 variedades de alfalfa evaluados en 2002.

F.V.	G.L	Cenizas	Proteína Cruda	Fibra Detergente Neutra	Fibra Detergente Ácida	Extracto Etéreo
Tratamiento	5	0.75*	1.427 NS	13.40 NS	22.88 NS	0.07 NS
Bloques	3	5.27*	30.35 NS	63.91*	96.29 NS	1.70 **
Error	15	0.25	3.71	14.67	28.91	0.06
Total	23					

\*,\*\* Significación estadística en los niveles de probabilidad 0.05 y 0.01 respectivamente