

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE DE HUIZACHILLO
(*Desmanthus virgatus* (L.) var. *depressus* Willd.) BAJO CULTIVO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA**

PRESENTA

JUAN FRANCISCO ZAMORA NATERA

OCTUBRE, 1996

TM

SB205

.H8

Z3

c.1



1080071705

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE DE HUIZACHILLO
(Desmanthus virgatus (L.) var. depressus Willd.) BAJO CULTIVO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA

JUAN FRANCISCO ZAMORA NATERA

OCTUBRE, 1996

12584^e

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

TM
SB205
23

Biblioteca Central Magda
UANL
FONDO
TES °
(71705)

BURAU RANDEL FINE
UANL
FONDO
TES MAESTRIA

**PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE DE HUIZACHILLO
(*Desmanthus virgatus* (L.) var. *depressus* Willd.) BAJO CULTIVO.**

Aprobación de la Tesis:

M.C. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ
(Asesor de la tesis)

Ph. D. SERGIO PUENTE TRISTAN
(Coasesor)

Ph. D. RIGOBERTO E. VAZQUEZ A.
(Coasesor)

M.C. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ
(Coasesor)

Octubre de 1996
Marín, Nuevo León, México.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento para realizar mis estudios de Postgrado.

AL M. C. MAURILIO MARTINEZ:

Por su confianza y apoyo en mi superación personal y por sus valiosas sugerencias brindadas desde la planeación hasta la terminación de este trabajo de investigación.

A MIS COASESORES: Ph. D. SERGIO PUENTE TRISTAN, Ph. D. RIGOBERTO E. VAZQUEZ ALVARADO Y M. C. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ

Por su colaboración y valiosas sugerencias durante el desarrollo de este trabajo.

AL ING. CESAREO GUZMAN:

Por su valiosa colaboración en la planeación de este trabajo y por su gran entusiasmo y motivación que me brindó durante el transcurso de la tesis.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACION Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE ALGUNA U OTRA FORMA COLABORARON EN LA REALIZACION DE ESTA TESIS

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

**Sr. Francisco Zamora Rivera
Sra. Belia Natera Cordero**

A quienes agradezco su cariño, sacrificio y comprensión al dirigir mi vida por el camino de la superación.

A MI ESPOSA:

Ma. Cruz Rea. Ruíz

Por su apoyo constante y por el estímulo que representa su presencia en mi vida.

A MIS HIJOS:

Francisco (pin) y Leonor Saraf (la gordita) Zamora Rea

Por llenar mi vida de felicidad.

A MIS HERMANOS:

Mario, Ricardo y Gabriel

Por la unión y armonía que han hecho posible que prevalezca en el seno de nuestra familia.

A todos con respeto y amor.

CONTENIDO

Capítulo.	Página
APROBACION DE TESIS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
CONTENIDO.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE.....	x
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xiv
I. INTRODUCCION.....	1
II. LITERATURA REVISADA	4
2.1. Importancia relativa de las especies forrajeras.	4
2.2. Composición y valor nutricional de los forrajes.....	5
2.2.1. Principales compuestos contenidos en los forrajes.	5
2.2.2. Importancia de los minerales en el organismo animal.	7
2.2.2.1. Calcio y fósforo.	7
2.3. Factores que afectan la calidad de los forrajes.	9
2.4. Características de la familia Leguminosae (Fabaceae).	10
2.4.1. Subfamilia Mimosoideae.	11
2.4.2. Género <i>Desmanthus</i> Willd.	12
2.5. <i>Desmanthus virgatus</i> (L.) var. <i>depressus</i> (Willd.).	13
2.5.1. Origen y distribución.....	14
2.5.2. Importancia del huizachillo como recurso forrajero.	15
2.6. Factores que afectan el desarrollo y producción del huizachillo como planta forrajera.	16
2.7. Valor nutricional del huizachillo.....	18
2.7.1. El huizachillo comparado con otros forrajes.....	19

2.8. Plantas cultivadas y domesticadas.	20
2.8.1. Características de las plantas cultivadas.....	22
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Ubicación del estudio y descripción del área.	23
3.2. Materiales.	26
3.3. Métodos.	26
3.3.1. Descripción de los experimentos.....	26
3.3.1.1. Primer experimento.....	26
3.3.1.1.1. Manejo del experimento.	27
3.3.1.2. Segundo experimento.	28
3.3.1.2.1. Manejo del experimento.	29
3.3.2. Variables evaluadas.....	30
3.3.3. Análisis estadístico.....	31
IV. RESULTADOS	33
4.1. Primer experimento. Efecto de la densidad de población sobre la producción y calidad nutricional del forraje del huizachillo.	33
4.1.1. Longitud de tallos.....	33
4.1.2. Vainas por planta.....	34
4.1.3. Rendimiento de materia verde.....	36
4.1.4. Rendimiento de materia seca.....	40
4.1.5. Variables nutricionales.....	41
4.1.6. Análisis de correlación.	43
4.1.6.1. Correlaciones entre variables agrobiológicas.	43
4.1.6.2. Correlaciones entre variables nutricionales.	44
4.1.6.3. Correlaciones entre variables agrobiológicas y variables nutricionales.	44
4.2. Segundo experimento. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre la producción y composición química del forraje.	44
4.2.1. Longitud de tallos.....	44
4.2.2. Vainas por planta.....	47
4.2.3. Rendimiento de materia verde.....	52
4.2.4. Rendimiento de materia seca.....	55
4.2.5. Variables nutricionales.....	59
4.2.6. Análisis de correlación.	62
4.2.6.1. Correlaciones entre variables agrobiológicas.	63
4.2.6.2. Correlaciones entre variables nutricionales.	63
4.2.6.3. Correlaciones entre variables agrobiológicas y variables nutricionales.	63

V. DISCUSION	65
5.1. Densidad de población.	66
5.2. Disponibilidad de humedad.	69
5.3. Epoca de corte.	72
5.4. Competencia entre gramíneas y leguminosas.	73
5.5. El huizachillo como cultivo.	76
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
VII. BIBLIOGRAFIA	80
VIII. APENDICE	87

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Comparación bromatológica entre el huizachillo, <i>Leucaena</i> y alfalfa.....	19
Cuadro 2. Condiciones climáticas que se presentaron de Marzo a Noviembre de 1995 durante el desarrollo del estudio.....	24
Cuadro 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo en donde se condujo cada ensayo.....	25
Cuadro 4. Determinaciones para evaluar la composición química del forraje.....	31
Cuadro 5. Comparación de medias para longitud de tallos (cm) por efecto de la densidad de población y época de corte.....	34
Cuadro 6. Comparación de medias para la variable vainas por planta por efecto de la densidad de población y época de corte.....	36
Cuadro 7. Comparación de medias para la variable rendimiento de materia verde (g/par.) por efecto de la densidad de población y época de corte.....	38
Cuadro 8. Comparación de medias para la variable rendimiento de materia seca (g/par.) por efecto de la densidad de población y época de corte.....	40
Cuadro 9. Comparación de medias para componentes nutricionales evaluados por efecto de la densidad de población.....	43
Cuadro 10. Comparación de medias para la variable longitud de tallos (cm) del primer corte por efecto por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	45
Cuadro 11. Comparación de medias para la variable longitud de tallos (cm) del segundo corte por efecto efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	46
Cuadro 12. Comparación de medias para la variable vainas por planta del corte inicial por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	49

Cuadro 13. Comparación de medias para la variable vainas por planta del segundo corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	50
Cuadro 14. Comparación de medias para rendimiento de materia verde (g/par.) del primer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.	52
Cuadro 15. Comparación de medias para rendimiento de materia verde (g/par.) del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	53
Cuadro 16. Comparación de medias para rendimiento de materia verde (g/par.) del segundo corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	55
Cuadro 17. Comparación de medias para rendimiento de materia seca (g/par.) del primer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	57
Cuadro 18. Comparación de medias para rendimiento de materia seca (g/par.) del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	57
Cuadro 19. Comparación de medias para rendimiento de materia seca (g/par.) del segundo corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	58
Cuadro 20. Comparación de medias para los componentes nutricionales evaluados por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	61
Cuadro 21. Comparación de medias (datos transformados) para la variable contenido de cenizas por efecto de la condición de cultivo.....	62
Cuadro 22. Comparación de medias (datos transformados) para la variable contenido de grasa por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Efecto de la densidad de población y época de corte sobre la longitud de tallos del huizachillo.....	35
Figura 2. Efecto de la densidad de población y época de corte sobre la cantidad de vainas del huizachillo.....	37
Figura 3. Efecto de la densidad de población con la época de corte sobre el rendimiento de materia verde del huizachillo.....	39
Figura 4. Efecto de la densidad de población con la época de corte sobre el rendimiento de materia seca del huizachillo.....	42
Figura 5. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre la longitud de tallos.....	48
Figura 6. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre la variable vainas por planta.....	51
Figura 7. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre el rendimiento de materia verde.....	56
Figura 8. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre el rendimiento de materia seca.....	60

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro	Página
Cuadro 1A. Análisis de varianza para longitud de tallos (cm) por efecto de la época de corte y densidad de población.....	87
Cuadro 2A. Análisis de varianza para número de vainas por planta por efecto de la época de corte y densidad de población.....	87
Cuadro 3A. Análisis de varianza para rendimiento de materia verde (g/par.) por efecto de la época de corte y densidad de población.....	87
Cuadro 4A. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca (g/par.) por efecto de la época de corte y densidad de siembra de huizachillo.....	87
Cuadro 5A. Análisis de varianza para componentes nutricionales por efecto de la densidad de población.....	88
Cuadro 6A. Análisis de correlación entre componentes nutricionales y agrobiológicos evaluados en el primer corte.....	89
Cuadro 7A. Análisis de varianza para longitud de tallos (cm) por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo en tres épocas de corte.....	90
Cuadro 8A. Comparación de medias para longitud de tallos (cm) del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo....	90
Cuadro 9A. Análisis de varianza para la producción de vainas por planta por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en tres épocas de corte.....	91

Cuadro 10A. Comparación de medias para la variable vainas por planta del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	91
Cuadro 11A. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde (g/par.) por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en tres épocas de corte.....	92
Cuadro 12A. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca (g/par.) por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en tres épocas de corte.....	93
Cuadro 13. Análisis de varianza para componentes nutricionales por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.....	94
Cuadro 14. Análisis de correlación entre componentes nutricionales y agrobiológicos evaluados en el segundo corte.....	95

RESUMEN

El objetivo general de esta investigación consistió en generar información sobre el comportamiento del huizachillo bajo condiciones de cultivo que permita tomar decisiones para su manejo y explotación bajo las condiciones ambientales de la región. Para lograr dicho objetivo se diseñaron y establecieron dos experimentos, ambos con el propósito particular de estimar la producción de biomasa del huizachillo mediante un sistema de cortes periódicos. En el primer experimento se evaluaron cuatro densidades poblacionales bajo condiciones de temporal (después del primer corte). En el segundo se evaluaron dos condiciones de humedad en el suelo (riego y temporal) y dos condiciones de cultivo del huizachillo (en unicultivo y mezclado con gramíneas). Así mismo, en ambos ensayos se hicieron algunos análisis químicos del forraje cosechado en el tercer corte, con el fin de determinar si la densidad de siembra, la disponibilidad de humedad o la condición de cultivo afectan en forma significativa la calidad nutricional del huizachillo. Las hipótesis experimentales fueron: 1. La disponibilidad de humedad, el efecto de competencia y la densidad de población afectan la producción y calidad nutritiva del forraje. 2. El huizachillo presenta características que le permitirán ser sometido a cultivo.

Los resultados mostraron que la interacción entre densidades y época de corte fue significativa para todas las variables agrobiológicas estudiadas (rendimiento de materia verde y de materia seca, longitud de tallos y producción de vainas). La respuesta de las plantas por efecto de la densidad de siembra fue diferente dependiendo del ambiente que se presentó antes de cada corte. La disponibilidad de humedad interactuó en forma significativa con la condición de cultivo, observándose en cada corte una respuesta favorable de todas las variables

agrobiológicas evaluadas bajo condiciones de riego, efecto que fue más evidente cuando el huizachillo se mantuvo bajo condiciones de unicultivo. El contenido porcentual de las variables nutricionales evaluadas (proteína cruda, fibra cruda, cenizas y grasa), así como el contenido de calcio y fósforo fueron poco afectados por los tratamientos impuestos, ya que únicamente el contenido porcentual de fibra cruda y grasa mostraron diferencias significativas por efecto de la densidad de siembra, mientras que el contenido de cenizas y grasa fue afectado por la condición de cultivo, pero no así por la disponibilidad de humedad.

Se encontraron correlaciones significativas entre componentes biológicos y variables nutricionales. En el primer experimento la fibra cruda, la grasa y el contenido de fósforo correlacionaron positivamente con el rendimiento de materia verde, de materia seca y longitud de tallos. El contenido de cenizas correlacionó negativamente con el rendimiento de materia seca, de materia verde, longitud de tallos y vainas por planta en el segundo experimento.

De los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que los factores en estudio como densidad de siembra, disponibilidad de humedad y condición de cultivo afectaron en forma significativa las variables agrobiológicas estudiadas; sin embargo, los componentes nutricionales del forraje fueron poco afectados. Con lo anterior se puede decir que el huizachillo puede ser sometido a cultivo.

SUMMARY

The objective of this study was to obtain information about the response of wild "huizachillo", *Desmanthus virgatus* (L.) var. *depressus* (Willd.) in cultivation that permit us make decisions in regarding its handling and production under the environmental conditions of the Marín, Nuevo León, México. In this study two experiments were carried out to estimate the yield of the biomass when subjected to periodical cuts. In the first experiment four plant densities were evaluated without irrigation (after first cutting). In the second other factors were evaluated such as soil humidity, irrigation and no-irrigation, as well as cultivation conditions (unicrop and combined with grass). Moreover, the forage obtained from one cutting was analyzed for crude protein, ether extract, crude fiber, ash, Ca and P in order to know if the plant density, soil water availability and cultivation conditions had a significant effect on forage nutritional quality. The hypotheses tested were: 1. The humidity availability, competition and plant density affect the production and nutritional quality of huizachillo forage 2. Huizachillo possesses good agronomic characteristics for farming.

The results of this study showed that interaction between plant density and cut time was significant for all variables studied (yield green matter, yield dry matter, stem length and number of pods). The response of plant density was different due to the environmental conditions that prevailed before cutting. The interaction of humidity availability and cultivation conditions was positive. A favorable response was observed of all agrobiological variables evaluated under irrigation conditions; such effect was more evident when the "huizachillo" was kept under unicrop conditions for every cut.

The percentage contents of the nutritional variables evaluated (crude protein, crude fiber, ether extract, ash, Ca and P) were slightly affected in the treatments that were studied; only the percentage content of crude fiber and ether extract showed significant differences due to the plant density. On the other hand, the ash and ether extract contents were affected by the cultivation conditions but not by the humidity availability.

There were significant correlations between biological components and nutritional variables. In the first experiment, the crude fiber, ether extract and P content had positive correlations with the yield of green matter, dried matter and stem length. Ash content had a negative correlation with the yield of dried matter, green matter, stem length and number of pods in the second experiment.

From the results of these experiments, it can be concluded that the factors such as plant density, humidity availability and cultivation conditions affected significantly the agrobiological variables analyzed. The ash and crude fiber contents were only slightly affected. Thus huizachillo could be cultivated as an alternative forage crop in this region.

I. INTRODUCCION

Las condiciones ecológicas determinantes de las zonas áridas y semiáridas localizadas al norte de la República Mexicana limitan considerablemente las actividades agrícolas y ganaderas, ya que las altas oscilaciones térmicas así como las escasas y erráticas lluvias afectan el desarrollo de los cultivos para consumo humano o forrajero, de tal manera que los rendimientos son comúnmente pobres o nulos. Bajo tales condiciones críticas y como una alternativa, la población rural de estas zonas recurre al uso de plantas que en forma espontánea se encuentran establecidas en el territorio desértico y semidesértico.

En estas zonas la ganadería está basada principalmente en la explotación de ganado vacuno, caprino y ovino, para la cual la presencia de algunas especies forrajeras silvestres como lo son Atriplex canescens, Opuntia rastrera, Acacia spp., Desmanthus virgatus y otras reviste primordial importancia, puesto que el mantenimiento de tal ganadería depende en gran parte de la utilización de tales especies.

Dentro de este contexto, las plantas nativas con valor nutritivo para la alimentación humana y/o de animales explotados por el hombre han cobrado gran importancia en años recientes, ya que la solución al déficit de alimentos en estas zonas semiáridas no se conseguirá únicamente con la incorporación al cultivo de especies foráneas con capacidad para tolerar condiciones adversas (Cantú, 1989), sino más bien, será necesario buscar alternativas de producción, como la inclusión de especies nativas a los procesos productivos particulares de estas regiones con el

objetivo de contribuir a incrementar la producción de alimentos, obviamente a través de un uso y manejo racional de los recursos naturales.

De esta manera se vuelve de vital importancia el conocer cuales son las especies nativas con potencial alimenticio que presenten posibilidades de ser explotadas en forma intensiva en estas zonas áridas y semiáridas del noreste de México, tal es el caso del huizachillo (Desmanthus virgatus (L.) var. depressus Willd.), especie leguminosa que crece en forma silvestre en estas áreas y cuya alta cantidad de proteínas que posee, tanto en su follaje como en sus semillas, la distingue como un excelente forraje para el ganado vacuno, caprino y otros (Benavides, 1989; Quintanilla, 1989).

El huizachillo es una planta altamente resistente a la sequía que se desarrolla en suelos arcillosos y que posee una rápida recuperación al corte. En Hawaii se observó que la planta después de un corte llegó a producir hasta 50 tallos por planta (Hoc, 1979; Skerman, et al., 1991). Aunado a lo anterior, el huizachillo tiene la ventaja de proteger al suelo contra la erosión y mejorar la fertilidad de los suelos en los que se encuentra creciendo debido a la gran ventaja de asociarse con bacterias nitrificantes (Villarreal, 1989).

Prácticamente poco se ha estudiado acerca del potencial del huizachillo como planta cultivada, con excepción de algunos trabajos realizados por la Universidad Autónoma de Nuevo León y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. De estas investigaciones se puede deducir que esta especie tiene la habilidad de producir forraje de excelente calidad nutricional a pesar de las condiciones desfavorables de la región; sin embargo es necesario continuar

realizando investigaciones para conocer más acerca de los factores que influyen en la producción y calidad nutricional de esta especie.

En este trabajo se pretende alcanzar los objetivos siguientes:

Objetivo general:

Generar información sobre el comportamiento del huizachillo bajo condiciones de cultivo, que permita tomar decisiones para su manejo y explotación bajo las condiciones ambientales de la región.

Objetivos particulares:

1. Estimar la producción y composición química de forraje de huizachillo en cuatro densidades poblacionales y bajo un sistema de cortes periódicos.
2. Evaluar el efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre la producción y composición química de forraje.

Las hipótesis de la investigación son las siguientes:

1. La densidad de población, la disponibilidad de humedad y la condición de cultivo del huizachillo afectan la producción y composición química del forraje.
2. El huizachillo presenta características que le permitirán ser sometido a cultivo.

II. LITERATURA REVISADA

2.1. Importancia relativa de las especies forrajeras.

Las principales especies forrajeras se encuentran fundamentalmente en dos familias botánicas: las gramíneas y las leguminosas.

Las gramíneas están agrupadas en unos 600 géneros con casi 10000 especies, tienen una área geográfica más extensa que cualquier otra familia comparada de plantas. Esta familia comprende el 75% aproximadamente de plantas forrajeras cultivables (Gillet, 1989).

Las leguminosas integran otra enorme familia de plantas que cuenta con 650 géneros y con cerca de 15000 a 18000 especies, entre árboles, enredaderas y hierbas, de las cuales en América se encuentran unas 4000 (MacVaugh, 1987).

Después de las gramíneas, la segunda fuente de alimento para el hombre y sus animales domésticos son las leguminosas. Algunas especies presentan la ventaja de contener altos niveles de proteínas de buena calidad y de aceite comestible. Son la fuente más rica de calcio de todos los forrajes conocidos y, aunque no tan ricas en fósforo, en forma de heno representan una fuente rica de vitaminas A y D (Cubero y Moreno, 1983).

En función de sus características nutritivas y de su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, debido a la naturaleza de la simbiosis Rhizobium-

leguminosas, este grupo de plantas ha adquirido una importancia relevante a nivel mundial en los últimos años (Isely, 1982).

2.2. Composición y valor nutricional de los forrajes.

2.2.1. Principales compuestos contenidos en los forrajes.

Los forrajes se producen principalmente para la alimentación del ganado, por lo que es importante conocer los factores que afectan su valor nutricional. Desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas, el valor nutricional del forraje depende principalmente de su contenido de nutrimentos solubles (proteínas, carbohidratos y minerales), así como del grado de disponibilidad de estos nutrimentos (Hughes, et al., 1978).

Algunos libros de texto sobre nutrición animal como el de Hans (1970) y el de Church y Pond (1990) señalan que la composición química de un forraje está determinada por los compuestos siguientes.

Carbohidratos: En el análisis químico de los forrajes, los carbohidratos (CHO) se dividen en dos clases principales, la fibra bruta (FB) y el extracto libre de nitrógeno (ELN). La fibra bruta contiene los carbohidratos estructurales relativamente insolubles como la celulosa, de la que solo puede ser digestible del 35 al 75%. Los ELN comprenden las partes solubles de los CHO's (almidones y azúcares).

Proteínas: De un 85 a un 90% del contenido de nitrógeno de la proteína de los forrajes procede del suelo. El equilibrio de los aminoácidos en las proteínas de los forrajes es satisfactorio. Cuando se analizan químicamente, los forrajes pueden contener de un tres a un 25% de proteína cruda.

Celulosa bruta y lignina: El proceso de maduración afecta el valor nutrimental de los forrajes de un modo más significativo que cualquier otro factor. Los cultivos forrajeros en crecimiento activo, aún no maduro tienen valor nutrimental alto. Durante la maduración se acumulan concentraciones crecientes de fibra lignificada en la armadura estructural de la planta. La maduración final, después del alargamiento del tallo y de la floración, va acompañada de una mayor lignificación de celulosa y de menores valores de proteína y de carbohidratos digeribles.

Vitaminas: Los forrajes contienen vitaminas, hormonas y enzimas que son esenciales tanto para un buen desarrollo de las plantas como para el de los animales; de estos componentes, los más importantes desde el punto de vista de la nutrición animal son las vitaminas, las cuales son rara vez limitantes en los forrajes que consume el animal.

Elementos tóxicos: Estos también son importantes pues un forraje puede tener la tendencia a acumular algunos elementos como Se, Mo o Mn en cantidades tóxicas. También acumulan nitratos, oxalatos en períodos de baja humedad en el suelo y con altas temperaturas.

Minerales: La fertilidad de los suelos afecta el contenido de los elementos minerales y el desarrollo de las plantas y por lo tanto, al vigor de los animales que consumen

los forrajes. En general los forrajes producidos bajo condiciones adecuadas de fertilización contienen una cantidad suficiente de minerales para satisfacer las necesidades del ganado.

2.2.2. Importancia de los minerales en el organismo animal.

Es común observar que el ganado se deteriora a pesar de tener una abundancia de alimento. Esto, entre otros factores, probablemente se deba a que existen desbalances de minerales (deficiencia o exceso) en suelos y forrajes, lo que puede provocar problemas de baja producción y problemas reproductivos entre los rumiantes en pastoreo; las deficiencias de minerales pueden provocar extenuación, pérdida de pelo, desórdenes de la piel, abortos no infecciosos, diarrea, anemia, pérdida de apetito, anormalidades óseas, baja fertilidad y pérdida de peso, entre otros signos clínicos (Underwood, 1977).

A continuación se describen dos de los 26 elementos más importantes en la producción animal de acuerdo a su función, requerimiento y deficiencia.

2.2.2.1. Calcio y fósforo.

El calcio (Ca) y fósforo (P) representan más del 70% del total de minerales del cuerpo. El 99% del Ca y el 80% del P del cuerpo se encuentra en los huesos y dientes. Aproximadamente el 1% del Ca del cuerpo se encuentra en los tejidos blandos y mayormente en el plasma sanguíneo. El Ca es esencial en la formación del

esqueleto, la coagulación sanguínea normal, la acción rítmica del corazón, en la actividad enzimática y la permeabilidad de las membranas (Underwood, 1977).

Aproximadamente el 20% del P se encuentra entre los tejidos blandos, concentrado principalmente en los glóbulos rojos y en los tejidos musculares y nerviosos, también actúa en la formación de los huesos del cuerpo, así como para el funcionamiento adecuado de los microorganismos del rumen (especialmente los digestores de la celulosa), para regular el pH sanguíneo y otros fluidos, además actúa en el metabolismo de proteínas (Recheigl, 1978, citado por Solano, 1994).

El aporte adecuado de Ca y P depende no solo de la cantidad suministrada, sino también de la forma química en la que el mineral ocurre en la dieta y del estado de la vitamina D del animal. La relación dietética de Ca:P, tanto para crecimiento como para la formación ósea se presume entre 1:1 y 2:1, aunque los rumiantes pueden tolerar un rango más amplio, especialmente cuando la concentración de vitamina D es alta (Mc Dowell, *et al.*, 1993). Los signos clínicos de una deficiencia de Ca no son distinguidos fácilmente de otras deficiencias: Un consumo inadecuado de Ca puede causar debilidad de los huesos, reducción del crecimiento y baja producción de leche (Church y Pond, 1990).

Los signos de deficiencia de P no son reconocidos, excepto en casos severos, por la presencia de huesos frágiles, debilidad general, pérdida de peso, disminución en la producción de leche, la reproducción es subnormal, ya que en casos extremos de deficiencia de P puede pasar de dos a tres años sin producir un becerro o entrar en estro (Church y Pond, 1990). Las deficiencias de Ca y P pueden ser prevenidas suplementando directamente al animal ya sea en la dieta por medio de suplementos

minerales o en el agua, y también indirectamente incrementando la concentración de estos elementos en las plantas del agostadero con el tratamiento apropiado de fertilizante para el suelo (Mc Dowell, *et al.*, 1993).

Underwood (1977) señala que normalmente las plantas forrajeras contienen de 0.18 a 0.35% de P y de 0.18 a 0.48% de Ca en la materia seca.

2.3. Factores que afectan la calidad de los forrajes.

Stallcup, *et al.* (1964) y Church y Pond (1990) señalan que la calidad nutricional de las plantas forrajeras depende de cuatro factores básicos interdependientes: a) género, especie o variedad, b) tipo de suelo en el que crecen los vegetales, c) condiciones climáticas o estacionales durante el crecimiento y d) fase de maduración de los vegetales y parte de la planta. Además, indican que la influencia real de estos factores en la composición química de los tejidos vegetales varía con los distintos tratamientos impuestos por el hombre en su esfuerzo para aumentar los rendimientos de las cosechas. Tales tratamientos incluyen el uso de fertilizantes, las enmiendas del suelo y el agua para riego.

Al respecto, Robles (1978) y (Cantú, 1989) reportan que el valor nutrimental de un forraje puede ser influenciado indirectamente por la parte de la planta, el suelo y las plagas y así mismo puede ser influenciado indirectamente por la capacidad de cohabitación del forraje gramínea con una leguminosa, al mismo tiempo que se previene la invasión de malezas indeseables.

Respecto a la parte de la planta como potencial alimenticio de un forraje, Motta (1952) menciona que los forrajes de mayor calidad nutritiva son los que

presentan una proporción máxima de hojas en relación a los tallos y en cuanto al estado de maduración, este autor señala que a medida que crece el forraje, desde su establecimiento hasta la madurez, el contenido de proteína va disminuyendo y el de celulosa bruta aumentando. Esto determina una reducción gradual del valor nutritivo, disminuyendo la digestibilidad de estos componentes. Por lo que es de mucha importancia realizar la recolección en la fase adecuada de maduración del forraje.

Uno de los factores ambientales de más importancia que influyen en la producción y calidad nutricional forrajera es el agua. Durante períodos largos de sequía aumenta el contenido de CHO's, celulosa y lignina del forraje, mientras que disminuye el contenido de proteína (Stallcup, *et al.*, 1964).

Investigaciones en cultivos forrajeros reconocen que factores como: la irrigación, la fertilización y la densidad de siembra influyen en el rendimiento y calidad nutricional de los forrajes. Así por ejemplo, López (1991) al evaluar el efecto de la densidad de población, la fertilización y la irrigación sobre el comportamiento nutricional del mijo perla como forraje, encontró que al incrementar la densidad de plantas el contenido de cenizas aumentaba, pero el contenido de proteína cruda y calcio disminuía. Con la irrigación los contenidos de cenizas, fibra cruda y calcio se incrementaron, mientras que la proteína cruda y el contenido de fósforo disminuyeron. Por otro lado, la aplicación de nitrógeno al cultivo incrementó el contenido de cenizas, proteína cruda y calcio.

2.4. Características de la familia Leguminosae (Fabaceae).

Hierbas, arbustos o árboles, hojas generalmente alternas, compuestas (pinnadas, trifoliadas o simples), flores bisexuales (raramente unisexuales), comúnmente zigomórficas (actinomórficas en las Mimosoideas); flores raramente solitarias, usualmente en panículas axilares o terminales, racimos, espigas, cabezuelas o glomérulos; cáliz gamosépalo 5-lobulado, corola típicamente de cinco pétalos (raramente reducida a un solo pétalo); estambres generalmente 10 (en ocasiones numerosos en Mimosoideas) monadelfos o diadelfos, en las flores de algunos géneros éstos se modifican en estaminodios; anteras de dos celdas dehiscentes por suturas longitudinales, algunas veces con una glándula apical; pistilo 1, el ovario súpero, unilocular, unicarpelar, la placentación es parietal a lo largo de la sutura ventral; óvulos 1-numerosos en dos hileras alternas en una placenta común; estilo y estigma 1, fruto usualmente lomento o legumbre, generalmente de consistencia seca, indehiscente o rompiéndose en unidades unisemilladas o más comúnmente abriéndose a lo largo de las suturas, semillas 1- numerosas con dos tegumentos esencialmente sin o con escaso endospermo. Esta familia Leguminosae se divide en tres subfamilias, Mimosoideae, Caesalpinioideae y Papilionoideae con base en la disposición de los pétalos en la flor y de la simetría de ésta (zigomórfica o actinomórfica) (MacVaugh, 1987).

2.4.1. Subfamilia Mimosoideae.

Arboles, arbustos, lianas o hierbas, frecuentemente armadas con espinas o con espinas estipulares, hojas alternas, generalmente bipinnadas, persistentes o deciduas; nectarios presentes en la mayoría de los géneros en el pecíolo y/o en el raquis las pinnas; folíolos frecuentemente pequeños y numerosos. Inflorescencia terminal o axilar en espigas pedunculadas, racimos panículas o cabezuelas; flores generalmente

pequeñas, regulares, usualmente 5-meras, perfectas, sésiles o pediceladas; sépalos valvados o raramente imbricados en botón; lóbulos largos o cortos, estambres cuatro a 10 (usualmente tantos como el doble de los lóbulos de la corola) o numerosos, anteras pequeñas algunas veces provistas de una glándula apical; fruto variado aunque generalmente una legumbre carnosa o seca dehiscente, recta o enroscada; semillas plano-comprimidas, orientadas en forma transversal, oblicua o longitudinalmente. La subfamilia contiene aproximadamente de 55 a 60 géneros distribuidos en regiones tropicales, subtropicales y cálido templadas del mundo (MacVaugh, 1987).

2.4.2. Género Desmanthus Willd.

Hierbas o subarbustos, sin espinas; hojas bipinnadas, las ojuelas pequeñas, angostas; pecíolos (algunas veces también en el raquis) usualmente cubierto con una glándula (nectarífera); estípulas, la mayoría setiformes, algunas veces dilatado-auriculadas en la base; flores rosas o blancas, 5-meras, la mayoría en pequeñas cabezuelas orbiculares, en pedúnculos axilares solitarios o pariados, sésiles perfectas las más bajas de la cabezuela algunas veces apétalas, usualmente con filamentos coroloideos y ensanchados sin anteras o algunas con anteras imperfectas; cáliz campanulado, dientes cortos; pétalos separados o coherentes a la base; estambres (10 en las de México) cinco, separados, exserto; anteras deficientes de una glándula terminal; ovario subsécil, glabro o puerulento, de muchos óvulos, el estilo delgado, dilatado a la base, el estigma cóncavo, truncado; fruto lineal oblongo, recto o falcado, aplanado, dos valvas membranosas o coráceas; semillas comprimidas, transversalmente a casi longitudinalmente orientadas. Género con aproximadamente

30 especies. Todas habitan en regiones tropicales y templadas de América y unas pocas son pantropicales (MacVaugh, 1987).

2.5. Desmanthus virgatus (L.) var. depressus (Willd.).

De acuerdo con Cronquist (1978) la clasificación taxonómica del huizachillo es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Magnoliofitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Mimosoidea
Género	<u>Desmanthus</u>
Especie	<u>virgatus</u>
Variedad	<u>depressus</u>

Los nombres comunes con los que se le conoce son: huizachillo (Nuevo León) cosawi (Sonora) y mezquitillo (Tamaulipas).

Es una planta herbácea, perenne, sin espinas, tallos usualmente muchos y desparramados, decumbentes o ascendentes, glabros, hojas con tres a cinco pares de pinnas; glándula de 0.5 a 0.6 mm presente en el par de pinnas inferior; folíolos 10 a 14 pares de pinnas; pedúnculos de 2.5 a 5.6 cm de longitud; estambres 10; el fruto es

una legumbre linear, de 3 a 6 cm de longitud; semillas dispuestas oblicuamente en la vaina (Turner, 1950, citado por Estrada, 1987). Es considerada una planta altamente resistente a la sequía, cualidad que se le atribuye a que desarrolla una raíz profunda, así como a la orientación de sus hojas en ángulos que impiden una evapotranspiración excesiva (Benavides, 1989; Villarreal, 1989).

2.5.1. Origen y distribución.

El huizachillo es una especie considerada nativa de trópicos y subtropicos del Nuevo Mundo con una distribución desde Florida en los Estados Unidos de América hasta Argentina en Sudamérica. En el sur de Estados Unidos de América y norte de México se le encuentra en forma silvestre como parte importante de la composición herbácea de una vegetación del matorral subespinoso. Los suelos en los que se encuentra esta especie van desde arcillosos hasta ligeramente arenosos, pero preferentemente en suelos con pH ligeramente alcalinos (Skerman, *et al.*, 1991).

En México se encuentra distribuido en las regiones costeras del este, desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán (Turner, 1950, citado por Estrada, 1987). Sin embargo, a través de una revisión de ejemplares herborizados y depositados en diferentes herbarios del país, se determinó que el huizachillo tiene un margen de distribución muy amplio que ocupa prácticamente la mayoría del territorio nacional (Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Querétaro, Michoacán, Estado de México, Guerrero, Tabasco, Chiapas, Yucatán y Nuevo León) (Bendeck, 1983).

En el Estado de Nuevo León se puede encontrar a esta especie silvestre a partir de los 25° 10' de latitud norte hasta los límites del Estado con el Río Bravo, es decir, a partir de los Municipios de Montemorelos y de Rayones hacia el norte, comúnmente en suelos secos, pobres y arcillosos con pH alcalino (Moya, 1982; Bendeck, 1983).

Villarreal (1989), al hacer un estudio agroecológico en el Municipio de Dr. Coss, Estado de Nuevo León, encontró que el tipo de vegetación con el que el huizachillo se encuentra formando parte es un matorral subespinoso y además creciendo en suelos con variaciones en cuanto al pH de 7.2 a 8.4, con una textura que va desde arcillo arenosa hasta arcillosa.

En Marín, Nuevo León se encontró esta especie en un matorral mediano espinoso y en bosque caducifolio espinoso de Prosopis, así como en áreas de disturbio y áreas destinadas a pasturas para el ganado vacuno, alternando con zacate buffel Cenchrus ciliaris (Bendeck, 1983).

2.5.2. Importancia del huizachillo como recurso forrajero.

Bailey (1976) realizó un estudio sobre las plantas útiles como forraje para el ganado caprino en los Municipios de Bustamante, Villaldama y Lampazos de Naranjo, Nuevo León, encontrando que el huizachillo Desmanthus virgatus var. depressus es una planta muy apetecible por el ganado, tanto vacuno como caprino.

Estudios posteriores realizados en las zonas bajas de Nuevo León consideran al huizachillo como una planta altamente consumida por el ganado vacuno y caprino (Legorreta, 1988), así como por el venado cola blanca (Quintanilla, 1989).

En un sistema de pastoreo controlado localizado en la región norte de Tamaulipas, se observó la presencia de huizachillo en praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) y se notó un mejoramiento de la calidad nutricional del pastizal, observándose además que la leguminosa era consumida por bovinos, caprinos y otras especies silvestres (Benavides, 1989).

Otras especies del género *Desmanthus* son consideradas en algunas regiones como plantas silvestres de gran importancia forrajera. Entre dichas especies se menciona que *Desmanthus illinoensis* es considerada la leguminosa nativa forrajera más importante en algunas regiones de los Estados Unidos de América, por lo que actualmente se están desarrollando investigaciones para su domesticación (Kulakow, et al., 1990).

2.6. Factores que afectan el desarrollo y producción del huizachillo como planta forrajera.

Su cualidad como planta forrajera despertó el interés de algunos investigadores que iniciaron estudios tendientes a evaluar la dinámica de crecimiento del huizachillo con el objetivo de estimar la producción de forraje. Así, por ejemplo, Villarreal (1989) midió la respuesta de la planta al corte obteniendo una rebrotación de 6 cm en un período de 35 días en condiciones naturales, concluyendo que el huizachillo resultó ser una planta con excelentes características para su explotación,

sugiriendo que puede cortarse cuatro veces al año, además de que los constantes cortes promueven el surgimiento de nuevos tallos, los cuales salen de la corona de la raíz, llegando a producir hasta 50 tallos por planta (Hoc,1979; Skerman, et al., 1991).

Bendeck (1983) al hacer observaciones sobre el crecimiento y desarrollo del huizachillo en maceta y bajo condiciones de invernadero, reportó que el desarrollo a los 30 días es de un solo tallo que puede medir hasta 10 cm, en los 30 días siguientes empieza a ramificarse y a volverse decumbente, con dos pares de hojas. Al llegar a los 90 días después de la siembra el huizachillo presentó de cinco a siete tallos de una longitud de hasta 12 cm.

Martínez (1991) estudió la dinámica de crecimiento del huizachillo incluyendo la producción de materia seca de los órganos de la planta, concluyendo que ésta fue capaz de producir materia seca aún bajo condiciones adversas de escasa precipitación y de baja temperatura que se presentaron durante el estudio.

Poca información se tiene acerca de la densidad óptima de plantas para lograr una buena producción de forraje. Sin embargo, Villarreal (1989) encontró hasta 70 plantas en forma silvestre por m² con una producción de materia verde de 190.11 g y 106.2 g de materia seca bajo condiciones de escasa precipitación (20 mm).

Recientemente y bajo condiciones de riego Puente (1992) al estudiar el efecto de la densidad de siembra de huizachillo (1, 2, 3, 4 y 5 kg de semilla por hectárea) asociado con zacate tifton cruza 2 no encontró diferencia significativa en el rendimiento de materia verde y materia seca de huizachillo; sin embargo, los

máximos rendimientos se obtuvieron con 4 kg de semilla por ha (5.5 ton/ha de materia verde y 3.3 ton/ha de materia seca).

Experimentos tan detallados acerca de las implicaciones de la densidad de plantas, de la irrigación y de la fertilización, etc., sobre el comportamiento nutricional del huizachillo no han sido reportados.

2.7. Valor nutricional del huizachillo.

Bailey (1976), al realizar un estudio sobre las plantas utilizadas como forraje por el ganado caprino en los Municipios de Bustamante, Villaldama y Lampazos de Naranjo, Nuevo León, determinó entre otras cosas la composición química del huizachillo, encontrando los siguientes valores: 24.8 % de proteína cruda, 19.45 % de fibra cruda y 0.145 % de carbohidratos.

Posteriormente, Bendeck (1983) llevó a cabo determinaciones bromatológicas en diferentes órganos de la planta de huizachillo, encontrando que en tallos y hojas posee 15 % de proteína, 23.73% de fibra cruda, 1.68 % de extracto etéreo y 6.4% de cenizas; sin embargo, en semillas reportó valores hasta de 23% de proteína.

Neira (1993), al estudiar la composición química en las diferentes estaciones del año de 15 arbustos nativos del noreste de México, encontró en el huizachillo contenidos de proteína cruda y cenizas, respectivamente, como a continuación se consignan: 18.4 % y 17.0 % en el verano, 21.0 % y 9.2 % en el otoño, 26.7 % y 15.2 % en invierno y en primavera 8.0 % y 12.0 %.

Recientemente Solano (1994), al estudiar la dinámica estacional del contenido de minerales en el forraje de 15 plantas nativas de Nuevo León, colectadas en las cuatro estaciones del año en los municipios de Ciénega de Flores y Marín, Nuevo León, encontró para el huizachillo contenidos de calcio y fósforo, respectivamente, como a continuación se consignan: 16.4 g/kg y 0.3 g/kg en el verano, 11.8 g/kg y 0.6 g/kg en el otoño, 14.0 g/kg y 1.4 g/kg en el invierno y 7.9 g/kg y 1.3 g/kg en primavera.

2.7.1. El huizachillo comparado con otros forrajes.

El valor nutricional del huizachillo se ha comparado con otras plantas forrajeras. Así por ejemplo Kharat, et al. (1980) citados por Villarreal (1989) determinaron el valor nutritivo del huizachillo y al compararlo con el de Leucaena y el de alfalfa obtuvieron los resultados porcentuales que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación bromatológica entre huizachillo, Leucaena y alfalfa.

	Huizachillo	<u>Leucaena</u>	Alfalfa
Materia orgánica (%)	93.05	93.79	92.07
Proteína cruda (%)	18.24	22.22	20.15
Celulosa (%)	21.17	16.77	20.10
Cenizas (%)	6.9	5.4	

De este estudio se concluyó que tanto el huizachillo como Leucaena no difieren mucho de la alfalfa en cuanto al porcentaje de proteína; sin embargo, debido

a que estas plantas pueden desarrollarse aún bajo condiciones de escasa humedad son ampliamente recomendadas para su uso forrajero en zonas semiáridas.

2.8. Plantas cultivadas y domesticadas.

De los elementos que la naturaleza ofrece al hombre, una gran cantidad de plantas silvestres representan un potencial como alimento, medicinas, colorantes, fibras, etc., y mientras el hombre les encuentra un uso y descubre la forma de hacerlas disponibles muchas de estas especies serán consideradas como malezas.

Harlan (1975) al recopilar definiciones hechas por diferentes autores respecto al significado del término maleza, remarca dos temas básicos para entender este concepto: 1) una maleza tiene ciertos atributos ecológicos característicos y 2) frecuentemente es indeseada a causa de estas características. Además señala que el comportamiento ecológico es lo que las distingue, y que si bien es cierto que las malezas son a menudo indeseadas, no es esta característica lo que las hace malezas.

Al respecto, Rzedowski (1981) señala que bajo esta denominación (maleza) se incluyen todas aquellas especies silvestres que se desarrollan en hábitats totalmente artificiales como campos de laboreo, huertas y jardines, así como en las cercanías de habitaciones humanas y de establecimientos industriales, orillas de caminos, terrenos baldíos, orillas de canales, etc. Según el mismo autor, desde el punto de vista ecológico las malezas pueden distinguirse en dos grandes grupos a mencionar: las plantas arvenses, o sea ligadas a los cultivos, y las ruderales propias de los poblados y de las vías de comunicación.

Sin embargo, sea cual sea su denominación estas plantas en un futuro pueden representar cultivos potenciales.

De acuerdo con Harlan (1975) el término cultivo es amplio y ambiguo, ya que muchas de las plantas que se cultivan actualmente no están totalmente domesticadas y la palabra cultivo cubre todo lo que es cosechado sin considerar su estatus de domesticación, entonces se debe hacer una distinción tan clara como sea posible entre domesticado y cultivado. El mismo Harlan (1975) indica que una planta domesticada es aquella que ha sido alterada genéticamente de su estado silvestre y ha llegado a estar en el mismo ámbito que el hombre; puesto que la domesticación es un proceso evolutivo, se encontrarán todos los grados de asociación animal o vegetal con el hombre y un rango de diferenciación morfológica que va desde las formas idénticas a las razas silvestres hasta las razas totalmente domesticadas. Una planta o animal totalmente domesticado es completamente dependiente del hombre para sobrevivir. Por lo tanto, la domesticación implica un cambio en la adaptación ecológica y está usualmente asociada a la diferenciación morfológica.

Según el mismo autor, cultivar significa efectuar aquellas actividades involucradas en el cuidado de una planta tales como: la labranza del suelo, preparar la cama de siembra, control de malezas, fertilización, irrigación, protección contra plagas y enfermedades, etc. De ahí que cultivar está más relacionado con actividades humanas, mientras que la domesticación trata con la respuesta genética de los animales o las plantas al ser cultivados, por eso es absolutamente posible cultivar plantas silvestres y las plantas cultivadas no estar necesariamente domesticadas.

Lo anterior coincide con lo señalado por Colunga (1984) (citado por Williams, 1985) quien menciona que ha sido un error generalizado el referirse a las plantas domesticadas como sinónimo de plantas cultivadas, siendo que el estatus de una y otra, desde el punto de vista evolutivo es muy diferente. Si bien todas las especies domesticadas se encuentran bajo cultivo, no todas las plantas cultivadas han sido domesticadas.

De acuerdo con Schwanitz (1966) citado por Cuevas (1989) aún hoy en día las plantas silvestres pueden ser por primera vez cultivadas por el hombre, y si las circunstancias lo permiten pueden ser convertidas en nuevas plantas domesticadas.

2.8.1. Características de las plantas cultivadas.

Hawkes (1983) señala ciertas tendencias evidentes en la domesticación que aunque no están desarrolladas en igual extensión en cualquier cultígeno, su presencia en especies no relacionadas revela claramente los resultados de presiones de selección similares; las características de mayor interés a este respecto son: competitividad reducida con otras especies, gigantismo, amplio rango de variabilidad morfológica, amplio rango de adaptación fisiológica, supresión natural de mecanismos de distribución, supresión de mecanismos de protección, reducción de la fertilidad de semillas en cultivos que se reproducen vegetativamente, cambios de hábito, germinación rápida y uniforme y por último mecanismos de endogamia.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del estudio y descripción del área.

Para cumplir con los objetivos de esta investigación se establecieron dos experimentos durante la primavera de 1995 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CAE-FAUANL), ubicado en Marín, N. L. Las coordenadas geográficas del lugar son 25° 23' latitud norte y 100° 03' longitud oeste, teniendo una altitud de 367 msnm. El lugar donde se efectuó el estudio pertenece a la provincia Llanura Costera del Golfo, Subprovincia Llanuras y Lomeríos Suaves.

La temperatura promedio de la región es de 21° C, con una media anual máxima de 28.4° C y una mínima de 16.6° C. La precipitación pluvial promedio anual es de 466 mm y una humedad relativa de 70%, según datos de la Estación Climatológica de la FAUANL.

El clima, según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973), está clasificado como BS₁ (h') hx' (e'). Donde BS₁ es seco o árido con un cociente P/T mayor de 22.9, siendo los menos secos de los mismos; (h') h que corresponde a cálido con una temperatura sobre 22° C; x' que significa que cuenta con lluvias repartidas durante el año; y (e') muy extremo.

En el Cuadro 2 se muestran las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo de los experimentos.

Cuadro 2. Condiciones climáticas que se presentaron de Marzo a Noviembre de 1995 durante el desarrollo del estudio.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.
Tmmá °C	27	34	35	34.5	37.83	34.06	33.6	30.8	26.4
Tmmí °C	13	16.5	22	23.4	24.12	23.29	21.4	16.7	11.8
Tmm °C	20	25	29	29	31	28.67	27.5	23.9	18.8
Omm °C	14	18	13	11	13.12	10.67	12.1	14.4	15.11
Temá °C	42	43	44	40	41	38	38	36	38
Temí °C	6	12	16	18	18	20	11	9	3
Hrpd %	44	43	67	67.1	62.46	74.28	69.56	64.06	72.23
Et (mm)	152.39	256.9	230.4	256.96	295.66	193.05	196.56	158.42	118.2
Epd (mm)	4.91	8.56	7.43	8.56	9.53	6.22	6.55	5.11	3.94
Ppt (mm)	22.90	3	80.0	73.1	31.1	185.2	33.3	28.4	11.2

Fuente: Estación Climatológica de la FAUANL.

Tmmá = Temperatura media máxima, Tmmí = Temperatura media mínima, Tmm = Temperatura media mensual, Omm = Oscilación media mensual, Temá = Temperatura extrema máxima, Temí = Temperatura extrema mínima, Hrpd = Humedad relativa promedio diario, Et = Evaporación total, Epd = Evaporación promedio diario, Ppt = Precipitación total.

En general, los suelos de la región son de color amarillento, de textura arcillosa, pobres en materia orgánica, con un pH medianamente alcalino de 7.9 y ligeramente salinos.

Las características específicas de los suelos del CAE-FAUANL, en donde se concujeron los dos experimentos se presentan en el Cuadro 3. De acuerdo con los datos que se reportan se puede decir que la condición alcalina del suelo favorece la deficiencia de nutrientes y las pérdidas por volatilización de nitrógeno.

Cuadro 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo en donde se condujo cada ensayo.

Primer experimento

Característica	Valor medio	Clasificación
pH	7.7	ligeramente alcalino
Conductividad eléctrica	7.5 mmhos/ cm	medianamente salino
Textura		arcillosa
Materia orgánica	2.4 %	medio
Nitrógeno total	0.1 ppm	pobre
Fósforo extractable	2.3.ppm	pobre
Potasio extractable	333 ppm	medianamente rico

Segundo experimento

Característica	Valor medio	Clasificación
pH	7.5	ligeramente alcalino
Conductividad eléctrica	1.3 mmhos/ cm	no salino
Textura		arcillosa
Materia orgánica	2.3 %	medio
Nitrógeno total	0.1 ppm	pobre
Fósforo extractable	2.1 ppm	pobre
Potasio extractable	342 ppm	medianamente rico

Los análisis requeridos para obtener estos datos se efectuaron en el Laboratorio de Suelos de la FAUANL.

3.2. Materiales.

Las semillas de huizachillo utilizadas fueron colectadas de plantas que se encuentran distribuidas en forma silvestre en el área circundante a las instalaciones de la Facultad de Agronomía en Marín, N. L.

Además se utilizaron las herramientas, materiales y equipo de uso común para la conducción de los experimentos y para la toma de los datos en el campo. Para cumplir el objetivo de determinar la composición química del forraje del huizachillo se emplearon equipo, materiales y reactivos de uso ordinario en el Laboratorio de Bromatología de la FAUANL.

3.3. Métodos.

3.3.1. Descripción de los experimentos.

3.3 1.1. Primer experimento.

Con el propósito de alcanzar el objetivo particular 1, que fue evaluar el efecto de cuatro densidades de población sobre la producción y composición química del forraje del huizachillo, se diseñó este experimento.

Las densidades de población que se evaluaron fueron: D1 = 25000, D2 = 37500, D3 = 56250 y D4 = 78125 plantas/ha. Estas densidades combinadas con los cuatro cortes constituyeron los tratamientos a evaluar, los cuales fueron distribuidos

en el campo bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4x4 (cuatro cortes y cuatro densidades de población) con tres repeticiones. Cada unidad experimental constó de tres surcos de 4m de longitud, separados a 0.8 m; la parcela útil fue el surco central con una área efectiva de 3.2 m².

3.3.1.1.1. Manejo del experimento.

Con el propósito de obtener un 100 % de germinación y asegurar las densidades de población deseadas, las semillas se escarificaron en forma manual y se pusieron a germinar en charolas dentro del Laboratorio de Fisiología Vegetal de la FAUANL. Mientras las semillas germinaban, se preparó el terreno y se aplicó el riego de siembra utilizando un sistema por cintas. Tres días después de que las semillas germinaron (30 de Marzo de 1995) se procedió a depositarlas en el lomo del surco suficientemente húmedo para asegurar un buen establecimiento de plántulas; sin embargo, no se logró un buen establecimiento, por lo que fue necesario resembrar usando nuevamente semillas germinadas.

Con el fin de asegurar un buen establecimiento de campo el experimento recibió tres riegos ligeros de auxilio antes del primer corte, uno inmediatamente después de la siembra, el segundo cinco días después y el último a los 15 días después de la siembra; a partir de este último no se aplicó ningún riego, por lo que las plantas durante los cuatro cortes prácticamente se abastecieron del agua que el suelo captó durante el temporal.

Los deshierbes se practicaron cada ocho días antes del primer corte, y después de éste, esta actividad se realizó cada 15 días aproximadamente.

El primer corte de forraje se realizó a los dos meses después de la siembra (2 de Junio), los tres cortes restantes se hicieron cada 32 días (4 de Julio, 6 de Agosto y 8 de Septiembre), independientemente de la etapa fenológica en que se encontraban las plantas de huizachillo.

3.3.1.2. Segundo experimento.

El segundo experimento se llevó a cabo para evaluar el efecto de la condición de cultivo del huizachillo (en unicultivo o creciendo mezclado con gramíneas) y de la disponibilidad de humedad (riego o temporal) sobre la producción y composición química del forraje (objetivo particular 2); se aprovechó una población de plantas que recientemente habían germinado en forma natural en un lote localizado en el CAE-FAUANL, que había sido preparado para establecer un cultivo de maíz y el cual nunca se sembró. La germinación fue favorecida por la primer precipitación que ocurrió el 1 de Mayo, ya que el establecimiento de las plántulas fue observado el 17 del mismo mes. La mayoría de las plántulas de huizachillo se encontraban en el interior de los surcos, presentando una altura de 2 a 3 cm con solamente una hoja verdadera poco desarrollada.

De tal forma que el tamaño del lote, la distribución y la cantidad de plantas por surco permitía hacer evaluaciones estadísticas al poder proponer tratamientos con repeticiones. Los tratamientos a evaluar fueron los siguientes.

T1 = huizachillo en unicultivo y bajo condiciones de riego.

T2 = huizachillo creciendo mezclado con gramíneas y bajo condiciones de riego.

T3 = huizachillo en unicultivo y bajo temporal.

T4 = huizachillo creciendo mezclado con gramíneas y bajo condiciones de temporal.

Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 2^2 (disponibilidad de humedad: riego o temporal; y condición de cultivo del huizachillo: en unicultivo o mezclado con gramíneas) con cinco repeticiones.

Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 4 m de longitud, separados a 0.9 m, de manera que los dos surcos centrales pero restando un metro a cada cabecera representaron a la parcela útil (3.6 m²). La población de plantas por surco de cada parcela útil fue de 25 individuos aproximadamente, dando una densidad poblacional de 69444 plantas/ha.

3.3.1.2.1. Manejo del experimento.

Antes de establecer los tratamientos en el campo, se observó que todo el lote se encontraba cubierto de malezas poco desarrolladas, por lo que fue necesario realizar un deshierbe en forma manual para dejar libre de malezas solamente a las unidades experimentales que correspondían a la condición de huizachillo en unicultivo; en el resto de las parcelas se eliminaron todas aquellas plantas que no eran gramíneas. Posteriormente esta práctica continuó realizándose cada 15 días, aproximadamente.

Solamente recibieron irrigación los tratamientos correspondientes a la condición de cultivo bajo riego. Antes del primer corte fue necesario regar en dos ocasiones; para el segundo corte no fue necesario regar, ya que el agua que captó el

suelo durante el temporal fue suficiente. Antes del tercer corte se regó dos veces (uno inmediatamente después del segundo corte y el otro 15 días después).

Se realizaron tres cortes (16 de Julio, 2 de Septiembre y 2 de Noviembre), sin tomar en cuenta la etapa fenológica en la que se encontraban las plantas al momento del corte.

3.3.2. Variables evaluadas.

En ambos experimentos y por cada corte se midieron en la parcela útil las siguientes variables agrobiológicas: longitud de tallos por planta, vainas por planta, rendimiento de materia verde (g/parcela), así como rendimiento de materia seca (g/parcela).

La longitud de tallos se midió con cinta métrica desde los 5 a 7 cm por encima del suelo, hasta la extensión máxima de los tallos más largos.

Para la variable vainas por planta solamente se cuantificaron aquellas vainas que se encontraban en la etapa de llenado de grano y/o madurez fisiológica.

Al momento del corte se registró el rendimiento de materia verde, es decir el peso fresco de las plantas, empleando una balanza granataria.

Después de registrar el peso fresco, las plantas se pusieron a deshidratar en una estufa durante 48 horas a 65° C, para posteriormente registrar el peso seco, o sea la variable rendimiento de materia seca.

Cabe señalar que en el primer experimento fueron consideradas todas las plantas de la parcela útil, mientras que para el segundo experimento estas mediciones se hicieron solamente en 10 plantas de cada parcela útil.

Del forraje obtenido en el tercer corte y en ambos experimentos se cuantificó la composición química con base en las determinaciones que se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Determinaciones para evaluar la composición química del forraje.

Tipo de análisis	Símbolo	Método
Proteína cruda (%)	P C	Kjeldahl (AOAC 1975)
Fibra cruda (%)	F C	Proximal (AOAC 1975)
Cenizas (%)	C	Proximal (AOAC 1975)
Grasa (%)	G	Proximal (AOAC 1975)
Calcio (g/kg)	Ca	(AOAC 1975)
Fósforo (g/kg)	P	(AOAC 1975)

Las muestras utilizadas para realizar los análisis de la composición química del forraje fueron tomadas de cada tratamiento y de cada repetición.

3.3.3. Análisis estadístico.

Con los datos obtenidos de las mediciones que se realizaron para cada una de las variables se practicaron análisis de varianza con la ayuda del paquete estadístico "Diseños Experimentales" desarrollado por el Dr. Emilio Olivares Sáenz, Maestro de

la FAUANL. Así mismo, se efectuó un análisis de correlación entre los componentes nutricionales del forraje y las variables agrobiológicas. Estas correlaciones se hicieron para cada experimento.

Para analizar estadísticamente las variables nutricionales expresadas en porcentaje se transformaron a ángulos Bliss (arco seno $\sqrt{\%$), empleando la tabla para la transformación a dichos valores presente en Steel y Torrie (1986) a fin de darles un comportamiento aproximado a la distribución normal.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los experimentos que se establecieron para cumplir con los objetivos de esta investigación se describen a continuación por experimento y por variable estudiada.

4.1. Primer experimento. Efecto de la densidad de población sobre la producción y calidad nutricional del forraje del huizachillo.

4.1.1. Longitud de tallos.

El análisis de varianza (ANVA) mostró que hubo diferencia significativa ($p < 0.01$) para esta variable por efecto de las densidades de población y por la época de corte, pero no para la interacción (Cuadro 1A). La comparación de las medias de los tratamientos por DMS (Diferencia Mínima Significativa) se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Comparación de medias para longitud de tallos (cm) por efecto de la densidad de población y época de corte.

Cortes	Densidad				Media
	1	2	3	4	
1	35.123	34.860	35.663	35.210	35.214 b
2	42.333	39.333	40.666	32.666	38.750 a
3	40.066	40.766	38.066	32.733	37.908 a
4	40.666	39.833	42.100	33.900	39.125 a
Media	39.547 a	38.698 a	39.124 a	33.627 b	37.749

En este Cuadro se observó un efecto negativo con la mayor densidad, ya que los tallos más largos se alcanzaron con las menores densidades (D1, D2 y D3), pero sin haber diferencias significativas entre éstas. Además se encontró que en la primera época de corte se obtuvieron los tallos de menor longitud (35.21 cm), mientras que los tallos de mayor longitud (pero sin existir diferencias significativas entre éstos) se encontraron en los tres cortes restantes (38.75, 37.91 y 39.12 cm, respectivamente) (Figura 1).

4.1.2. Vainas por planta.

El ANVA indicó que hubo diferencia significativa ($p < 0.01$) en la cantidad de vainas por efecto de la densidad de población y la época de corte. La interacción entre ambos factores fue también significativa (Cuadro 2A).

Mediante la comparación de medias (Cuadro 6) en el factor densidades se encontró que la mayor producción de vainas fue obtenida con las densidades 1, 2 y 3; al observar la interacción del factor densidades dentro de cada corte se notaron efectos iguales, siendo entonces la densidad 4 la que produjo la menor cantidad de vainas independientemente de la época de corte. Además, se observó que en el primer corte se obtuvo el rendimiento más bajo de vainas (67.76 vainas/pl.), siendo estadísticamente superiores los cortes 4, 2 y 3 en orden de mayor a menor, respectivamente; al comparar las medias del factor cortes dentro de cada densidad, se observó que la menor producción de vainas se obtuvo en las densidades 1, 2 y 3 en el primer corte, a excepción de la densidad 4 en el tercer corte que tuvo el menor valor en esta variable; también se encontró que la mayor cantidad de vainas se produjo en el cuarto corte, independientemente de la densidad (Figura 2).

Longitud de tallos (cm)

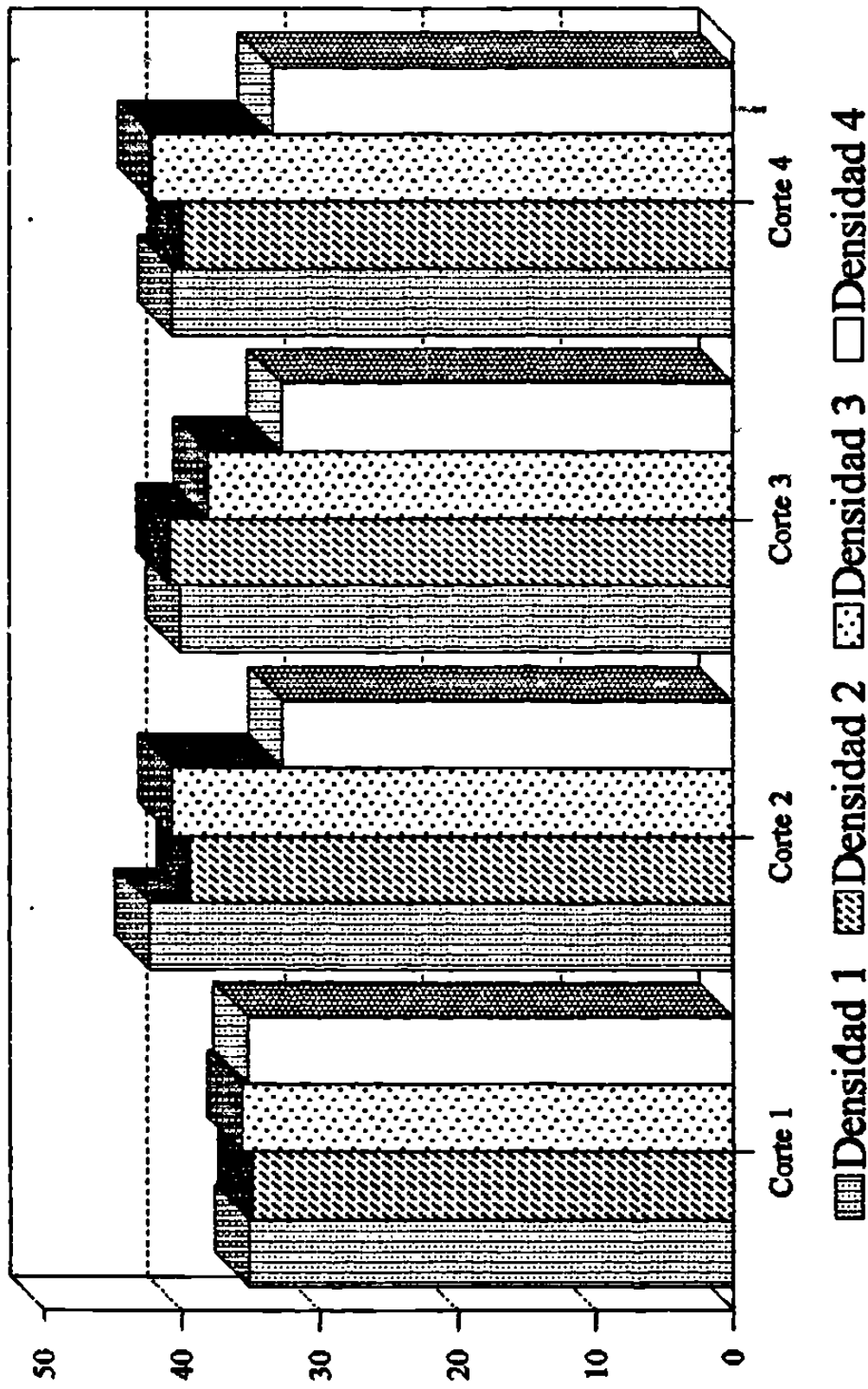


Figura 1. Efecto de la densidad de poblacion y época de corte sobre la longitud de tallos del huizachillo.

Cuadro 6. Comparación de medias para la variable vainas por planta por efecto de la densidad de población y época de corte.

Cortes	Densidad				Media
	1	2	3	4	
1	66.70 A	67.60 A	68.96 A	67.760 A	67.758
2	139.66 A	144.13 A	133.06 A	45.316 B	115.54
3	117.16 A	109.33 A	113.66 A	37.73 B	94.47
4	157.96 A	128.46 B	142.86 A B	78.80 C	127.05
Media	120.37 a	112.38 a	114.64 a	57.33 b	127.02

· Comparación de medias del factor densidades dentro de cada nivel del factor cortes.

Cortes	Densidad				Media
	1	2	3	4	
1	66.70 C	67.60 C	68.96 C	67.76 AB	67.758 c
2	139.66 A	144.13 A	133.06 AB	45.31 BC	115.54 a
3	117.16 B	109.33 B	113.66 B	37.73 C	94.47 b
4	157.96 A	128.46 AB	142.86 A	78.80 A	127.05 a
Media	120.37	112.38	114.64	57.33	127.02

Comparación de medias del factor época de corte dentro de cada nivel del factor densidades.

4.1.3. Rendimiento de materia verde.

En el ANVA respectivo (Cuadro 3 A.) se encontraron diferencias significativas ($p < 0.01$) por efecto de las densidades de población y época de corte sobre el rendimiento de materia verde, factores que interaccionaron en forma significativa. Al realizar la comparación de medias (Cuadro 7), en forma general se observó que el rendimiento promedio de materia verde obtenido de cada una de las densidades de población evaluadas en los cuatro cortes fue mayor a medida que se incrementaba la densidad de población, siendo la D3 y la D4 estadísticamente iguales entre sí y superiores a las densidades 1 y 2. En la interacción se encontró que las medias para densidades en el primer y último corte mostraron el mismo comportamiento anterior; en cambio, en particular las densidades 2 y 3 produjeron

Vainas por planta

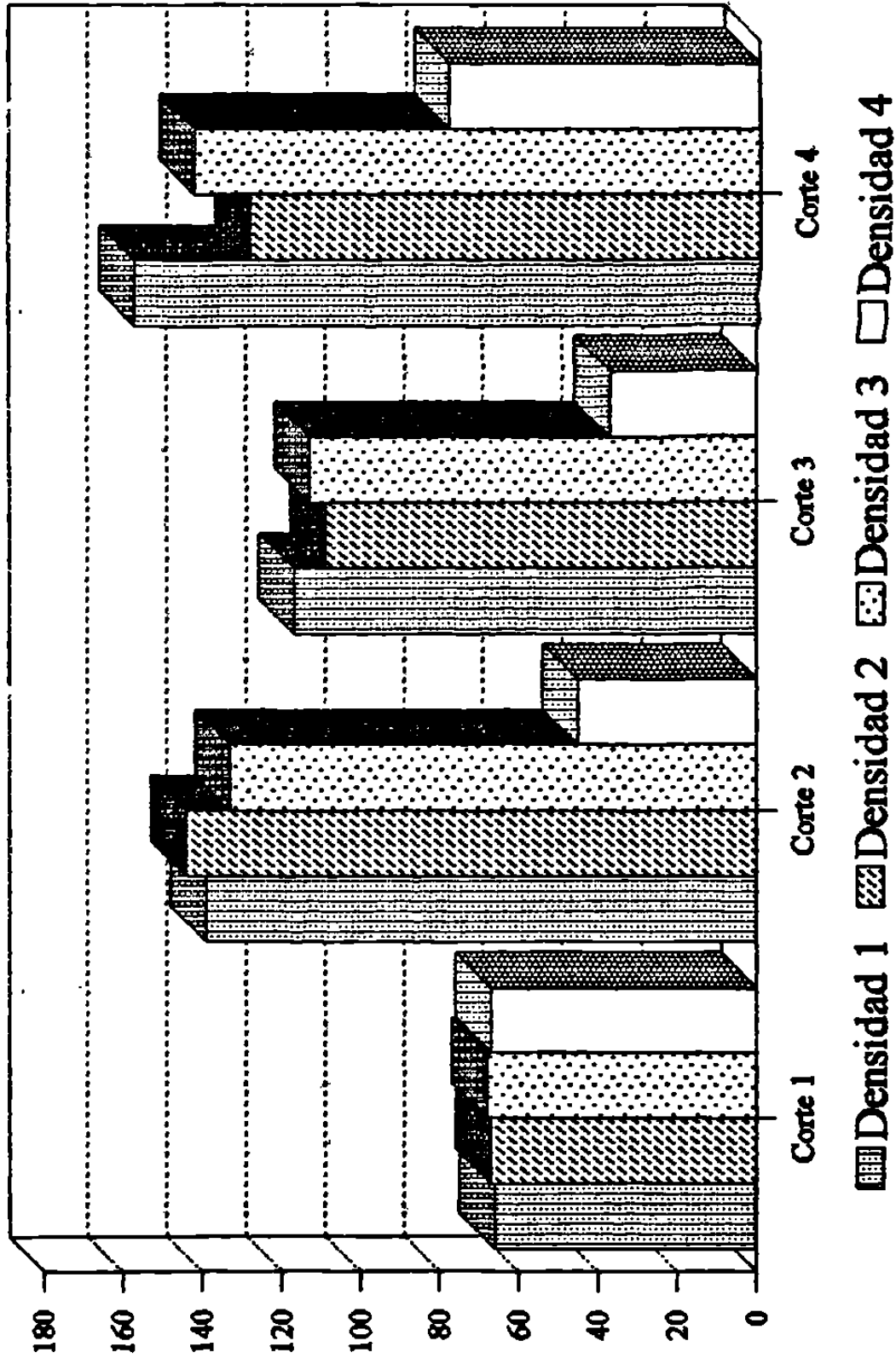


Figura 2. Efecto de la densidad de población y época de corte sobre la cantidad de vainas por planta del huizachillo.

más biomasa en los cortes 2 y 3. No obstante, los mejores promedios se tuvieron en las densidades 3 y 4 en el último corte.

Cuadro 7. Comparación de medias para la variable rendimiento de materia verde (g/par.) por efecto de la densidad de población y época de corte.

Cortes	Densidad				Media
	1	2	3	4	
1	221.30 B	288.93 B	511.50 A	677.43 A	424.79
2	741.56 B	1032.06 A	1030.83 A	807.83 B	903.07
3	655.93 B	1010.56 A	975.20 A	800.56 B	860.56
4	787.16 B	833.50 B	1290.90 A	1317.0 A	1057.14
Media	601.49 c	791.26 b	952.10 a	900.70 a	811.39

Comparación de medias del factor densidades dentro de cada nivel del factor cortes.

Cortes	Densidad				Media
	1	2	3	4	
1	221.30 B	288.93 C	511.50 C	677.43 B	424.79 c
2	741.56 A	1032.06 A	1030.83 B	807.83 B	903.07 b
3	655.93 A	1010.56 B	975.20 B	800.56 B	860.56 b
4	787.16 A	833.50 B	1290.90 A	1317.00 A	1057.14 a
Media	601.49	791.26	952.10	900.70	811.39

Comparación de medias del factor cortes dentro de cada nivel del factor densidades.

En el mismo Cuadro se observó que el último corte fue superior en el rendimiento de materia verde (1057.14 g/par.) y el promedio más bajo se obtuvo en el corte inicial con 424.79 g/par.; este mismo comportamiento se presentó en la comparación de medias de cortes dentro de cada densidad, específicamente en la D1, D3 y D4, excepto la D2 en donde el mayor rendimiento no se obtuvo en el último corte sino en el segundo corte.

Los anteriores resultados de rendimiento de materia verde expresados en ton/ha se pueden observar en la Figura 3.

4 i.4. Rendimiento de materia seca.

Al igual que con la variable anterior, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas ($p < 0.01$) para el rendimiento de materia seca por efecto de la densidad de población, época de corte y su interacción (Cuadro 4 A).

En general, los resultados obtenidos de las comparaciones de medias para esta variable (Cuadro 8) muestran una tendencia similar a los resultados obtenidos en la variable rendimiento de materia verde, ya que los mejores rendimientos de materia seca también se produjeron con las densidades más altas (357.41 g/par. en D3 y 347.77 g/par. en D4), pero sin existir diferencias significativas entre éstas. Además, se observó en la interacción que las densidades 2 y 3 en el segundo y tercer corte presentaron los más altos rendimientos, así como la D3 y la D4 pero en el corte 4.

Cuadro 8. Comparación de medias para la variable rendimiento de materia seca (g/par.) por efecto de la densidad de población y época de corte.

Cortes	Densidad				Media
	1	2	3	4	
1	92.30 B	115.96 B	204.43 A	255.90 A	167.15
2	327.06 B	416.06 A	420.10 A	367.50 B	382.68
3	259.06 B	347.86 A	362.63 A	301.2 A B	317.70
4	295.7 B	298.1 B	442.5 A	466.46 A	375.69
Media	243.53 c	294. b	357.41 a	347.75 a	310.6 ^c

Comparación de medias del factor densidades dentro de cada nivel del factor cortes.

Cortes	Densidad				Media
	1	2	3	4	
1	92.30 C	115.96 C	204.43 C	255.90 C	167.15 c
2	327.06 A	416.06 A	420.10AB	367.50 B	382.68 a
3	259.06 B	347.86 B	362.63 B	301.23 C	317.70 b
4	295.7 AB	298.1 B	442.5 A	466.46 A	375.69 a
Media	243.53	294.5	357.41	347.75	310.69

Comparación de medias del factor cortes dentro de cada nivel del factor densidades.

Los rendimientos más bajos de materia seca se presentaron en la primera época de corte (167.15 g/par.), mientras que los promedios más altos se obtuvieron en el segundo y cuarto corte (382.68 y 375.69 g/par.). Al observar la interacción entre época de corte con densidades se encontró que los mayores rendimientos de materia seca se obtuvieron en el segundo corte con las densidades 1, 2 y 3, mientras que para el cuarto corte los promedios más altos fueron con D3 y D4 (Figura 4).

4.1.5. Variables nutricionales.

Los ANVA (Cuadro 5 A) no mostraron diferencias significativas por efecto de las densidades de población en las variables nutricionales de contenido de proteína cruda, cenizas, calcio y fósforo; en cambio, para las variables fibra cruda y grasa los respectivos ANVA resultaron estadísticamente significativos ($p < 0.01$).

Al realizar la comparación de medias (Cuadro 9) para los componentes nutricionales que sí mostraron efecto por la densidad de población, se encontró que el contenido de fibra cruda se incrementa a medida que la densidad de población aumenta, mientras que el contenido de grasa resultó ser mayor en las densidades intermedias (D2 y D3). Es de notarse que en las variables que no resultaron significativas los coeficientes de variación fueron relativamente bajos, a excepción del de contenido de fósforo (17.4%), tal y como se muestra en el Cuadro 5A.

Para dichas variables los promedios en el Cuadro 9 no muestran alguna tendencia a variar de acuerdo con las densidades, sino que al contrario, se comportaron estables.

Rendimiento de materia seca (kg/ha)

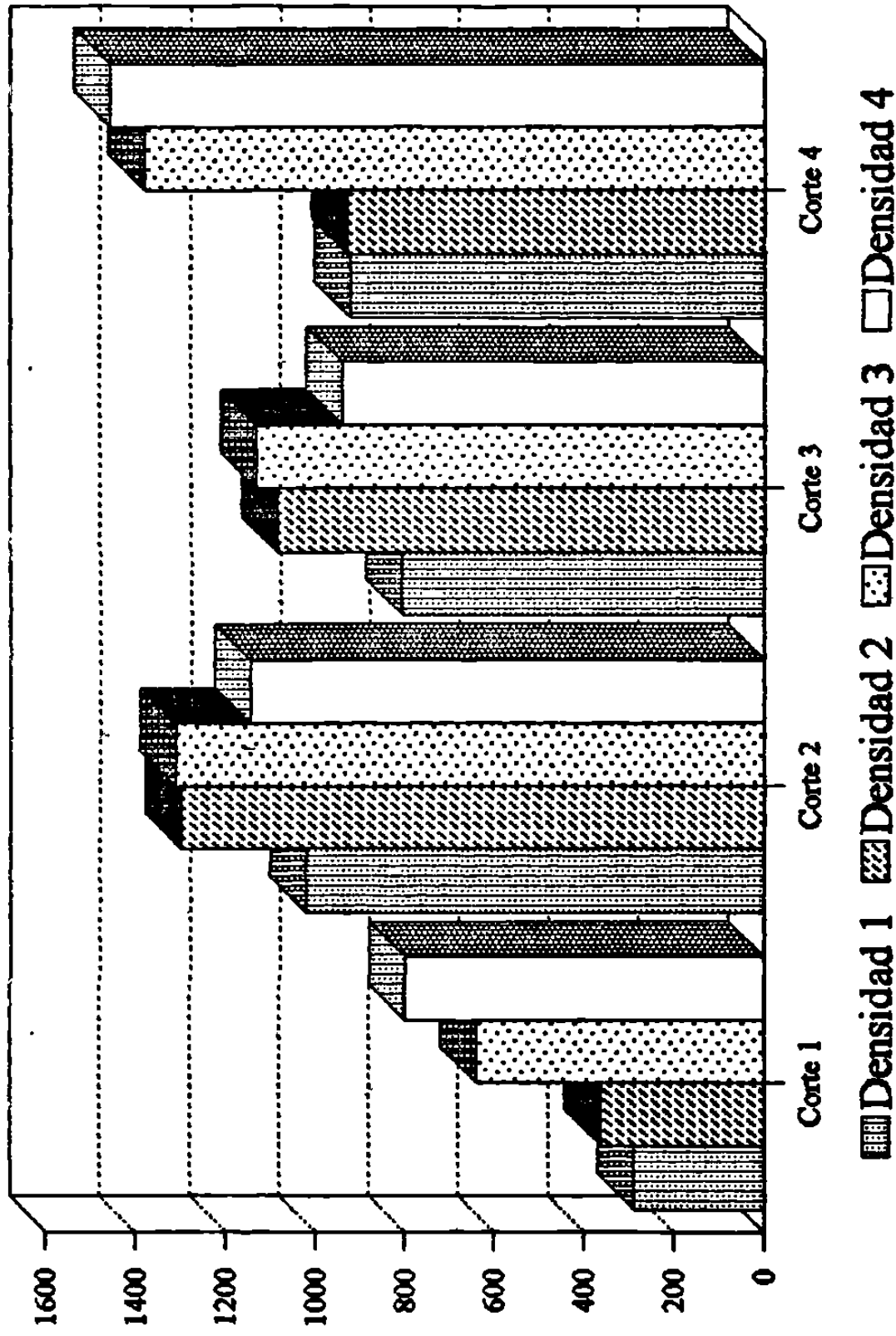


Figura 4. Efecto de la densidad de población y época de corte sobre el rendimiento de materia seca.

Cuadro 9. Comparación de medias para los componentes nutricionales evaluados por efecto de la densidad de población.

Datos no transformados

Densidad	P.C. (%)	F.C. (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
1.	19.68	27.26 C	1.16 B	8.24	14.76	0.97
2	19.96	31.13 B	1.78 A	7.57	13.37	1.07
3	20.33	32.0 AB	1.93 A	9.63	14.03	1.15
4	19.86	33.5 A	1.33 B	8.56	13.63	1.08

Datos transformados

Densidad	P.C.	F. C.	Grasa	Cenizz
1	26.40	31.47 C	6.58 B	16.67
2	26.53	34.04 B	7.98 A	15.80
3	26.79	34.4 AB	7.66 A	17.75
4	26.61	35.36 A	6.14 B	17.01

P.C = Proteína cruda F.C. = Fibra cruda Ca = Calcio P = Fósforo

4.1.6. Análisis de correlación.

En el Cuadro 6A se presentan los resultados del análisis de correlación entre las variables agrobiológicas, entre las nutricionales y entre ambas.

4.1.6.1. Correlaciones entre variables agrobiológicas.

Para este grupo de variables se encontró que el rendimiento de materia verde y el rendimiento de materia seca estuvieron asociados positivamente entre sí ($p < 0.01$), con un coeficiente de correlación de 0.96; además, la longitud de tallos se

correlacionó positivamente con el número de vainas por planta ($p < 0.01$) con un coeficiente de 0.76.

4.1.6.2. Correlaciones entre variables nutricionales.

En este caso se pudo observar que el contenido de fibra cruda se correlacionó en forma positiva con el contenido de grasa ($p < 0.01$) con un coeficiente de 0.65. También se observó que el contenido de calcio mostró correlación positiva (0.53) con el contenido de cenizas y una correlación negativa (-0.50) con el porcentaje de grasa; ambos con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

4.1.6.3. Correlaciones entre variables agrobiológicas y variables nutricionales.

En este grupo de variables se observaron correlaciones positivas entre el rendimiento de materia verde y el rendimiento de materia seca con el contenido de fibra cruda y el contenido de fósforo con una significancia de $p < 0.05$, además correlacionaron con el contenido de grasa con un nivel de significancia de $p < 0.01$.

4.2. Segundo experimento. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre la producción y composición química del forraje.

4.2.1. Longitud de tallos.

En el ANVA de esta variable (Cuadro 7A) se encontraron diferencias significativas ($p < 0.01$) por efecto de la disponibilidad de humedad y la condición de

cultivo en casi todas las épocas de corte con excepción de la segunda, en donde solamente el factor condición de cultivo mostró significancia estadística. La interacción entre disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo solo fue significativa en el primer corte.

La comparación de medias para longitud de tallos en el corte inicial (Cuadro 10) mostró que la respuesta fue más favorable bajo condiciones de riego (51.66 cm) que bajo condiciones de temporal (23.93 cm). La interacción entre los factores en estudio indicó que la longitud de tallos fue mayor en huizachillo irrigado en unicultivo que en temporal en unicultivo; además, el comportamiento del huizachillo bajo irrigación pero mezclado con gramíneas fue mejor que bajo condiciones de temporal mezclado con gramíneas.

Cuadro 10. Comparación de medias para la variable longitud de tallos (cm) del primer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	68.20 A	35.12 A	51.66 a
Temporal	29.78 B	18.08 B	23.93 b
Media	48.99	26.60	37.79

Comparación de medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	68.20 A	35.12 B	51.66
Temporal	29.78 A	18.08 B	23.93
Media	48.99 a	26.60 b	37.79

Comparación de medias del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad.

Factor A = Disponibilidad de humedad.

Factor B = Condición de cultivo.

En el cuadro anterior también se observó que la condición de cultivo tiene efecto sobre la longitud de tallos, independientemente de la disponibilidad de humedad, encontrándose que el valor promedio de longitud de tallos del huizachillo es mayor en la condición de unicultivo (48.99 cm) que mezclado con gramíneas (26.60 cm). La interacción mostró que en unicultivo con riego la longitud de tallos fue mayor que mezclado con riego. Además, bajo temporal se observó que el huizachillo en unicultivo logró un más alto crecimiento de tallos que el huizachillo mezclado con gramíneas.

La comparación de medias obtenidas en el segundo corte (Cuadro 11) mostró que no existieron diferencias significativas en longitud de tallos entre los tratamientos que fueron irrigados y los que se mantuvieron bajo condiciones de temporal; sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas por efecto de la condición de cultivo, siendo el tratamiento huizachillo en unicultivo el que mostró la mayor longitud de tallos con 66.93 cm en comparación con la media de 38.05 cm obtenida en huizachillo mezclado con gramíneas.

Cuadro 11. Comparación de medias para longitud del tallos (cm) del segundo corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	68.12	37.54	51.66
Temporal	65.74	38.56	52.15
Media	66.93 a	38.05 b	52.49

En el Cuadro 8A se consigna la comparación de medias de tratamientos del último corte realizado en este experimento, en donde se encontró que bajo condiciones de temporal el crecimiento de tallos fue menor (10.0 cm) al que

alcanzaron las plantas bajo condiciones de riego (34.77 cm). En cuanto a la condición de cultivo del huizachillo, se observó que los tallos más largos se obtuvieron en unicultivo (25.48 cm), ya que los tallos en el huizachillo mezclado con gramíneas alcanzaron 19.29 cm. En forma general se observó que el crecimiento de tallos del huizachillo se vió más favorecido bajo condiciones de riego en unicultivo (Figura 5).

4.2.2. Vainas por planta.

El ANVA para esta variable (Cuadro 9A) indicó que hubo diferencias ($p < 0.01$) en la producción de vainas por planta por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo para el primer y tercer corte, mientras que para el segundo corte solamente el factor condición de cultivo mostró diferencias estadísticas ($p < 0.01$). -Estos factores interaccionaron en forma significativa en el corte inicial y en el último.

Mediante la comparación de medias de tratamientos (Cuadro 12) se encontró que en el corte inicial la irrigación favoreció la producción de vainas por planta con un promedio de 62.02, pues en temporal rindió solamente 18.7.

Como consecuencia de la interacción entre disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo se observó que bajo riego, pero en unicultivo, la producción de vainas en huizachillo fue superior a lo producido en condiciones de temporal; ahora bien, esta situación no se repitió al sembrar al huizachillo en mezcla con gramíneas, ya que no hubo diferencia significativa entre el promedio de vainas obtenidas en riego y en temporal.

Longitud de tallos (cm)

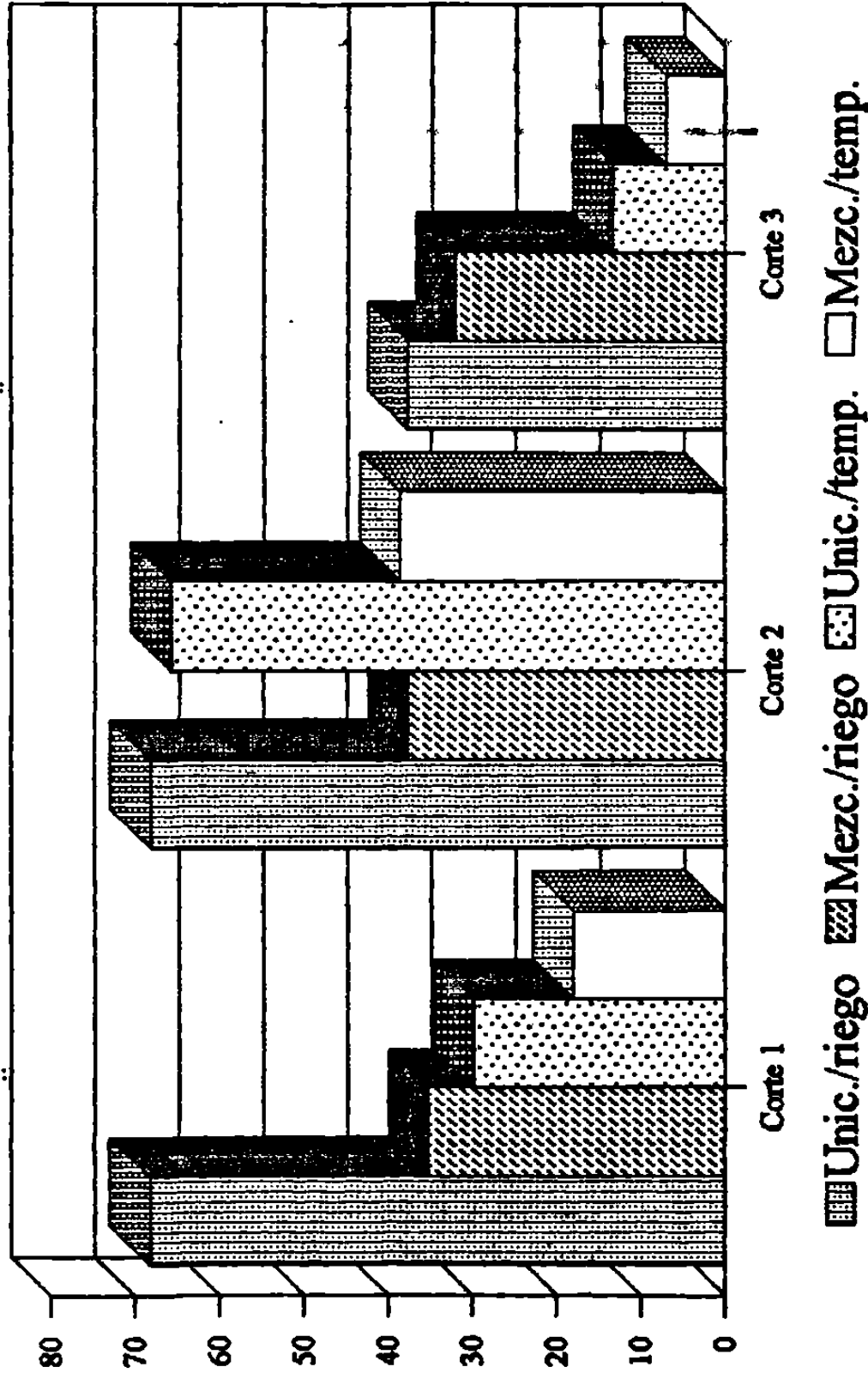


Figura 5. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre la longitud de tallos.

Cuadro 12. Comparación de medias para la variable vainas por planta del corte inicial por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	121.84 A	2.200	62.02 a
Temporal	36.00 B	1.400	18.70 b
Media	78.92	1.8	22.38
Comparación de medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo			
Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	121.84 A	2.200 B	62.02
Temporal	36.00 A	1.400 B	18.70
Media	78.92 a	1.8 b	22.38
Comparación de medias del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad.			

En el mismo Cuadro se observó en forma contundente el efecto que sobre la producción de vainas por planta ejerció el factor condición de cultivo, siendo el huizachillo en unicultivo el que presentó la mayor producción con 78.92 vainas/pl. contra 1.8 vainas/pl. al crecer mezclado con gramíneas.

Al comparar el promedio de vainas del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad, se encontró que bajo riego el huizachillo en unicultivo produjo más vainas por planta que el huizachillo mezclado con gramíneas, así mismo se encontró que bajo temporal y en unicultivo se obtuvo la mayor cantidad de vainas que en mezcla con gramíneas.

En el Cuadro 13 se presentan los promedios de vainas por planta para el segundo corte; ahí se puede ver que no hubo efecto en la producción de vainas por la disponibilidad de humedad.

Cuadro 13. Comparación de medias para la variable vainas por planta del segundo corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	134.60	1.80	68.20
Temporal	139.72	2.20	70.96
Media	137.72 a	2.0 b	22.38

En la comparación de medias se observó una gran diferencia entre el promedio de vainas por planta cosechadas del huizachillo bajo condiciones de unicultivo (137.72) y la media obtenida del huizachillo mezclado con gramíneas (2.0). Para esta misma variable, la comparación de medias del tercer corte se consigna en el Cuadro 10A, donde se encontró un comportamiento similar al que se tuvo en el primer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y de la condición de cultivo, pero con promedios de menor magnitud; es decir que bajo riego se produjeron 29.39 vainas/pl., mientras que para temporal la media fue de 10.63. Además, la condición de cultivo en este corte indicó que el rendimiento promedio de vainas por planta fue más favorable cuando el huizachillo estuvo creciendo en unicultivo (33.66) que mezclado con gramíneas (6.47).

El efecto de la interacción entre estos factores fue diferente entre el primer y tercer corte al comparar los promedios del factor disponibilidad de humedad dentro de la condición de cultivo del huizachillo mezclado con gramíneas, encontrando que la producción de vainas fue mayor en el tratamiento riego y mezclado con gramíneas. En todas las épocas de corte se observó que la producción de vainas se vió afectada en forma negativa cuando el huizachillo fue cultivado en mezcla con gramíneas, independientemente de la condición de cultivo (Figura 6).

Vainas por planta

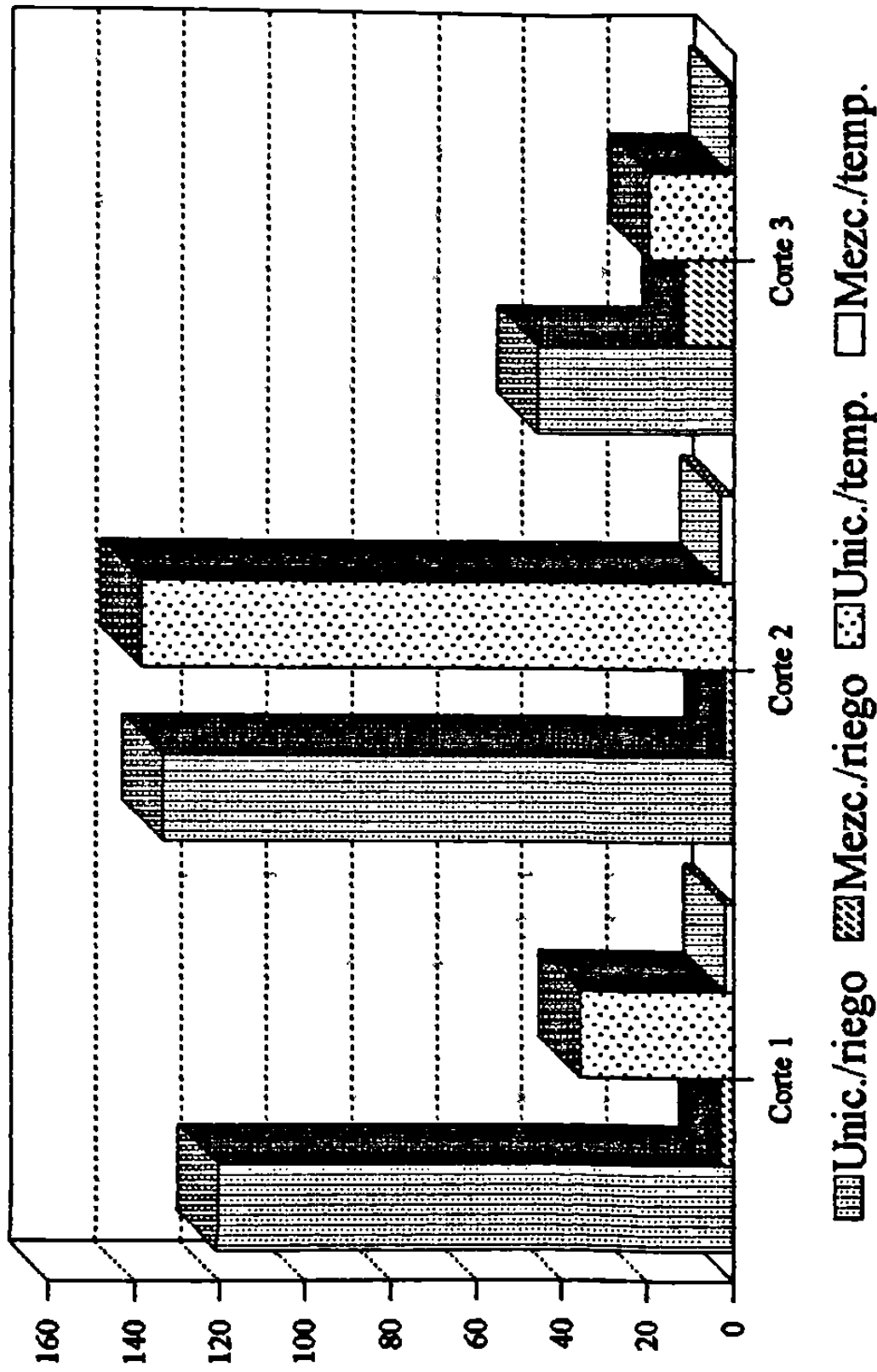


Figura 6. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre la variable vainas por planta.

4.2.3. Rendimiento de materia verde.

El ANVA para esta variable (Cuadro 11A) mostró diferencias significativas ($p < 0.01$) por el efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en el primer y tercer corte, pero no así para el segundo, en donde solamente hubo diferencia significativa para el factor condición de cultivo. Además, sólo se encontró significancia estadística para la interacción entre ambos factores en el corte 1 y en el corte 3.

La comparación de medias del primer corte y del tercer corte se presentan en el Cuadro 14 y en el Cuadro 15, respectivamente.

Cuadro 14. Comparación de medias para la variable rendimiento de materia verde (g/par.) del primer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	949.26 A	32.54	490.90 a
Temporal	245.16 B	17.88	131.52 b
Media	597.21	25.21	311.52
Comparación de medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo.			
Factor a	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	949.26 A	32.54 B	490.90
Temporal	245.16 A	17.88 B	131.52
Media	597.21a	25.21b	311.52
Comparación de medias del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad.			

Cuadro 15. Comparación de medias para rendimiento de materia verde (g/par.) del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	448.92 A	159.34 A	304.13 a
Temporal	129.68 B	7.78 B	68.73 b
Media	289.30	83.55	186.43

Comparación de medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	448.92 A	159.34 B	304.13
Temporal	129.68 A	7.78 B	68.73
Media	289.30 a	83.55 b	86.43

Comparación de medias del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad.

Estos resultados indicaron un comportamiento similar por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo pero con valores diferentes, es decir, que tanto en el primer corte como en el tercero los más altos rendimientos de materia verde de 10 plantas seleccionadas al azar de la parcela útil fueron obtenidos en los tratamientos irrigados (corte 1 = 490.90 g/par. y corte 3 = 304.13 g/par.), mientras que los rendimientos mas bajos se produjeron en los tratamientos bajo temporal (corte 1 = 131.52 g/par. y corte 3 = 68.73 g/par.). Como ya se señaló anteriormente, el comportamiento por efecto de la condición de cultivo sobre el rendimiento de materia verde en estos cortes también fue similar pero con promedios distintos, así por ejemplo, los rendimientos más altos se obtuvieron del huizachillo en unicultivo (corte 1 = 597.21 g/par. y corte 3 = 289.30 g/par.), mientras que los menores rendimientos de materia verde se obtuvieron del huizachillo mezclado con gramíneas (corte 1 = 25.21 g/par. y corte 3 = 83.55 g/par.).

El efecto de la interacción entre disponibilidad de humedad y condición de cultivo en el primer corte y tercer corte mostró cierta diferencia. Al comparar las medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo se encontró que los rendimientos de materia verde obtenidos, ya sea del huizachillo bajo condiciones de riego o bajo temporal pero mezclado con gramíneas no fueron significativamente diferentes en el primer corte (32.54 g/par. y 17.88 g/par.), pero sí fueron significativamente diferentes en el tercer corte (159.34 g/par. y 7.78 g/par.).

Los demás efectos de la interacción fueron similares, es decir, que los rendimientos de materia verde resultaron superiores bajo riego en unicultivo que bajo temporal en unicultivo. Lo mismo ocurrió al comparar los promedios del factor condición de cultivo dentro de cada uno de los niveles del factor disponibilidad de humedad, encontrándose en ambos cortes que bajo riego fue mayor la producción de materia verde en unicultivo que en la condición de mezclado; también fue superior esta variable en la condición de unicultivo al estar bajo temporal.

La comparación de medias del segundo corte (Cuadro 16) sólo indicó diferencias significativas en el rendimiento de materia verde por efecto de la condición de cultivo del huizachillo, observándose que la mayor producción fue obtenida del huizachillo bajo condiciones de unicultivo que del huizachillo mezclado.

En el caso de la disponibilidad de humedad no se detectó diferencia entre riego o temporal en esta variable, pues los promedios fueron iguales estadísticamente.

Cuadro 16. Comparación de medias para la variable de materia verde (g/par.) del segundo corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	720.74	48.38	384.56
Temporal	708.88	49.66	379.17
Media	714.71 a	49.02 b	381.865

Se observó en forma general que los mayores rendimientos de materia verde se obtuvieron del tratamiento irrigado en unicultivo y que las respuesta más negativa de esta variable se observó en el tratamiento huizachillo mezclado con gramíneas y bajo temporal (Figura 7).

4.2.4. Rendimiento de materia seca.

En el ANVA de esta variable (Cuadro 12A), al igual que en el del rendimiento de materia verde, se detectaron diferencias significativas ($p < 0.01$) por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en las épocas de corte, con excepción de la segunda, en donde solamente el factor condición de cultivo fue significativo. La interacción entre ambos factores en estudio resultó significativa para los cortes 1 y 3. La comparación de medias del primer y tercer corte se muestran en el Cuadro 17 y Cuadro 18, respectivamente. En ambos cortes se observó que los rendimientos más altos de materia seca por efecto de la disponibilidad de humedad fueron obtenidos bajo condiciones de riego con 169.52 g/par. en el corte 1 y 122.28 g/par. en el corte 3.

Rendimiento de materia verde (ton/ha)

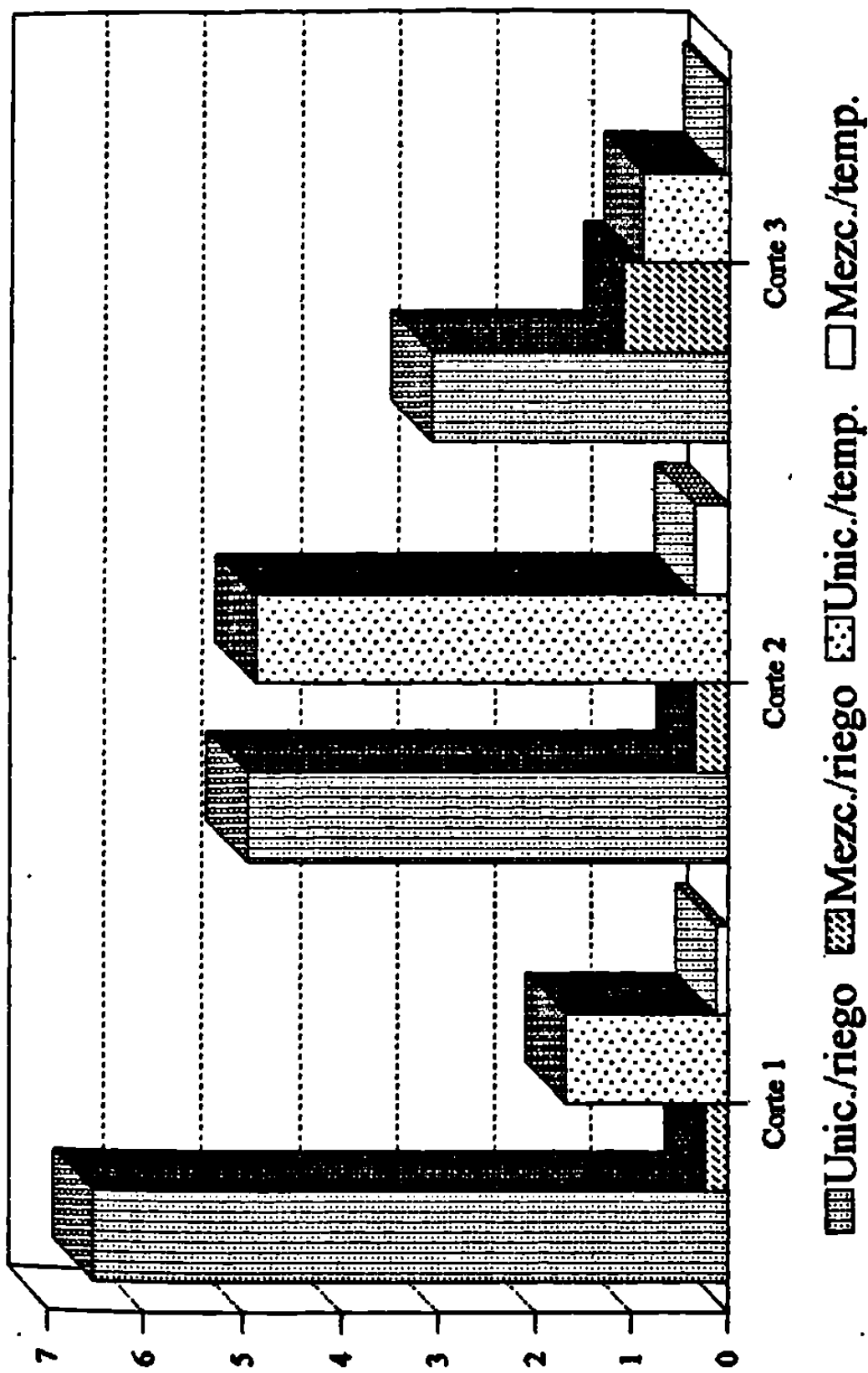


Figura 7. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre el rendimiento de materia verde.

Cuadro 17. Comparación de medias para la variable rendimiento de materia seca (g/par.) del primer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	324.18 A	14.88	169.52 a
Temporal	114.96 B	7.28	61.12 b
Media	219.56	11.08	115.32

Comparación de medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	324.18 A	14.88 B	169.52
Temporal	114.96 A	7.28 B	61.12
Media	219.56 a	11.08 b	115.32

Comparación de medias del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad.

Cuadro 18 Comparación de medias para la variable rendimiento de materia seca (g/par.) del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	196.260A	48.30 A	122.28 a
Temporal	46.340 B	2.98 B	24.66 b
Media	121.30	25.64	73.47

Comparación de medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	196.260 A	48.30 B	122.28
Temporal	46.340 A	2.98 B	24.66
Media	121.30 a	25.64 b	73.47

Comparación de medias del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad.

La condición de cultivo en estos cortes también mostró efecto sobre esta variable, encontrándose que la producción de materia seca del huizachillo en unicultivo fue superior a la obtenida del huizachillo mezclado con gramíneas, con 219.56 g/par. para el corte 1 y 121.30 g/par. para el corte 3. Mientras que para huizachillo en mezcla con gramíneas los promedios de materia seca fueron 11.8 g/par. y 25.64 g/par. para el corte 1 y el corte 3, respectivamente.

El efecto de la interacción en estos cortes (1 y 3) fue semejante, con excepción del factor disponibilidad de humedad dentro de la condición de cultivo huizachillo mezclado con gramíneas, pues en el corte 1 no se encontró diferencia entre los promedios de materia seca obtenidos del huizachillo bajo riego y temporal. En cambio, para el tercer corte se observó que el rendimiento de materia seca resultó estadísticamente ser mayor en el huizachillo mezclado con gramíneas bajo riego que bajo temporal.

La comparación de medias de la producción de materia seca en el segundo corte se presenta en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Comparación de medias para la variable rendimiento de materia seca(g/par.) para el segundo corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	266.5	20.68	143.59
Temporal	261.32	21.56	141.44
Media	263.91 a	21.12 b	142.51

Los resultados de dicha comparación indicaron que el rendimiento de materia seca del huizachillo fue más favorable bajo condiciones de unicultivo que al crecer mezclado con gramíneas. Al igual que con la variable rendimiento de materia verde, no se encontraron diferencias entre los rendimientos de materia seca obtenidos bajo condiciones de riego o bajo temporal.

En forma general se observó (Figura 8) que la acumulación de materia seca del huizachillo se vió afectada en forma negativa por la presencia de gramíneas; aunque este efecto limitante fue más evidente cuando el huizachillo creció bajo condiciones de temporal, en el segundo corte (2 de Septiembre) no se presentaron diferencias significativas en los promedios por el factor de disponibilidad de humedad debido a que en el mes de Agosto se presentaron lluvias acumulándose 185.2 mm de precipitación pluvial (Cuadro 2), lo cual evitó la necesidad de regar.

4.2.5. Variables nutricionales.

Los ANVA para los componentes nutricionales (Cuadro 13A) no mostraron diferencias significativas por efecto de la disponibilidad de humedad y la condición de cultivo en el contenido de proteína cruda, fibra cruda, calcio y fósforo; en cambio, para las variables cenizas y grasa los respectivos ANVA resultaron estadísticamente significativos, siendo la condición de cultivo la que afectó el contenido de cenizas y grasa. Se encontró interacción significativa entre los dos factores en estudio para la variable contenido de grasa.

La concentración de medias de las variables nutricionales que se evaluaron se presenta en el Cuadro 20.

Rendimiento de materia seca (kg/ha)

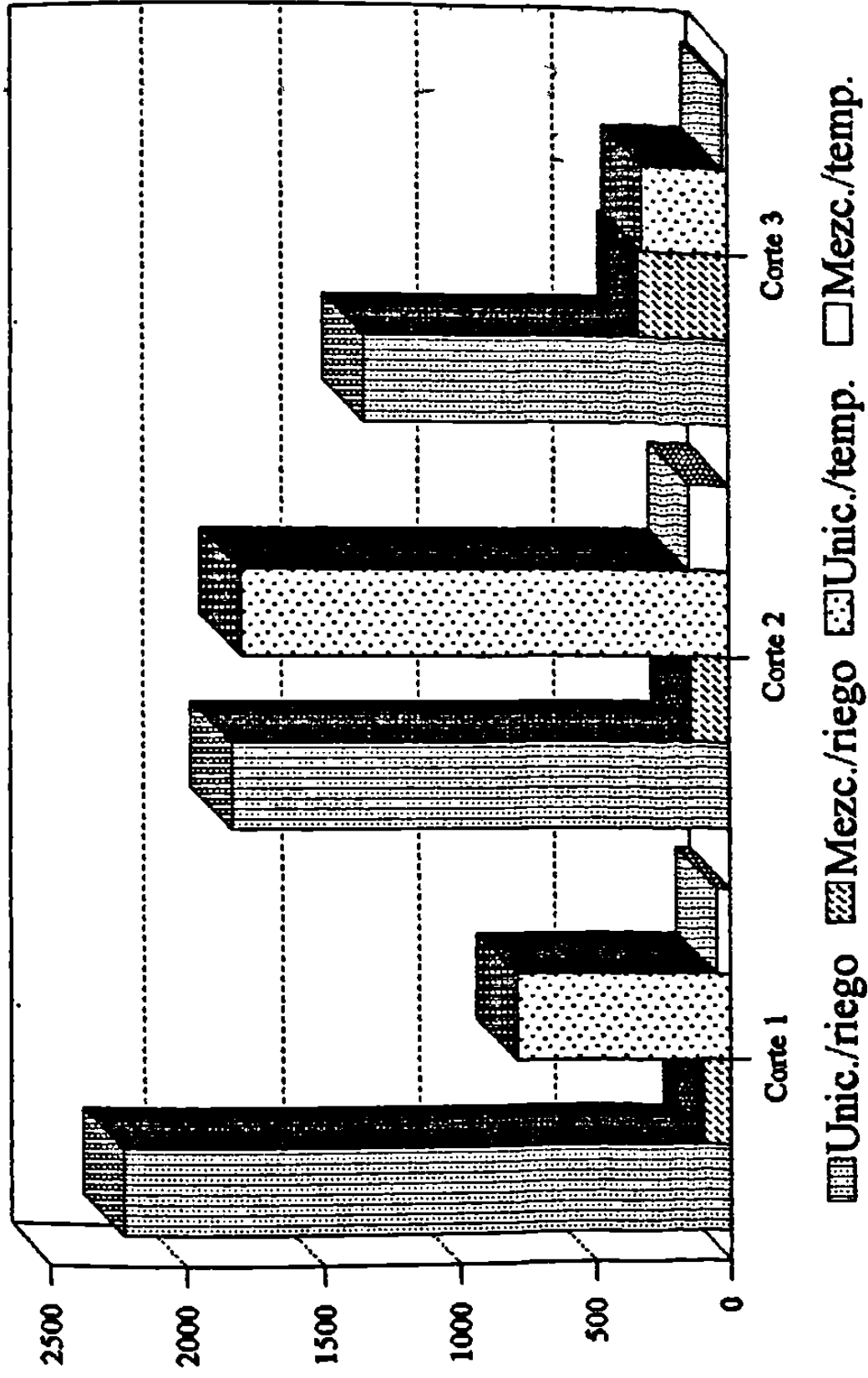


Figura 8. Efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo sobre el rendimiento de materia seca.

Cuadro 20. Concentración de medias para los componentes nutricionales evaluados por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Datos no transformados

Trat.	P.C. (%)	F.C. (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Ca (g/kg)	P (g/kg)
1	21.13	14.76	1.03	10.54	9.50	0.37
2	22.08	16.62	1.03	11.18	9.92	0.39
3	21.63	15.70	1.36	10.62	10.26	0.37
4	21.64	15.32	0.87	11.62	10.76	0.37

Datos transformados

Trat.	P.C. (%)	F.C. (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)
1	27.34	22.56	5.71	18.07
2	27.98	23.97	5.71	19.88
3	27.68	23.25	6.61	19.06
4	27.90	22.9	5.16	20.19

P.C. = Proteína cruda F.C. = Fibra cruda Ca = Calcio P = Fósforo

T1 = Unicultivo bajo riego

T2 = Mezclado bajo riego

T3 = Unicultivo bajo temporal

T4 = Mezclado bajo temporal

La comparación de medias para las variables contenido de cenizas y contenido de grasa se presentan en el Cuadro 21 y Cuadro 22, respectivamente.

En el Cuadro 21 se observó que el contenido de cenizas en el forraje del huizachillo bajo condiciones de unicultivo fue menor que el que se encontró en el forraje del huizachillo creciendo con gramíneas.

Cuadro 21. Comparación de medias (datos transformados) para la variable contenido de cenizas por efecto de la condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	18.07	19.88	18.97
Temporal	19.06	20.19	19.63
Media	18.56 b	20.03 a	19.30

Para la variable contenido de grasa se encontró (Cuadro 22) que ésta fue mayor en el forraje del huizachillo obtenido en unicultivo que el que se obtuvo mezclado con gramíneas; sin embargo, este efecto fue más evidente bajo condiciones de temporal que bajo riego.

Cuadro 22. Comparación de medias (datos transformados) para la variable contenido de grasa por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	5.71 B	5.71	5.71
Temporal	6.61 A	5.16	5.89
Media	6.16 a	5.44 b	5.80

4.2.6. Análisis de correlación.

En el Cuadro 14A se presentan los resultados del análisis de correlación entre las variables agrobiológicas, entre las nutricionales y entre ambas, las cuales fueron obtenidas en el experimento 2.

4.2.6.1. Correlaciones entre variables agrobiológicas.

En estas variables se observó que el rendimiento de materia verde y el de materia seca estuvieron asociados positivamente entre sí ($p < 0.01$), con un coeficiente de correlación de 0.98. Además, el rendimiento de materia verde correlacionó positivamente con las variables longitud de tallos y número de vainas por planta con un nivel de significancia de $p < 0.01$ y con un coeficiente de correlación de 0.84 y 0.94, respectivamente. El rendimiento de materia seca estuvo asociado positivamente con la longitud de tallos y vainas por planta con una significancia de $p < 0.01$ y con un coeficiente de 0.78 y 0.94, respectivamente. La longitud de tallos correlacionó positivamente con el número de vainas por planta con un nivel de significancia de $p < 0.01$ y con un coeficiente de 0.71.

4.2.6.2. Correlaciones entre variables nutricionales.

En este experimento no se encontraron correlaciones significativas entre las variables nutricionales evaluadas.

4.2.6.3. Correlaciones entre variables agrobiológicas y variables nutricionales.

En este grupo de variables se observó que el rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca, longitud de tallos y número de vainas por planta estuvieron correlacionados negativamente con el contenido de cenizas con un nivel de significancia de $p < 0.01$ con excepción de longitud de tallos que solo fue $p < 0.05$, con coeficientes de -0.69, -0.69, -0.45 y -0.82, respectivamente. Además, el

rendimiento de materia verde correlacionó negativamente con el contenido de calcio a un nivel de significancia de $p < 0.05$ y con un coeficiente de -0.44 .

V. DISCUSION

A las leguminosas se les ha empleado en la alimentación humana (granos) desde hace miles de años; sin embargo, las especies utilizadas para este propósito representan un pequeño porcentaje del total de las especies que existen en el mundo, por lo que últimamente se han realizado estudios en leguminosas silvestres con el propósito de conocer su potencial alimenticio. Estas investigaciones han revelado que algunas especies poseen alto contenido de proteína en sus semillas, por lo que han sido consideradas como una fuente importante de alimento que podría cubrir futuras demandas, una vez que se realicen esfuerzos por incorporarlas a los sistemas productivos particulares de cada región (Sotelo, 1981; Ruiz, 1993).

Dentro de este contexto, las leguminosas con potencial forrajero son también una alternativa importante, principalmente en aquellas regiones donde la ganadería en su mayoría depende de especies silvestres. Así por ejemplo Desmanthus illinoensis es una especie nativa forrajera de gran importancia en algunas regiones de los Estados Unidos de América, por lo que actualmente ha sido objeto de estudios encaminados a su domesticación (Kulakow, et al., 1990). El huizachillo Desmanthus virgatus var. depressus es otra especie silvestre de las zonas áridas y semiáridas del norte de México y considerada como planta forrajera debido a su calidad nutricional y aceptación por el ganado caprino, bovino y otros (Bendeck, 1983; Benavides, 1989).

En el Estado de Nuevo León algunos investigadores han tratado de conocer su potencialidad en relación al rendimiento de forraje (Villarreal, 1989; Martínez, 1991;

Puente, 1992), pero hasta la fecha se conoce muy poco de investigaciones sistemáticas que traten de conocer cómo el manejo agronómico afecta el rendimiento de forraje y el valor nutritivo de esta planta, por lo que esta investigación pretendió estudiar si algunos factores influyen en la producción y valor nutritivo del huizachillo como planta forrajera bajo condiciones de cultivo.

Varios factores son importantes por su influencia en la producción de una especie; sin embargo, todos los efectos combinados del ambiente sobre las características de las plantas, parámetros climáticos y propiedades del suelo son finalmente expresados en la respuesta productiva de un cultivo (Daubenmire, 1974; Fribourg, *et al.*, 1975).

Al respecto, se ha reconocido la importancia de las interrelaciones entre las características de las plantas y la humedad, la fertilidad del suelo, la temperatura, el fotoperíodo y muchas otras variables que pueden influenciar el rendimiento y la calidad del forraje (Hart y Wells, 1963; Stallcup, *et al.*, 1964; Youngquist, 1989).

5.1. Densidad de población.

Robles (1978) y Duthil (1989) han señalado la necesidad de determinar los niveles óptimos de plantas por hectárea para poder maximizar la producción de un cultivo.

Considerando que no existen antecedentes relacionados con la densidad óptima de siembra en huizachillo en la región y teniendo en cuenta que en el experimento 1 el cultivo se condujo bajo condiciones de temporal, las densidades de

población que fueron evaluadas en este experimento fueron relativamente bajas (25000, 37500, 56250 y 78125 plantas/ha). Al respecto, Muslera y Ratera (1991) señalan que antes de establecer un cultivo para propósitos forrajeros es importante considerar la disponibilidad de humedad en la determinación de la densidad de siembra, así por ejemplo, en zonas de mayor precipitación o que cuentan con agua disponible para riego las densidades altas son lo más recomendable, mientras que para zonas semiáridas conviene densidades bajas.

Las densidades evaluadas (experimento 1) mostraron efecto significativo ($p < 0.01$) sobre los rendimientos de materia verde y de materia seca en los cuatro cortes realizados (Figura 3 y Figura 4), resultados que no coinciden con los reportados por Puente (1992) quien no encontró respuesta en la producción de materia verde y de materia seca por efecto de las densidades de siembra que evaluó (1, 2, 3, 4 y 5 kg de semilla/ha).

Por su parte, Villarreal (1989) reportó rendimientos de materia verde y de materia seca de 190.0 y 106.0 g, respectivamente, bajo una densidad poblacional promedio de 71 plantas por m^2 (equivalentes a 710000 plantas/ha) y bajo condiciones de escasa precipitación; este rendimiento de materia verde es semejante a los encontrados en esta investigación (Figura 3), pero solamente en el primer corte con la densidad más alta y en los tres cortes restantes con la densidad más baja, ya que en dichos cortes se registraron rendimientos muy superiores a los encontrados por este autor.

Independientemente de la densidad de población, durante la primera época de corte se obtuvieron los rendimientos más bajos de materia verde y de materia seca,

así como los menores valores en longitud de tallos y vainas por planta, resultados similares a los que observó Martínez (1991) y que corroboran lo reportado por Villarreal (1989) quien señaló que durante los primeros meses después de la siembra el crecimiento del huizachillo es lento debido a que invierte una gran cantidad de energía para la consolidación de un sistema radicular vigoroso para un mejor establecimiento, y una cantidad menor al desarrollo de tallos y área foliar.

Los menores rendimientos de materia verde y de materia seca se obtuvieron con la densidad de población más baja, resultados que fueron consistentes en cada época de corte. En los cortes 1 y 4 se observó que al ir aumentando la densidad de población los rendimientos de materia verde y de materia seca también se incrementaban, esta respuesta se debió probablemente a que durante estos períodos el suelo captó una mayor cantidad de agua (Cuadro 2), mientras que en los cortes 2 y 3, que coincidieron con escasa precipitación pluvial, los mejores rendimientos se obtuvieron con las densidades intermedias, respuesta que ha sido observada por algunos investigadores en otras especies forrajeras de gramíneas y de leguminosas (Cantú, 1989; Skerman, et al., 1991).

También se observó que la densidad más alta afectó en forma negativa la producción de vainas, lo cual coincide con lo reportado por Robinson (1962) quien ha señalado que en la producción de semillas de leguminosas forrajeras se obtiene una respuesta favorable a bajas densidades.

Aunque no se conocen investigaciones que se hayan realizado con el objetivo de conocer los efectos que tiene la densidad de población sobre la calidad del forraje del huizachillo, algunos autores como Stallcup, et al. (1964) y Cantú (1989) señalan

que la densidad de siembra no tan sólo afecta la morfología, fisiología y comportamiento de las plantas, sino su calidad, el contenido de nutrientes y el aprovechamiento de éstos por los animales. Sobre este aspecto, en esta investigación se observó que de todas las variables nutricionales estudiadas (proteína cruda, fibra cruda, grasa, cenizas, fósforo y calcio) solamente el contenido de fibra cruda y el de grasa (Cuadro 9) fueron afectados en forma significativa por la densidad poblacional, lo cual indica que el contenido nutricional del huizachillo fue estable.

5.2. Disponibilidad de humedad.

El agua juega un papel muy importante en las plantas, pues todos los procesos fisiológicos están directamente afectados por la cantidad de agua que se encuentre disponible. Aunque la cantidad de agua usada directamente en las reacciones durante la fotosíntesis es pequeña, es considerada el factor que cuya deficiencia reduce más los rendimientos, lo cual ocurre debido a que existe un compromiso entre la absorción de CO_2 para la fotosíntesis y la pérdida de la misma por transpiración (Kramer, 1974; Stanhill, 1987; Aguilera y Martínez, 1990).

El huizachillo, al igual que otras especies de zonas áridas, posee gran habilidad para producir biomasa aún bajo condiciones desfavorables de humedad en el suelo (Villarreal, 1989; Martínez, 1991). Sin embargo, Stanhill (1987) reportó que la mayoría de las plantas que se desarrollan bajo condiciones naturales dentro de las zonas áridas, generalmente no manifiestan su potencial productivo, debido principalmente a los efectos de los factores ambientales que interaccionan con el genotipo, señalando que uno de estos factores limitantes en el desarrollo y producción de cualquier planta es el agua.

Lo anterior tiene relación con los resultados obtenidos en esta investigación (experimento 2), ya que los mejores rendimientos de materia verde, de materia seca, así como la mayor producción de vainas y mayor longitud de tallos se obtuvieron de los tratamientos irrigados en unicultivo. Esta respuesta por efecto de la irrigación ha sido también observada en otras especies silvestres de zonas áridas cuando son sometidas a cultivo (Hall, *et al.*, 1979; Sepúlveda, 1980).

Bajo condiciones de riego Puente (1992) reportó rendimientos de 5.5 ton/ha de materia verde y 3.5 ton/ha de materia seca de huizachillo asociado con pasto bermuda, rendimientos muy superiores a los encontrados en este experimento bajo la condición de huizachillo mezclado con gramíneas bajo riego (Figura 7 y Figura 8); sin embargo, en este experimento el rendimiento de materia verde del primer corte obtenido bajo riego pero en unicultivo (6.5 ton/ha) fue superior al reportado por dicho autor.

En esta investigación se observó que los rendimientos de materia verde y de materia seca del huizachillo obtenidos en cada corte y bajo riego, independientemente de la condición de cultivo, fueron inferiores a los rendimientos que se obtienen con otras especies leguminosas forrajeras irrigadas, ya sea mezcladas con gramíneas o en unicultivo (Robinson, 1962). Lo anterior es debido probablemente a que la densidad poblacional que se estableció en este experimento 2 fue baja comparada con la densidad que se recomienda en otras especies forrajeras cultivadas bajo condiciones de riego (Muslera y Ratera, 1991).

Los resultados obtenidos en esta investigación respecto a la longitud máxima de tallos (68.2 cm) que alcanzó el huizachillo en unicultivo y bajo condiciones de

riego antes del primer corte (60 días después de la siembra) (Figura 5) no coinciden con los reportados por otros autores, ya que Bendeck (1983) bajo riego y en condiciones de invernadero reportó que la longitud de tallos máxima del huizachillo a los 90 días después de la siembra fue de 12 cm, mientras que Villarreal (1989) observó que a los 30 días el crecimiento máximo de tallos fue de 21 cm.

El huizachillo mezclado con gramíneas, independientemente de la condición de humedad en el suelo, presentó la más baja producción de vainas (Figura 6), mientras que la irrigación del huizachillo en unicultivo favoreció a esta variable; lo anterior coincide con los resultados obtenidos por otros autores (Robinson, 1962; Taylor, 1980; Putnam, *et al.*, 1992) quienes han obtenido respuesta favorable en la producción de leguminosas de grano y en la producción de semillas para propósitos forrajeros por efecto de la irrigación.

Estos resultados obtenidos bajo las condiciones ambientales que se presentaron en Marín, Nuevo León, desde que inició el segundo experimento (1 de Mayo) hasta que terminó (2 de Noviembre), señalan que solamente fue posible realizar tres cortes, los mismos que recomendó Villarreal (1989) a partir de su estudio en el Municipio de Doctor Coss, Nuevo León.

En conjunto, los resultados de ambos experimentos indican que contando con un buen establecimiento de campo y aún bajo condiciones de temporal puede ser posible realizar hasta cuatro cortes por año, mismos que son recomendados en Hawaii, localidad donde mayormente es explotada esta especie en forma intensiva con rendimientos de materia seca durante tres años de hasta 23680 kg/ha, pero con un régimen de lluvias de hasta 2000 mm anuales (Hoc, 1979; Skerman, *et al.*, 1991).

El comportamiento del huizachillo bajo las condiciones ambientales de la región, pero irrigado, indica que fácilmente podrían realizarse hasta seis cortes por año.

Algunos investigadores han reconocido que la disponibilidad de humedad en el suelo puede afectar la calidad nutricional de un forraje (Heath, *et al.*, 1985; Robles, 1978). Sin embargo, en esta investigación los resultados mostraron que la irrigación tuvo poco efecto sobre los componentes analizados, ya que los contenidos porcentuales bajo condiciones de riego no fueron significativamente diferentes a los encontrados bajo condiciones de temporal. Esta respuesta se debió probablemente a que las cantidades de agua que recibieron los tratamientos irrigados y los que estuvieron bajo temporal no fueron suficientemente contrastantes para afectar los nutrientes que se analizaron, ya que Putnam, *et al.* (1992) reportan que fue necesario aplicar hasta 500 mm de agua para observar un incremento en el contenido de proteína en la leguminosa Lupinus albus.

5.3. Época de corte.

Tanto la época de siembra como la de corte de un cultivo para propósitos forrajeros están relacionadas con factores ambientales como la temperatura, el fotoperíodo y la temporada de lluvias, los cuales tienen mucha influencia sobre el comportamiento y calidad nutricional de las plantas.

En ambos experimentos fue evidente que la época de corte afectó los rendimientos de materia verde y de materia seca, así como la producción de vainas y la longitud de tallos, ya que los resultados obtenidos no fueron consistentes en cada uno de los cortes y por cada tratamiento.

No se conocen investigaciones respecto al efecto del fotoperíodo sobre el comportamiento del huizachillo; sin embargo, algunos autores han descrito el efecto de la temperatura sobre el comportamiento de esta especie (Villarreal, 1989; Martínez, 1991) señalando que en regiones semiáridas las bajas temperaturas afectan el crecimiento del huizachillo, lo anterior fue corroborado en esta investigación al realizar el tercer corte en el segundo experimento el cual coincidió con el descenso de la temperatura (Cuadro 2), observándose los más bajos rendimientos de materia verde y de materia seca, la menor producción de vainas y la menor longitud de tallos.

En general, en ambos experimentos no hubo efecto significativo por los tratamientos aplicados sobre la composición química del forraje; sin embargo, estas variables al parecer sí fueron afectadas por la época de corte (Cuadro 9 y Cuadro 20), ya que los porcentajes promedio variaron entre un experimento y el otro, quizás porque las muestras para estos análisis se obtuvieron en fechas diferentes (6 de Agosto para el primer ensayo y 2 de Noviembre para el experimento 2), aunque esto no se pudo comprobar estadísticamente. Estos resultados coinciden con los reportados por Neira (1993) quien encontró que los contenidos de proteína cruda y cenizas en huizachillo eran afectados por la estacionalidad, además Solano (1994) determinó que el contenido de minerales en el forraje de huizachillo también era afectado por la época de corte.

5.4. Competencia entre gramíneas y leguminosas.

Muslera y Ratera (1991) señalan que la competencia entre especies se establece cuando una de ellas crece más rápidamente que sus compañeras de

asociación. El mayor desarrollo de la planta más vigorosa da sombra a la otra, que se debilita por falta de luz, la función de fotosíntesis se reduce y con ello la actividad de las raíces, disminuyendo la absorción de nutrientes y agravándose el problema de crecimiento de la planta deprimida.

En este sentido, los resultados obtenidos en la presente investigación indican que se estableció una fuerte competencia entre el huizachillo y las gramíneas presentes en la mezcla, tanto bajo condiciones de riego como bajo temporal, observándose una pobre habilidad de la leguminosa para competir con las gramíneas, lo cual se vió reflejado en la baja producción de vainas, de materia verde y de materia seca de la leguminosa.

Lo anterior coincide con lo reportado por Skerman, *et al.* (1991) quienes señalan que dentro de cualquier mezcla de gramíneas y leguminosas es común observar cierta dificultad de las leguminosas para competir con las gramíneas, salvo un manejo muy adecuado (equilibrio entre leguminosas y gramíneas, fertilización, riegos, etc.).

Algunos autores coinciden en señalar que esta respuesta se debe por un lado a que las gramíneas tienen mayor capacidad que las leguminosas para absorber nutrientes como fosfatos, nitratos, sulfatos y potasio (Blaser y Brady, 1950; Molat y Walker, 1959). Por otro lado, Black (1957) observó que en una asociación leguminosa-gramínea, las leguminosas necesitaban la totalidad de la luz del día para crecer a su máxima capacidad fotosintética, mientras que las gramíneas podían alcanzar las mismas tasas de crecimiento con solamente el 80 % de dicha capacidad.

En esta investigación fue evidente que las gramíneas presentaron una mayor habilidad para competir por la luz que la leguminosa, lo anterior probablemente se debió también a que las gramíneas presentaron un hábito de crecimiento erecto, mientras que el huizachillo presentó tallos rastreros, decumbentes o ascendentes tal y como lo menciona Bendeck (1983).

Lo anterior tiene relación con lo reportado por Robinson (1962) quien señala que en una mezcla, las leguminosas de hábito de crecimiento erecto como la alfalfa, el trébol violeta y el lotus compiten mejor por la luz que las leguminosas rastreras como el trébol blanco y el trébol subterráneo.

Aunque no se cuantificó la cantidad de plantas por parcela de las gramíneas, fue evidente la baja densidad poblacional del huizachillo con respecto a la densidad poblacional de las gramíneas establecidas en la mezcla, por lo que ésto fue otro probable factor que ocasionó que el huizachillo presentara un rendimiento de materia verde y de materia seca muy reducidos. En este sentido, Muslera y Ratera (1991) señalan que un aspecto importante a considerar en el manejo de una mezcla entre gramíneas y leguminosas es la dosis de siembra para cada especie; la cual debe conducir a un equilibrio entre gramíneas y leguminosas.

A pesar de que los rendimientos de materia seca y de materia verde del huizachillo en la mezcla no fueron muy favorables, en este trabajo se observó que después de tres cortes la leguminosa no fue desplazada por las gramíneas, lo anterior se debió probablemente a que el huizachillo compite mejor con gramíneas de porte alto que con gramíneas rizomatozas o estoloníferas (Skerman, *et al.*, 1991), observaciones que coinciden con lo reportado por Puente (1992) quien señala que no

fue posible realizar un segundo corte de una asociación entre huizachillo y pasto bermuda cruz 2, aunque por comunicación personal lo anterior pudo deberse muy probablemente a que el corte del huizachillo no se realizó en forma adecuada.

5.5. El huizachillo como cultivo.

La hipótesis 2 se estableció como sigue: El huizachillo presenta características que le permitirán ser sometido a cultivo. Al respecto, esta hipótesis obedeció a que en los primeros trabajos con huizachillo en la región se concluyó que es una especie con capacidad para producir forraje de alta calidad, con adaptación al clima y suelo de la zona, con habilidad de recuperación al corte, por lo que se recomendaba la explotación de esta planta en la ganadería bajo pastoreo (Bendeck, 1983; Villarreal, 1989). Posteriormente, Martínez (1991) sugirió la posibilidad de la explotación intensiva del huizachillo, en asociación con pastos o en condiciones de cultivo. Sin embargo, ninguno de ellos hicieron observaciones del huizachillo bajo condiciones de cultivo, siendo lo más cerca a esto la investigación de Puente (1992).

Ahora bien, considerando el concepto que desde un punto de vista ecológico hace Rzedowski (1981) del término maleza como una planta silvestre que se desarrolla en hábitos totalmente artificiales como jardines, campos de laboreo, orillas de canales y caminos, entonces el huizachillo puede ser considerado una maleza, ya que la literatura reporta que se le puede encontrar en matorrales subespinosos no alterados por el hombre, pero también es muy frecuente su presencia en zonas de disturbio (Bendeck, 1983; Villarreal, 1989; Martínez, 1991). Esto se pudo corroborar en esta investigación, ya que para el primer experimento las plantas de donde se colectaron las semillas fueron encontradas al lado de edificios,

caminos y jardines de la FAUANL, y para el segundo experimento se usó semilla que germinó en forma natural en un campo de laboreo abandonado.

Otra característica que distingue a las malezas y a las plantas cultivadas es su falta de habilidad para competir con vegetación clímax, por lo que crecen en lugares en donde la competencia es reducida, no pudiendo competir con árboles, arbustos y pastos perennes (Hawkes, 1983); entonces el comportamiento del huizachillo al crecer mezclado con gramíneas, tal y como se pudo observar en el experimento 2, se puede explicar en general con lo señalado por este autor.

De acuerdo con Harlan (1975), un rasgo que distingue a las malezas ecológicas es su capacidad de plasticidad fenotípica en algunos caracteres, lo cual también fue observado en el huizachillo en las variables agrobiológicas estudiadas bajo diferentes condiciones de manejo agronómico como densidades de población, disponibilidad de humedad, condición de cultivo y época de corte.

Lo anterior indica que el huizachillo presenta características que le permiten ser manejado bajo condiciones de cultivo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación y bajo las condiciones particulares de la misma, se puede concluir lo siguiente.

1. El huizachillo mostró tener potencial para producir forraje al ser sometido a cultivo bajo un sistema de cortes periódicos.

2. La producción de forraje se vió afectada por efecto de las densidades de población evaluadas, las cuales interaccionaron con la época de corte.

3. En los resultados de la composición química evaluada en el forraje del huizachillo, sólo las variables fibra cruda y grasa fueron afectadas por la densidad de población.

4. El huizachillo, ya sea bajo condiciones de riego o bajo temporal, respondió en forma favorable en unicultivo para todas las variables agrobiológicas estudiadas; sin embargo, la mayor producción de biomasa fue obtenida del huizachillo creciendo bajo riego.

5. El huizachillo, tanto bajo condiciones de riego como bajo temporal, no mostró capacidad para competir al crecer mezclado con gramíneas, y aunque no fue desplazado por los pastos, la acumulación de biomasa por planta fue baja.

6. En este estudio se encontró que la disponibilidad de humedad no afectó la composición química del forraje; sin embargo, la condición de cultivo sí tuvo efecto en las variables contenido de cenizas y contenido de grasa.

7. Las variables contenido de proteína, calcio y fósforo no mostraron efecto por los factores densidad de población, disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Con base en lo anterior se plantean las recomendaciones que siguen.

1. El huizachillo en unicultivo o mezclado con gramíneas, pero en esta última cuidando el equilibrio entre huizachillo y gramínea en función de la densidad de población, sería una alternativa importante en aquellas áreas donde se cuente con la posibilidad de abastecer de agua al cultivo durante los meses de escasa o nula precipitación pluvial.

2. Se considera de gran importancia hacer investigaciones que permitan conocer la respuesta del huizachillo a condiciones limitadas de humedad bajo cultivo, así como los períodos críticos en que la tensión hídrica afecta más a su comportamiento, ya que lo anterior será útil para la planeación de las fechas de siembra y para hacer un uso más eficiente del agua.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aguilera C., M. y R. Martínez E. 1990. Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera. U.A.CH. México.
- Bailey M., A. M. 1976. Plantas utilizadas como forraje por el ganado caprino en los Municipios de Bustamante, Villaldama y Lampazos de Naranjo, Nuevo León. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Monterrey, N.L.
- Benavides G., T. 1989. Experiencia en el manejo de producción de zacate buffel y otras opciones en el norte de México. Manejo de pastizales. SOMMAP 3(1): 33-39.
- Bendeck A., N. L. 1983. Datos autoecológicos de (Desmanthus virgatus (L.) var. depressus Willd.) B. L. Turner (Leguminosa) en el norte de Nuevo León. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Monterrey, N.L.
- Black, J. N. 1957. The influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. Herb. Abstr., 27, 89-98.
- Blaser, R. E., and N. C. Brady. 1950. Nutrients competition in plant associations. Agron. J. 42: 45-44.
- Cantú B., J. E. 1989. Apuntes de cultivos forrajeros. Depto. de Fitomejoramiento, U.A.A.A.N.-U.L.
- Church, D. C. y J. Pond. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Nueva Edición. Edit. Limusa, México.

- Cronquist, A. 1978. *Introducción a la Botánica*. Edit. C.E.C.S.A. México, D.F.
- Cubero J., I. y M. T. Moreno. 1983. *Leguminosas de grano*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Cuevas S., J. S. 1989. *El proceso de selección bajo domesticación. Apuntes de Etnobotánica*. Departamento de Fitogenética. U.A.CH. México.
- Daubenmire, R. F. 1974. *Plants and environment: A textbook of autoecology*. New York, U.S.A.
- Duthil, J. 1989. *Producción de forrajes*. 4ª edición. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Estrada A., E. 1987. *Las leguminosas del Municipio de Linares, Nuevo León, México*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Monterrey, N.L.
- Fribourg, H. A., W. E. Brian, F. F. Bell, and G. J. Buntley. 1975. Performance of selected silage and summer annual grass crops as affected by soil type, planting date, and moisture regime. *Agron. J.* 7: 643-647.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Gillet, M. 1989. *Las Gramíneas Forrajeras*. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Hall, A. E., G. H. Canell, and H. W. Lewton. 1979. *Agriculture in Semi-Arid Environments*. By Springer Verlag. Berlin-Heidelberg, Germany.

- Hans, B. 1970. Elementos de nutrición animal. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Harlan, J. R. 1975. Crops and man. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin. U.S.A.
- Hart, H. T., and H. D. Wells. 1963. Effect of temperature and soils on emergence of summer annual forage grass. Agron. J. 57: 636-637.
- Hawkes, J. G. 1983. The diversity of crop plants. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. London, England. Printed in U.S.A.
- Heath, M. E., R. F. Barnes, and D. S. Metcalfe. 1985. Forages, the science of grassland agriculture. Iowa State University. U.S.A.
- Hoc, P. A. 1979. Tropical legumes, resource for the future. Ed. National Academic of Science. Washington, D.C. U. S. A.
- Hughes, H. L., M.E. Heat y D.S. Metcalfe. 1978. Forrajes. Edit. C.E.C.S.A. México.
- Isely, D. 1982. Leguminosae and Homo sapiens. Econ. Bot. 36: 47-70.
- Kramer, P. J. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas: una síntesis moderna. Edutex, S. A. México.
- Kulakow, P. A., L. L. Benson, and J. G. Vail. 1990. Prospects for domesticating Desmanthus illinoensis Bundelflower. Advances in new crops. Proceeding of the First National Symposium, New Crops. Indiana, U.S.A.

- Legorreta M., A. 1988. Estudio fitoecológico enfocado a la sistemática de malezas en el Campo Experimental de la FAUANL en el Municipio de Marín, N. L. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas UANL. Monterrey, N.L.
- López D., U. R. 1991 Estudio agrobiológico del mijo perla (Penisetum americanum (L.) Leeke.) como alimento para el ganado. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Monterrey, N.L.
- MacVaugh, R. 1987. Flora Novogaliciana. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Vol. V. Leguminosae. Ann. Arbor the University of Michigan Press. U.S.A.
- Martínez G., J. A. 1991. Análisis de crecimiento de huizachillo Desmanthus virgatus (L.) var. depressus (Willd.) y efecto del agobio hídrico sobre su germinación. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L.
- Mc Dowell, R., L. Joseph, F.G. Hembry, X. R. Luis y V. Juan. 1993. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Segunda edición. Departamento de Zootecnia, Universidad de Florida. U.S.A.
- Motta M., S. 1952. Grasses and fodder resources in the british tropics. J. Exp. Agric. 20 (8):7-8.
- Mouat, M. C. H., and T. W. Walker. 1959. Competition for nutrients between grasses and white clover. Plant and Soil. 11:41-52.
- Moya R., J. G. 1982. Estudio descriptivo y florístico de las unidades sinecológicas de la sierra de la silla, Nuevo León. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Monterrey, N.L.

- Muslera, P. y C. Ratera G. 1991. Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Neira M., R. R. 1993. Composición química y digestibilidad de la proteína de 15 arbustos nativos del noreste de México. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L.
- Puente T., M. 1992. Asociación del huizachillo (Desmanthus virgatus (L.) var. depressus Willd.) con bermuda cruzada 2 (Cynodon sp.) bajo condiciones de riego en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía en Marín, N. L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N. L.
- Putnam, D. H., L. A. Field, J. Wright, and K. K. Ayisi. 1992. Seed yield and water-use efficiency of white lupin as influenced by irrigation, row spacing, and weeds. *Agron. J.* 84:557-563.
- Quintanilla G., J. B. 1989. Determinación de la composición botánica de la dieta seleccionada por el venado cola blanca (Odocoileus virginianus texanus) en el norte del Estado de Nuevo León, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L.
- Robinson, D. H. 1962. Leguminosas forrajeras. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- Robles S., R. 1978. Producción de granos y forrajes. Segunda edición. Edit. Limusa. México.
- Ruiz L., M. A. 1993. Evaluación nutricional de tres especies de Lupinus silvestres en el estado de Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Veterinaria, U. de G. Guadalajara, Jal.
- Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Edit. Limusa. México, D. F.

- Sepúlveda B., I. J. 1980. Inducción de la jjoba al cultivo. Primera Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH. Monterrey, N. L.
- Skerman P., J., D. G. Cameron y F. Riveros. 1991. Leguminosas Forrajeras Tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Solano V., H. 1994. Dinámica estacional del contenido de minerales y taninos de forraje de 15 plantas arbustivas nativas del Estado de Nuevo León. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L.
- Sotelo, A. 1981. Las leguminosas silvestres, reservas de proteínas para la alimentación del futuro. Información Científica y Tecnológica, CONACyT. 3(54):28-32.
- Stallcup, O. T., G. V. Davis, and D. A. Ward. 1964. Factors influencing the nutritive value of forage utilized by cattle. Agr. Exp. Sta. Bull. Arkansas, U.S.A.
- Stanhill, G. 1987. Water use efficiency. Adv. Agron. 39:53-85.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1986. Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw-Hill. México. pp: 581-582.
- Taylor, H. M. 1980. Soybean growth and yield as affected by row spacing seasonal water supply. Agron. J. 72:543-547.
- Underwood, E. J. 1977. Trace Elements in Human and Nutrition. 4th. Ed. Academic Press. USA.

- Villarreal G., J. H. 1989. Estudio agroecológico y estimación de productividad del huizachillo (Desmanthus virgatus Willd.) en condiciones naturales. Tesis Profesional. ITESM. Monterrey, N.L.
- Willams, E. D. 1985. Tres arvenses solanáceas comestibles y su proceso de domesticación en el estado de Tlaxcala, México. Tesis de Maestría. U.A.CH.. México.
- Youngquist, J. B. 1989. Maximizing crop production in Botswana during years of drought. *Dissertation Abstracts International*. 49(7):242.

VIII. APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para longitud de tallos (cm) por efecto de la época de corte y densidad de población.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Densidad	3	112.1406	37.3802	4.3212	0.011 **
Epoca de corte	3	276.1484	92.0494	10.6411	0.000 **
Interacción	9	122.4375	13.6041	1.5727	0.166 NS
Error	32	276.8125	8.6503		
Total	47	787.5390			

C.V. = 7.79%

Cuadro 2A. Análisis de varianza para número de vainas por planta por efecto de la época de corte y densidad de población.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Densidad	3	24435.750	8145.250	35.4753	0.000 **
Epoca de corte	3	31098.000	10366.000	45.1474	0.000 **
Interacción	9	12403.343	1378.149	6.0023	0.000 **
Error	32	7347.312	229.603		
Total	47	75284.406			

C.V. = 14.97%

Cuadro 3A. Análisis de varianza para rendimiento de materia verde (g/par.) por efecto de la época de corte y densidad de población.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Densidad	3	2648116.00	882705.312	82.1073	0.000 **
Epoca de corte	3	866898.00	288966.000	26.8790	0.000 **
Interacción	9	709650.00	78850.00	7.3345	0.000 **
Error	32	344020.00	10750.625		
Total	47	456868.00			

C.V. = 12.78%

Cuadro 4A. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca (g/par.) por efecto de la época de corte y densidad de población.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Densidad	3	360732.50	120244.164	77.843	0.000 **
Epoca de corte	3	99968.50	33322.832	1.572	0.000 **
Interacción	9	65294.50	7254.687	4.69	0.001 **
Error	32	49430.00	1544.68		
Total	47	575425.50			

C.V. = 12.65%

Cuadro 5A. Análisis de varianza para componentes nutricionales por efecto de la densidad de población.

Proteína cruda (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	3	0.304688	0.10156	0.4422	0.730 N S
Error	12	2.75585	0.229655		
Total	15	3.060547			
C.V. = 1.80%					
Cenizas (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	3	7.662598	2.554199	1.2902	0.323 N S
Error	12	23.756836	1.97973		
Total	15				
C.V. = 8.44%					
Fibra cruda (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	3	35.339844	11.779948	26.9256	0.000 **
Error	12	5.250000	0.437500		
Total	15	40.589844			
C.V. = 1.97%					
Grasa (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	3	9.267700	3.089233	6.8799	0.006**
Error	12	5.388245	0.449020		
Total	15	14.655945			
C.V. = 9.51%					
Calcio (datos no transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	3	5.210449	1.736816	1.4301	0.282 N S
Error	12	14.57373	1.214478	1.214478	
Total	15	19.78418			
C.V. = 7.88%					
Fósforo (datos no transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	3	0.066462	0.022154	0.7503	0.601 N S
Error	12	0.406791	0.034066		
Total	15	0.475252			
C.V. = 17.4%					

Cuadro 6A. Análisis de correlación entre componentes nutricionales y agrobiológicos evaluados en el primer experimento.

	RMV	RMS	Long.	Vainas	P.C.	Cenizas	F.C.	Grasa	P	Ca
RMV	-----	0.96 **	0.33	0.13	0.19	0.06	0.56 *	0.79**	0.61 *	-0.34
RMS	-----	-----	0.31	0.16	0.14	0.23	0.53*	0.76**	0.69**	-0.24
Long.	-----	-----	-----	0.76**	-0.05	0.21	-0.31	0.19	0.21	0.30
Vainas	-----	-----	-----	-----	0.01	0.08	-0.46	0.21	0.03	0.37
P.C.	-----	-----	-----	-----	-----	0.15	0.24	0.06	0.00	0.16
Cenizas	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.03	0.11	0.41	0.53*
F.C.	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.65**	0.25	-0.45
Grasa	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.43	-0.50*
P	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.07
Ca	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

NS = Correlación no significativa

* = Correlación significativa al nivel de 0.05

** = Correlación significativa al nivel de 0.01

RMV = Rendimiento de materia verde

RMS = Rendimiento de materia seca

Long. = Longitud de tallos

Vainas = Número de vainas por planta

P.C. = Proteína cruda (%)

Cenizas = Cenizas (%)

F.C. = Fibra cruda (%)

P = Fósforo

Ca = Calcio

Cuadro 7A. Análisis de varianza para longitud de tallos (cm) por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo del huizachillo en tres épocas de cortes.

	Primer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	40.5058	10.1264	0.4912	0.744
Dispon. de humedad	1	3844.759	3844.7597	186.505	0.000**
Condición de cultivo	1	2506.560	2506.5605	121.590	0.000**
Interacción	1	571.386	571.3867	27.717.	0.000**
Error	12	247.378	20.6147		
Total	19	7210.589			

C.V. = 12.1%

	Segunda	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	44.7109	11.177	1.4855	0.267
Dispon. de humedad	1	2.3242	2.324	0.308	0.59 NS
Condición de cultivo	1	4170.273	4170.273	554.20	0.000**
Interacción	1	14.43	14.437	1.9	0.18NS
Error	12	90.29	7.524		
Total	19	4322.04			

C.V. = 5.23%

	Tercer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	5.581	1.3952	0.278	0.886
Dispon. de humedad	1	3067.764	3067.764	612.974	0.000**
Condición de cultivo	1	191.583	191.583	38.280	0.000**
Interacción	1	1.200	1.200	0.239	0.63NS
Error	12	60.0566	5.004		
Total	19	3326.186			

C.V. = 7.25 %

Cuadro 8A. Comparación de medias para longitud de tallos (cm) del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	37.62	31.92	34.77 A
Temporal	13.34	6.66	10.00 B
Media	25.48 A	19.29B	22.38

Factor A = Condición de cultivo del huizachillo

Factor B = Disponibilidad de humedad

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la producción de vainas por planta por el efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en tres épocas de corte.

	Primer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	378.640	94.660	0.975	0.542
Dispon. de humedad	1	9383.109	9383.109	96.690	0.00 **
Condición de cultivo	1	29737.468	29737.468	306.436	0.00 **
Interacción	1	9039.757	9039.757	93.152	0.00 **
Error	12	1164.515	97.042		
Total	19	49703.492			
C.V. = 24.41%					
	Segunda	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	1401.453	350.363	1.094	0.404
Dispon. de humedad	1	38.085	38.085	0.1198	0.73NS
Condición de cultivo	1	91341.132	91341.132	285.295	0.000**
Interacción	1	27.851	27.851	0.087	0.77NS
Error	12	3841.953	320.162		
Total	19	96650.47			
C.V. = 25.72%					
	Tercer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	68.235	17.058	0.706	0.604
Dispon. de humedad	1	1759.689	1759.689	72.900	0.000**
Condición de cultivo	1	3666.634	3666.634	151.900	0.000**
Interacción	1	246.400	246.400	10.207	0.008**
Error	12	289.660	24.138		
Total	19	6030.620			
C.V. = 24.55%					

Cuadro 10A. Comparación de medias para la variable vainas por planta del tercer corte por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	46.44 A	12.34 A	29.39 a
Temporal	20.66 B	0.60 B	10.63 b
Media	33.66	6.47	20.01
Comparación de medias del factor disponibilidad de humedad dentro de los niveles del factor condición de cultivo.			
Factor A	Factor B		Media
	Unicultivo	Mezclado	
Riego	46.44 A	12.34 B	29.39
Temporal	20.66 A	0.60 B	10.63
Media	33.66 a	6.47 b	20.01
Comparación de medias del factor condición de cultivo dentro de los niveles del factor disponibilidad de humedad.			

Cuadro 11A. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde (g/par.) por el efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en tres épocas de corte.

	Primer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	51536.500	12884.125	1.0649	0.416
Dispon. de humedad	1	645770.250	645770.250	53.371	0.00 **
Condición de cultivo	1	1635920.25	1635920.25	135.206	0.00 **
Interacción	1	594159.500	594159.500	49.106.	0.00 **
Error	12	145193.500	12099.458		
Total	19	3072580.00			
C.V. = 35.35%					
	Segunda	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	20854.000	5213.500	3.036	0.060
Dispon. de humedad	1	145.750	145.750	0.084	0.772 NS
Condición de cultivo	1	2215716.00	2215716.00	1290.301	0.000 **
Interacción	1	222.2500	222.2500	0.1294	0.725 NS
Error	12	20606.500	1717.208		
Total	19	2257544.50			
C.V. = 10.85%					
	Tercer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	612.125	153.031	0.284	0.882
Dispon. de humedad	1	277065.750	277065.750	514.275	0.000 **
Condición de cultivo	1	211644.687	211644.687	392.844	0.000 **
Interacción	1	35145.7500	35145.7500	65.235	0.000 **
Error	12	6465.000	538.750		
Total	19	530933.312			
C.V. = 12.45%					

Cuadro 12A. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca (g/par.) por el efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo en tres épocas de corte.

	Primer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	4091.187	1022.796	1.090	0.405
Dispon. de humedad	1	58752.906	58752.906	62.633	0.000 **
Condición de cultivo	1	217319.593	217319.593	131.673	0.000 **
Interacción	1	50803.093	50803.093	54.1587.	0.000 **
Error	12	11256.500	938.041		
Total	19	342223.281			
C.V. = 26.56%					
	Segunda	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	1582.437	395.609	3.676	0.035
Dispon. de humedad	1	23.125	23.125	0.2149	0.655 NS
Condición de cultivo	1	294734.968	294734.968	2739.199	0.000 **
Interacción	1	45.875	45.875	0.426	0.532 NS
Error	12	1291.187	107.598		
Total	19	297677.593			
C.V. = 7.28%					
	Tercer	época	de	corte	
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	209.132	52.283	0.795	0.552
Dispon. de humedad	1	47648.328	47648.328	724.538	0.000 **
Condición de cultivo	1	45754.140	45754.140	695.735	0.000 **
Interacción	1	13676.453	13676.453	207.963	0.000 **
Error	12	789.164	65.763		
Total	19	108077.213			
C.V. = 11.04%					

Cuadro 13A. Análisis de varianza para componentes nutricionales por efecto de la disponibilidad de humedad y condición de cultivo.

Proteína cruda (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	2.937500	0.734375	1.5331	0.254
Dispon. de humedad	1	0.082031	0.082031	0.1713	0.688 NS
Condición de cultivo	1	0.9082103	0.9082103	1.8960	0.191 NS
Interacción	1	0.211914	0.211914	0.4424	0.525 NS
Error	12	5.748047	0.479004		
Total	19	9.887695			

C.V. = 2.5 %

Cenizas (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	2.054199	0.513550	0.8530	0.520
Dispon. de humedad	1	2.131836	2.131836	3.5410	0.082 NS
Condición de cultivo	1	10.791016	10.791016	17.9238	0.001 **
Interacción	1	0.581543	0.581543	0.9659	0.653 NS
Error	12	7.224609	0.602051		
Total	19	22.783203			

C.V. = 4.02%

Fibra cruda (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	4.290039	1.072510	0.1917	0.936
Dispon. de humedad	1	0.101563	0.101563	0.0182	0.890 NS
Condición de cultivo	1	1.653320	1.653320	0.2955	0.602 NS
Interacción	1	3.452148	3.452148	0.6170	0.547 NS
Error	12	67.143555	5.295296		
Total	19	76.640625			

C.V. = 10.20 %

Grasa (datos transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	1.2512	0.3128	0.7658	0.557
Dispon. de humedad	1	0.1512	0.1512	0.3800	0.555 NS
Condición de cultivo	1	2.6209	2.6209	6.5843	0.024 *
Interacción	1	2.6209	2.6209	6.5864	0.024 *
Error	12	4.776	0.3980		
Total	19	11.42			

C.V. = 10.87%

Calcio (datos no transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	4.142822	1.035706	1.1693	0.373
Dispon. de hum	1	3.200073	3.200073	3.6128	0.079 NS
Condición cultivo	1	1.057983	1.057983	1.1944	0.296 NS
Interacción	1	0.008057	0.008057	0.0091	0.923 †
Error	12	10.629150	0.885763		
Total	19	19.038086			

C.V. = 9.31 %

Fósforo (datos no transformados)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Repeticiones	4	0.002092	0.000523	0.4018	0.805
Dispon. de humedad	1	0.000953	0.000953	0.7318	0.587 NS
Condición de cultivo	1	0.000326	0.000326	0.2502	0.630 NS
Interacción	1	0.000656	0.000656	0.5038	0.503 NS
Error	12	0.015622	0.001302		
Total	19	0.019648			

C.V. = 9.43 %

Cuadro 14A. Análisis de correlación entre componentes nutricionales y agrobiológicos evaluados en el segundo experimento.

	RMV	RMS	Long.	Vainas	P.C.	Cenizas	F.C.	Grasa	P	Ca
RMV		0.98**	0.84 **	0.94**	-0.30	-0.69**	-0.81	0.40	0.02	-0.44*
RMS			0.78**	0.94**	-0.29	-0.69**	-0.13	0.01	0.08	-0.40
Long.				0.71**	-0.12	-0.45*	0.02	-0.01	0.20	-0.43
Vainas					-0.35	-0.82**	-0.05	0.12	-0.04	-0.36
P.C.						0.39	-0.24	0.16	0.35	0.36
Cenizas							0.14	0.2	0.27	0.43
F.C.								0.14	-0.30	-0.15
Grasa									0.13	-0.02
P										0.27
Ca										

NS = Correlación no significativa

* = Correlación significativa al nivel de 0.05

** = Correlación significativa al nivel de 0.01

RMV = Rendimiento de materia verde

RMS = Rendimiento de materia seca

Long. = Longitud de tallos

Vainas = Número de vainas por planta

P.C. = Proteína cruda (%)

Cenizas = Cenizas (%)

F.C. = Fibra cruda (%)

P = Fósforo

Ca = Calcio

12584

