

Veterinaria México

Volumen 34
Volume

Número 2
Number

Abril-Junio 2003
April-June

Artículo:

Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovilla

Derechos reservados, Copyright © 2003:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

Otras secciones de
este sitio:

- 👉 [Índice de este número](#)
- 👉 [Más revistas](#)
- 👉 [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

- 👉 [Contents of this number](#)
- 👉 [More journals](#)
- 👉 [Search](#)



Medigraphic.com

Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovido*

Dry matter yield and nutritive value of four alfalfa varieties associated with white clover, perennial ryegrass, tall fescue and orchard grass

José Luis Camacho García**
José Guadalupe García-Muñiz**

Abstract

The objective of this study was to evaluate forage dry matter (DM) yield, the extent of nodulation, number of stems per crown of alfalfa plant, nutritive value and botanical composition of four alfalfa varieties (Cuf-101, Jupiter, Moapa and San Miguelito) associated with a grass-legume mixture composed of white clover, perennial ryegrass, orchard grass, and tall fescue during the year of establishment. A field of eight hectares was sown with the grass-legume mix and the four alfalfa varieties using a randomized complete block design. Total number of plants per square meter did not differ among the associations containing the four alfalfa varieties three weeks after emergence, and on average there were 635 plants per square meter. During the pasture's establishing phase, legumes were the highest ($P < 0.005$) contributors to the herbage mass (43.5%), followed by grasses (36%), and unsown species (20.5%). Number of nodules did not differ among alfalfa varieties five weeks after emergence, and on average there were 12.5 nodules per plant. Jupiter had more ($P < 0.05$) stems per crown (35.4) than Cuf-101 (22.5). Moapa (32.4) and San Miguelito (26.0) varieties had intermediate values that did not differ from those of Cuf-101 and Jupiter. Plant height was the highest ($P < 0.001$) in summer (54 cm) and the lowest in winter (33 cm). The botanical composition did not differ for the grass-legume associations, but significantly ($P < 0.05$) changed with the season of the year. Grasses were more abundant in spring (28%) and summer (27.3%), and legumes in summer (68.9%), autumn (61.1%) and winter (61%), weeds in spring (32.1%), and dead herbage in autumn (18.3%) and winter (18.7%). There were no differences among alfalfa varieties in the leaf to stem ratios. Across varieties, however, the stem was the highest ($P < 0.05$) contributor to the total plant mass with 58%. Pasture nutritive value did not differ among the associations containing the four alfalfa varieties. The performance of the associations containing the four alfalfa varieties during the first year of production was very similar. However, the association containing the Jupiter alfalfa variety yielded more ($P < 0.05$) herbage DM per year (33.8 tons/ha) than the associations containing Cuf-101 (29.7 tons/ha), Moapa (30.6 tons/ha) or San Miguelito (29.3 tons/ha) varieties, which makes it a valuable material to use in mixed grass-legume pastures.

Key words: MIXED GRASS-LEGUME PASTURES, ALFALFA VARIETIES, PASTURE GROWTH RATE, PASTURE NUTRITIVE VALUE.

Recibido el 2 de mayo de 2002 y aceptado el 13 de septiembre de 2002.

* Este trabajo forma parte de la tesis de maestría en ciencias en producción animal del primer autor.

** Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, 56230, Estado de México, México.
E-mail: jgarciam@taurus1.chapingo.mx

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar durante el año de establecimiento la producción de materia seca (MS) de forraje, el número de nódulos y de tallos por corona de plantas de alfalfa, el valor nutritivo del forraje y la composición botánica de la pradera de cuatro variedades de alfalfa (Cuf-101, Júpiter, Moapa y San Miguelito), asociadas con trébol blanco y la mezcla de pastos (ovillo, ballico perenne y festuca alta). El experimento se estableció en ocho hectáreas de terreno, usando un diseño experimental de bloques al azar. El número de plantas totales emergidas/m² al establecimiento de la pradera fue similar en las asociaciones conteniendo las cuatro variedades de alfalfa en evaluación. En promedio se obtuvo una densidad de 635 plantas totales/m². Durante la fase de establecimiento la mayor participación ($P < 0.005$) en la masa de forraje la tuvieron las leguminosas con 43.5%, seguidas por las gramíneas con 36%, y finalmente las especies no sembradas con 20.5%. El número de nódulos a las cinco semanas de edad fue similar para las cuatro variedades sembradas en cada una de las asociaciones; en promedio se obtuvieron 12.5 nódulos por planta de alfalfa. La variedad Júpiter presentó mayor ($P < 0.05$) número de tallos por corona de alfalfa (35.4) que la variedad Cuf-101 (22.5); las variedades Moapa (32.4) y San Miguelito (26.0) presentaron valores intermedios y estadísticamente similares a los de las otras dos variedades. La estación del año afectó significativamente ($P < 0.001$) la altura de la pradera, registrándose la máxima en el verano (54 cm) y la más baja en el invierno (33 cm). La estación del año afectó significativamente ($P < 0.05$) la composición botánica de la pradera. Las gramíneas tuvieron mayor participación durante primavera (28%) y verano (27.3%); las leguminosas durante verano (68.9%), otoño (61.1%) e invierno (61.0%); las malas hierbas durante primavera (32.1%), y el material muerto durante otoño (18.3%) e invierno (18.7%). Las variedades de alfalfa presentaron proporciones similares de hoja y tallo; dentro de cada variedad el tallo ocupó la mayor ($P < 0.05$) participación en la planta con 58%. El valor nutritivo del forraje fue similar para las asociaciones conteniendo las cuatro variedades de alfalfa. Los resultados indican que durante el primer año de evaluación, las asociaciones conteniendo las cuatro variedades de alfalfa tuvieron un desempeño similar en las variables de establecimiento de la pradera y valor nutritivo de la masa de forraje. Sin embargo, la asociación con la variedad Júpiter produjo mayor ($P < 0.01$) cantidad de MS/ha/año (33.8 ton) que las asociaciones con las variedades Cuf-101 (29.7 ton), Moapa (30.6 ton) y San Miguelito (29.3 ton), por lo que se destaca su valor en sistemas de producción, como el del presente experimento.

Palabras clave: PRADERAS ASOCIADAS GRAMÍNEA-LEGUMINOSA, VARIEDADES DE ALFALFA, TASA DE CRECIMIENTO DEL FORRAJE, VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE.

Introduction

Most of Mexico's milk production is obtained from its temperate and semiarid regions, and greatly depends on alfalfa (*Medicago sativa*) as the main source of forage.¹ In these regions, where milk is produced in systems of total confinement, alfalfa is sown as a single crop and utilized through cutting. With the exception of those systems in which milk is produced from grazed pastures, the establishment of mixed alfalfa-grass pastures in Mexico is uncommon.

Mixed grass-legume pastures offer advantages over single alfalfa crops such as faster establishment, better seasonal distribution of pasture growth and higher nutritive value. Equally important is the economic benefit of saving on nitrogen fertilizer due to biological fixation of atmospheric nitrogen by legumes and bacteria of the *Rhizobium* genus.²

Introducción

En México la mayor producción de leche se obtiene de las zonas templadas y semiáridas, y depende en gran medida del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) como principal fuente de forraje.¹ En estas regiones, con sistemas especializados de producción de leche en confinamiento total, la alfalfa se maneja en la mayoría de los casos como cultivo monófito y para corte. Con excepción de los sistemas de producción de leche que utilizan el pastoreo en estas regiones, es muy raro encontrar cultivos de alfalfa que se siembren en asociación con pastos mejorados.

La utilización de praderas asociadas, gramíneas-leguminosas, se justifica por las ventajas que se obtienen al lograrse un establecimiento más rápido, mejor distribución estacional de la producción de forrajes y mayor valor nutritivo de la dieta. De igual importancia es la economía que se logra por el menor uso de fertilizantes nitrogenados,

However, to obtain a successful alfalfa-grass mixed pasture the following factors have to be taken into account: a) the use of forage plants well adapted to climatic and soil local conditions, b) selection of compatible species and cultivars of grasses and legumes, c) to add in the seed mix a higher proportion of legume than grass seed.³ It is also important to take into account the compatibility of species to be associated. The species in the mix preferably should have similar growth and maturation patterns. This can help find the optimum time to harvest and the point in time when pasture production is maximum.⁴

Unlike other countries like the United States of America and Canada, in which winters are long and cold, Mexico has regions with climatic conditions that allow milk and meat production all year round without confining the herd. This mild and short winter in Mexico's milk producing regions allows pasture to grow during winter and the possibility of utilizing it through grazing. Milk production through grazing in Mexico's temperate area has become more popular among dairy farmers from the states of Guanajuato, Estado de México, Puebla and Hidalgo.⁵ The system is based on alfalfa pastures mixed with improved temperate grasses such as perennial ryegrass (*Lolium perenne*), orchard grass (*Dactylis glomerata*), and the new varieties of tall fescue (*Festuca arundinaceae*) free of endophyte. This new scenario of producing milk from grazed pastures requires research directed to evaluate production and quality of mixed grass-legume pastures.

This experiment established the alfalfa varieties Cuf-101, Jupiter, Moapa and San Miguelito in association with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and the same mix of grasses composed by orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula), perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra) and tall fescue (*Festuca arundinacea*, var. Barcel). The objectives were: a) to evaluate annual pasture dry matter yield per hectare, b) to determine the relationship between pasture height and dry matter yield, c) to evaluate the number of stems per crown for each alfalfa variety, d) to evaluate the degree of nodulation of the four alfalfa varieties, and e) to evaluate pasture's botanical composition and nutritive value when grazed by milking dairy cows.

Material and methods

Experimental site and duration of the experiment

The experiment was carried out at Chapingo's experimental farm, located at Universidad Autónoma

al aprovechar la fijación simbiótica de nitrógeno que realizan las leguminosas con la bacteria del género *Rhizobium*.²

Sin embargo, para lograr una buena asociación de alfalfa con pastos mejorados deberán tenerse en cuenta factores como: a) utilizar plantas bien adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas del terreno, b) seleccionar especies y cultivares de leguminosas y gramíneas compatibles, y c) poner en la mezcla mayor proporción de semilla de leguminosa que de gramínea.³ También se debe tomar en cuenta la compatibilidad de las especies que se van a asociar. Las especies preferentemente deberán tener hábitos de crecimiento y maduración similar, de no ser así sería más difícil encontrar el momento óptimo de cosecha, en donde se alcance la mayor calidad y producción de la pradera.⁴

A diferencia de algunos países como Canadá o Estados Unidos de América, donde los inviernos son severos y prolongados, México tiene zonas de producción de leche con condiciones climáticas favorables para la producción de carne y leche a la intemperie durante todo el año. La ausencia de inviernos crudos y prolongados en las zonas productoras de leche de México, permite el crecimiento de las especies forrajeras durante el invierno y la posibilidad de uso directo por el animal a través del pastoreo. El sistema de producción de leche en pastoreo en la zona templada de México gana cada día más adeptos, como lo demuestran los recientes desarrollos lecheros en los estados de Guanajuato, Estado de México, Puebla e Hidalgo.⁵ Este sistema se ha basado fundamentalmente en el establecimiento de praderas de alfalfa mezcladas con pastos mejorados como ballico perenne (*Lolium perenne*), pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) y las nuevas variedades de festuca alta (*Festuca arundinaceae*) libres de endofito. Este nuevo escenario de producción requiere de investigación enfocada a evaluar la producción y calidad de las praderas asociadas de gramíneas y leguminosas, con el propósito de encontrar una alternativa de producción de forraje de buena calidad durante todo el año.

En el presente trabajo se establecieron las variedades de alfalfa Cuf-101, Júpiter, Moapa y San Miguelito asociadas con trébol blanco (*Trifolium repens*, var. Ladino) y la misma mezcla de pastos compuesta por pasto ovilla (*Dactylis glomerata*, var. Baraula), ballico perenne (*Lolium perenne*, var. Barlatra) y festuca alta (*Festuca arundinacea*, var. Barcel). Los objetivos fueron: a) evaluar la producción anual y por corte de materia seca por hectárea, b) determinar la relación entre la altura de la pradera y producción de materia seca, c) evaluar el número de tallos por corona para cada variedad de alfalfa, d) evaluar el grado de nodulación de las cuatro variedades de alfalfa y e) evaluar la composición botánica y valor nutritivo de la pradera cuando se utiliza con ganado lechero.

Material y métodos

Localización del sitio y duración del periodo experimental

El experimento se realizó en el predio denominado "El Olivar", del campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de Méxi-

Chapingo, Chapingo, State of Mexico, Mexico. The experimental site is located at 19° 29' North and 98° 53' West, at 2 250 m above sea level. The experimental area consisted of 8.02 hectares of land previously used for oats and maize crops. The climate, according to Garcia⁶, is Cb(wo)(w)(i')g, which corresponds to a temperate-subhumid, the driest of the subhumid climates. Average annual rainfall is 644.8 mm, with a rainy season during summer. Average annual temperature ranges from 12° to 18 °C, with a thermal oscillation between 5 and 7 °C, and a Ganges-type temperature pattern, with May as the hottest and January as the coldest months of the year.⁶

Soil type at the experimental site is sandy loam, finely mixed, isothermal, deep and black in color, slightly stony and of medium texture. This soil type has an intermediate water holding capacity, pH from neutral to slightly alkaline, and it is slightly rich in organic matter.⁷

The experimental period started on the 6th of January 2000, which corresponded with the sowing date, and ended on February 2001, that was the month in which the last sampling took place.

Climatic conditions during the evaluation period

Figure 1 shows both the rainfall and temperature patterns during the evaluation period. According to the meteorological data collected at Chapingo's meteorological station, the 2000 winter was 'warmer' than usual.

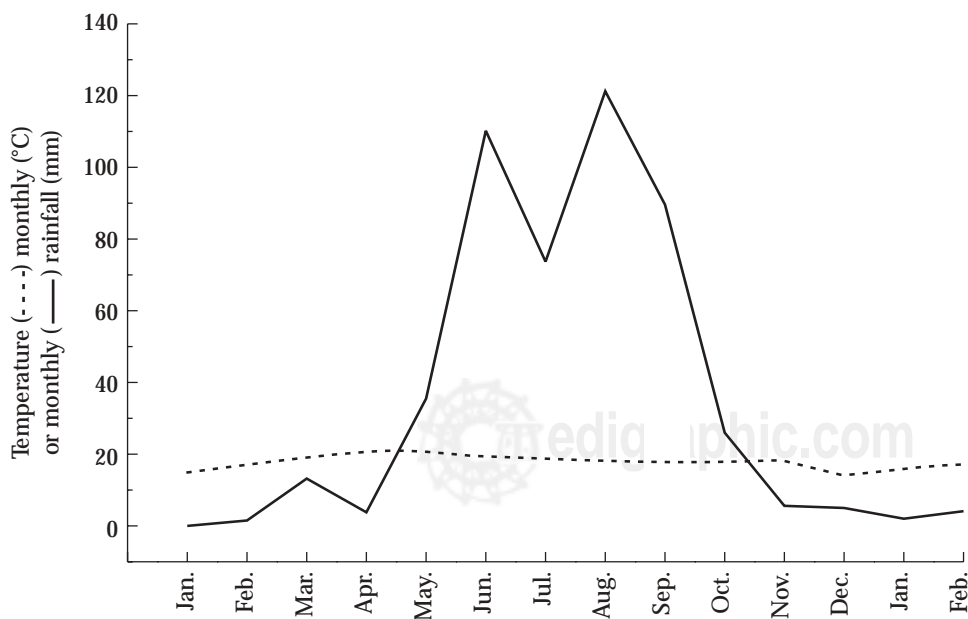


Figura 1. Régimen de temperatura (---) y precipitación (—) durante el periodo experimental (enero 2000-febrero 2002), según datos de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Chapingo.

Temperature (---) and rainfall (—) regime during the experimental period (January 2000-February 2002), according to data from the University's meteorological station.

co, México. Para el ensayo se dispuso de un área de 8.02 hectáreas compuesta por tablas agrícolas contiguas. El sitio se localiza entre los 19° 29' de latitud Norte y 98° 53' de longitud Oeste, a 2250 msnm. La fórmula climática que le corresponde al área de estudio es Cb(wo)(w)(i')g, que corresponde a clima templado-subhúmedo, el más seco de los subhúmedos. La precipitación promedio anual es de 644.8 mm, con régimen de lluvias en verano. La temperatura media anual varía entre 12° y 18 °C con oscilación térmica entre 5 y 7 °C y una marcha de la temperatura tipo Ganges, siendo mayo el mes más caliente y enero el más frío.⁶

El tipo de suelo del área experimental corresponde a la familia francoso, fino, mezclado, isotérmico, subgrupo Vertic Argustoll, suborden ustoll, orden mollisol, que son suelos profundos de color negro, ligeramente pedregosos y de textura media. Estos suelos tienen una capacidad media de retención de agua, pH de neutro a ligeramente alcalino, y son medianamente ricos en materia orgánica.⁷

El periodo experimental comprendió del 6 de enero de 2000, que fue la fecha en que se realizó la siembra de la pradera, hasta febrero de 2001, que correspondió al mes en que se realizó el último muestreo.

Condiciones climáticas durante el periodo de evaluación

La Figura 1 muestra la distribución de la precipitación y la temperatura media mensual para el periodo de evaluación. De acuerdo con los registros históricos de la estación meteorológica de la UACh, en 2000 se presentó un invierno más caliente de lo normal.

Preparación del terreno, siembra y fertilización

Primeramente se realizó el barbecho de las tablas, posteriormente se dio un paso de rastra de discos para

Land preparation, sowing and fertilization

Firstly the land was plowed, then disked and finally leveled. Sowing was mechanical using a small grain seeder.* Sowing date was January the 6th.

To facilitate sowing the pasture species at the prescribed sowing rates, the small grain seeder was calibrated first to sow the alfalfa-clover mix. Sowing rates were 12 and 1.5 kg of commercial seed per hectare for alfalfa and white clover, respectively. Once the legume mix was sown, the small grain seeder was calibrated to sow 20 kg of commercial seed of the grass mix. The grass mix was composed by 10, 8 and 2 kg of commercial seed/ha, of perennial rye grass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula), and tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel), respectively.

The legume mix was sown following a North-South direction and the grass mix an East-West direction, to form a square-like sowing pattern. During the second pass of the small grain seeder a fertilizer mix was applied. The fertilizer mix consisted of 100 kg/ha of diamonium phosphate (18-46-00) and 75 kg/ha of urea (46-00-00). This mix provided the fertilization formula 52.5-46-00. To improve the seed to soil contact and ensure pasture establishment, the small grain seeder was fitted with a bunch of tree branches to cover the seed and fertilizer.

Variables of seed quality such as percentage of purity, percentage of germination, pure live seed (PLS), and sowing rates of both commercial seed and PLS for each of the pasture species are given in Table 1.

Experimental design

Treatments consisted of four alfalfa varieties associated with white clover and the same grass mix. The alfalfa varieties evaluated were Cuf-101, Jupiter, Moapa, and San Miguelito. The grass mix was composed by orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula), perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra) and tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel). The experimental unit was a rectangular strip of land which varied from 3 881.3 to 6 183.0 m². Each strip of land contained the respective alfalfa variety and the same mix of grasses. Due to the differences in slope the experimental site was divided in four blocks, thus taking advantage of previous agricultural divisions. Within each block the soil and slope conditions were as homogeneous as possible. Each block was divided in four equally sized strips of land, and an

desmenuzar los terrones grandes, y finalmente se procedió a la nivelación de los terrenos. La siembra fue mecánica y se realizó el 6 de enero de 2000 con una sembradora de granos pequeños.*

Para facilitar la siembra en las densidades previstas para cada una de las especies que conformarían la mezcla, la sembradora se calibró para sembrar primero la mezcla de alfalfa y trébol, a razón de 12 y 1.5 kg de semilla comercial/ha, respectivamente. Terminada la siembra de la mezcla de leguminosas, se procedió a sembrar la mezcla de pastos, a razón de 20 kg de semilla comercial/ha, compuesta por diez kg de ballico perenne (*Lolium perenne*, var. Barlatra), dos kg de festuca alta (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) y ocho kg de pasto ovollo (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

La mezcla de leguminosas se sembró siguiendo una orientación Norte-Sur y las gramíneas en dirección Este-Oeste, para formar una especie de cuadrícula en el terreno. En el segundo paso de la sembradora se aplicó, por única vez, una mezcla de fertilizantes químicos compuesta por 100 kg/ha de fosfato diamónico (18-46-00) y 75 kg/ha de urea (46-00-00), con la cual se logró la fórmula de fertilización 52.5-46-00. Para mejorar el contacto de la semilla y el fertilizante con el suelo, y de esa manera asegurar el establecimiento de la pradera, en el segundo paso de siembra se acopló en la parte trasera de la sembradora una rastra de ramas.

Las variables de calidad de la semilla como los porcentajes de pureza, germinación, semilla pura viable (SPV), así como las densidades de siembra de semilla comercial y semilla pura viable de cada una de las especies y variedades sembradas, se presentan en el Cuadro 1.

Diseño experimental

Los tratamientos consistieron en cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco y la misma mezcla de pastos. Las variedades de alfalfa que se evaluaron fueron Cuf-101, Júpiter, Moapa, y San Miguelito. La mezcla de pastos estuvo constituida por pasto ovollo (*Dactylis glomerata*, var. Baraula), ballico perenne (*Lolium perenne*, var. Barlatra) y festuca alta (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel). La unidad experimental fue una franja rectangular de terreno que varió entre 3 881.3 y 6 183.0 m². En cada franja se sembró la variedad de alfalfa correspondiente y la mezcla de pastos. Debido a las diferencias de pendiente, en el terreno donde se estableció el experimento se definieron cuatro bloques, aprovechando las divisiones previas de las tablas agrícolas. Dentro de cada bloque las condiciones del terreno fueron lo más homogéneas posible; cada bloque se dividió en cuatro franjas de igual tamaño, y en cada una de ellas se sembró una de las variedades. De esta forma cada variedad de alfalfa se repitió una vez en cada bloque.

* John Deere®.

Cuadro 1

CANTIDAD DE SEMILLA COMERCIAL Y SEMILLA PURA VIABLE UTILIZADA EN LA SIEMBRA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PRADERAS EXPERIMENTALES
 AMOUNT OF COMMERCIAL SEED AND PURE LIVE SEED SOWN TO ESTABLISH THE EXPERIMENTAL PASTURES

	Purity (%)	Germination (%)	PLS ¹ (%)	Seeding rate	
				Commercialseed (kg/ha)	PLS ² (kg/ha)
<i>Alfalfa varieties³</i>					
Cuf-101	98.8	90.0	88.9	12.0	10.7
Jupiter	98.9	90.0	89.0	12.0	10.7
Moapa	99.8	90.0	89.8	12.0	10.8
San Miguelito	99.9	90.0	89.9	12.0	10.8
<i>White clover variety</i>					
White clover (<i>Trifolium repens</i> , var. Ladino)	99.80	92.0	90.89	1.5	1.36
<i>Grass species and varieties</i>					
Orchard grass (<i>Dactylis glomerata</i> , var. Baraula)	98.60	85.0	83.81	8	6.70
Perennial ryegrass (<i>Lolium perenne</i> , var. Barlatra)	99.00	88.0	87.12	10	8.71
Tall fescue (<i>Festuca arundinaceae</i> , var. Barcel)	99.09	90.0	89.18	2	1.78

¹ PLS (%) = Pure Live Seed = (% Purity × % Germination)/100.

² PLS (kg/ha) = (% PLS × kg/ha of commercial seed)/100.

³ Each alfalfa variety was sown with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

alfalfa variety with its grass mix was sown in one of each. This way each alfalfa variety was repeated once in each block.

Irrigation

Pastures were irrigated with underground water from a deep well using a system of sprinklers and cannons. Immediately after sowing, the experimental plots received heavy irrigation to encourage seed germination. Five days latter a second irrigation was applied to break the soil 'crust' formed after the first irrigation, and through this encourage seedling emergence. After the second irrigation, irrigations were scheduled every fortnight until june, just after the rainy season gets established in the region. Irrigation resumed in october once the rainy season ended. During the first year the experimental plots received 17 irrigations.

Riegos

Las praderas se regaron con agua de pozo profundo utilizando un sistema de riego por aspersión con cañones. Inmediatamente después de la siembra, en enero de 2000, se aplicó un riego pesado para favorecer la germinación de la semilla, y cinco días después se aplicó un segundo riego para romper la costra de suelo formada en el primer riego y así favorecer la emergencia de las plántulas germinadas. Después del riego de emergencia, los riegos se aplicaron cada 14 días hasta junio de ese año, mes en el que se establece el temporal en la zona. Los riegos reiniciaron en octubre una vez que dejó de llover. En total, durante el primer año de producción las praderas recibieron 17 riegos.

Manejo del corte

En marzo de 2000 las praderas se utilizaron por primera vez a los 65 días después de la siembra a través de corte; posteriormente se dieron otros dos cortes hasta junio del mismo año. Los cortes se realizaron con equipo con-

Cutting management

In march 2000, 65 days after sowing, the experimental pastures were cut for the first time. After that there were two more cuts until June. Pasture cuts were performed with conventional equipment consisting of a "Chopper"* coupled to a tractor. Pasture cut during the first four months of 2000 was used to feed the confined sheep flock at the University's research farm.

Installation of the electric fence system

In May 2000 the electric fencing system* was installed on the experimental pastures. The equipment consisted of a 40 × 50 cm solar panel, a car battery, a B-120 Gallagher energizer, plastic insulators, triple galvanized number 12 wire, and wooden posts. Also, temporary electric fences to control daily pasture allowance were fit with "Polywire".

Animals and grazing management

During the experiment the animals were fed exclusively grazed pasture. Grazing of the experimental pastures started in June 2000, when cattle were allocated to the research project. The experimental animals consisted of ten Holstein and 25 Jersey heifers. On average they were of similar age (21 months) and gestation status (about seven-months). The 25 Jersey heifers were imported from New Zealand and the ten Holstein heifers were from the University's stable.

During the evaluation period the 35 head of cattle were managed as a single group. The cows grazed the replicates from the same block using temporary electric fences. Pastures were strip grazed, and the temporary electric fence was moved at least four times a day. This was so as to control cattle bloat and improve pasture utilization. A temporary back fence was not used during the experiment and cows had access to the previously grazed areas to perform back grazing. The experimental design, and the longitudinal arrangement of the alfalfa varieties in the experimental plots allowed the simultaneous grazing of the four alfalfa varieties being evaluated.

Cows calved in the June to September period and, with the exception of one animal (of the Holstein breed), all of them calved on the paddock without attention and expelled the placenta within the first five hours after calving. The newborn calves were allowed to suckle colostrum from their mothers, and were immediately identified with ear tattoos. The *postpartum* cow stayed with the group to

vencional consistente en una cortadora tipo "Chopper",* acoplada a un tractor de la misma marca y con descarga del forraje a un remolque con redilas. El forraje cosechado en el primer cuatrimestre del año se destinó para la alimentación de los semovientes ovinos manejados en el sistema de confinamiento total con que cuenta la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo.

Instalación del cerco eléctrico

En mayo de 2000 se procedió a instalar un sistema de cerco eléctrico** en las tablas experimentales donde se establecieron las praderas. El equipo consiste en un panel solar de 40 × 50 cm, una batería convencional de automóvil, un pulsador de corriente tipo B-120, aisladores de plástico, tensores de estrella y alambre triple galvanizado para los cercos perimetrales a base de postes de eucalipto. También se realizó la adquisición de cinco carretes de alambre "Polywire" para los cercos temporales usados en el manejo del pastoreo.

Animales y manejo del pastoreo

Durante el curso del experimento los animales se alimentaron exclusivamente de pradera. El pastoreo de las praderas experimentales inició en junio de 2000, cuando se asignó el ganado al proyecto de investigación donde se llevó a cabo el presente trabajo. Los animales experimentales consistieron en diez hembras de la raza Holstein y 25 Jersey, con aproximadamente siete meses de gestación y 21 meses de edad. Las 25 hembras Jersey se importaron de Nueva Zelanda y las diez Holstein se obtuvieron del establo de la UACH.

Durante el periodo de evaluación de las praderas, las 35 cabezas se manejaron como un solo grupo. Las vacas pastorearon las repeticiones de las variedades de alfalfa sembradas en un mismo bloque con la ayuda de cercos eléctricos temporales. El pastoreo se efectuó en franjas, con movimiento del cerco temporal al menos cuatro veces al día para controlar el timpanismo y mejorar la utilización de la pradera. Durante el curso del experimento no se usó cerco temporal trasero y las vacas tuvieron acceso todo el tiempo a las áreas ya pastoreadas. El diseño experimental, así como el acomodo en el campo de las variedades de alfalfa en franjas longitudinales en las parcelas que actuaron como bloques, permitió el pastoreo simultáneo de las cuatro variedades de alfalfa en evaluación.

Las vacas parieron en el periodo junio-septiembre y, con excepción de un animal (de la raza Holstein), todas parieron sin atención en la pradera y expulsaron la placenta en las primeras cinco horas después del parto. A las crías se les permitió amamantar de sus madres en las primeras horas de nacidas y fueron identificadas con tatuaje en la

* John Deere®.

** Gallagher®.

start milking and the calf was sent to a calf shed. Calves were group fed on whole milk and alfalfa hay *ad libitum* until weaning. The group of cows (pregnant and *postpartum*) was taken to the milking parlor to perform the morning and evening milking on the *postpartum* cows. Every cow in the group was given an oral drench of a commercial product* to lower the risk of bloat.

Information collected

During the experiment the following variables were recorded: *a*) number of seedlings (legumes, grasses and weeds) per square meter two weeks after sowing; *b*) number of root nodules in alfalfa plants; *c*) number of stems per crown of alfalfa plants; *d*) average pasture height before grazing; *e*) pasture dry matter yield per hectare per cut and per year; *f*) plant morphological composition (leaf-stem ratio) of the alfalfa varieties, *g*) pasture botanical composition, and *h*) pasture content of crude protein, acid and neutral detergent fiber. Sampling of experimental plots was carried out one or two days before cutting or grazing, and at the center of the strip to avoid contamination with the contiguous treatment.

Seedlings emerged per square meter

Number of seedlings emerged per square meter (legumes, grasses and weeds) was recorded two weeks after sowing, once both the sown and unsown species had emerged. Seedlings were counted using a 1 m metallic square frame. For each replicate between six and 16 squares were counted.

Number of root nodules in alfalfa plants

Root nodules were counted only once when alfalfa plants were 35 days old. For each replicate, ten alfalfa plants were cut along a central strip of the experimental plot. All alfalfa plants were obtained with complete roots. The nodules along the roots were counted for each alfalfa plant.

Number of stems per crown of alfalfa plants

The number of stems per crown of alfalfa plants was recorded only once. For this purpose, ten alfalfa plants were selected at random along a central strip of the experimental plot. The crown of each alfalfa plant was identified and the stems were counted. This variable was recorded in only two of the four blocks.

oreja ese mismo día. La vaca recién parida permaneció en el grupo y la cría se separó para enviarse a un cobertizo donde se sometió a un sistema de crianza artificial a base de leche entera y heno de alfalfa a libre acceso. El grupo de vacas (paridas y gestantes) se llevó a la sala de ordeño para realizar los ordeños matutino y vespertino de las vacas frescas y para proporcionarle a todas las vacas del grupo una toma oral de atimpánico,* para disminuir el riesgo de timpanismo.

Determinaciones

Durante el curso del experimento se registraron las siguientes variables de respuesta en la pradera: *a*) número de plántulas (leguminosas, pasto y malezas) por metro cuadrado dos semanas después de la siembra; *b*) número de nódulos en la raíz de plántulas de alfalfa; *c*) número de tallos por corona en plantas de alfalfa; *d*) altura promedio de la pradera antes del pastoreo; *e*) producción de materia seca de forraje por hectárea por corte y por año; *f*) composición morfológica (proporción de hoja y de tallo) de las variedades de alfalfa, *g*) composición botánica de la pradera, y *h*) contenido de proteína cruda, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro del forraje. El muestreo de las unidades experimentales se realizó uno o dos días antes del corte o pastoreo y en la parte central de la franja para evitar contaminación con el tratamiento contiguo.

Plántulas emergidas por metro cuadrado

El número de plántulas por metro cuadrado (leguminosas, pastos y malezas) se determinó a las dos semanas después de la siembra, una vez que emergieron las especies sembradas y las residentes. Para este fin se contaron las plántulas de las leguminosas sembradas, los pastos y las malezas de hoja ancha, utilizando un cuadro metálico de 1 m por lado. Para cada repetición se contaron entre seis y 16 cuadros.

Número de nódulos radicales en plantas de alfalfa

El conteo del número de nódulos en la raíz de plántulas de alfalfa se realizó una sola vez cuando las plántulas tenían 35 días de edad. Para este fin se arrancaron diez plantas de alfalfa distribuidas a lo largo de la parte central de la franja. Para todas las muestras se tuvo la precaución de obtener plantas con la raíz completa; posteriormente se contó el número total de nódulos a lo largo de la raíz de cada una de las plantas.

Número de tallos por corona en plantas de alfalfa

El número de tallos por corona en plantas de alfalfa también se realizó una sola vez en las variedades de alfalfa. Para este fin se eligieron al azar diez plantas de alfalfa a lo largo

* Bloatenz®

Average pasture height

Average pasture height was obtained by measuring at random ten alfalfa plants, ten grass plants and ten weed plants. Pasture heights were taken with a 1 m long wooden ruler.* The sampling areas were those contained within the metallic frame used for dry matter yield determinations.

Pasture dry matter yield

Pasture dry matter yield per hectare was estimated with quadrat cuts, using a metallic frame 40 cm long by 35 cm wide. For each replicate and sampling date, the metallic frame was thrown ten times at random on the central strip of the experimental plots. Herbage contained within the quadrat was cut at ground level and stored in a labeled paper bag. The sample's fresh weight was recorded immediately after sampling while the dry weight was recorded after oven drying at 56 °C during 72 hours. Dry matter yield per hectare per year was obtained by adding each cut's dry matter yield.

Morphological composition of alfalfa plants

Morphological composition of alfalfa plants was evaluated at the end of the first year of production, when the experimental pastures were about ten months old. For this purpose, three sampling sites were selected at random on each replicate. The sampling sites were located at the beginning, in the middle and at the end of the experimental plot. The sampling sites located at the beginning and at the end of the experimental plots were located at least 20 m from the edges. At each sampling site 30 alfalfa stems, belonging to different crowns, were cut. The stems from each sampling site were stored in a labeled paper bag, taken to the laboratory and manually separated into leaf and stem. Pasture samples' fresh weight were recorded and samples were then oven dried at 56 °C during 72 hours.

Botanical composition

Quadrat samples were cut to assess pasture botanical composition. A metallic frame of 0.25 × 0.25 m was used to sample the experimental plots. On each sampling date, three quadrats were cut per replicate. The sampling sites were located at the beginning, in the middle and at the end of the experimental plot. The sampling sites located at the beginning and at the end of the experimental plots were located at least 20 m from the edges. Pasture samples were cut to ground level and stored in labeled paper bags.

de la parte central de la franja. A cada una de las plantas seleccionadas se les identificó la raíz para asegurarse que se trataba de una sola corona. Cuando se identificó la corona se contaron los tallos, incluyendo aquellos que apenas estaban en formación. Esta determinación se realizó sólo en las repeticiones de dos de los cuatro bloques.

Altura promedio de la pradera

La altura promedio de la pradera se obtuvo midiendo al azar diez plantas de alfalfa, diez de pastos y diez de malezas, cuando estas últimas estuvieran presentes. Dentro del cuadro metálico usado para la determinación de rendimiento de MS por hectárea, se tomaron las alturas de las plantas con una regla de madera* de 1 m de longitud.

Producción de MS de la pradera

Para determinar la producción de materia seca de forraje por hectárea en cada corte, se utilizó un cuadro metálico de 40 cm de largo por 35 cm de ancho. En cada muestreo el cuadro se lanzó en diez puntos aleatorios a lo largo de la parte central de la franja. Dentro del cuadro se cortó el total del material a ras de suelo y se metió en una bolsa de papel debidamente identificada. Terminado el muestreo del día correspondiente, se registró el peso de la muestra en fresco y posteriormente se secó en una estufa de aire forzado a 56 °C durante 72 horas. La producción total de MS por hectárea por año se obtuvo sumando la producción de cada uno de los cortes.

Composición morfológica de plantas de alfalfa

La composición morfológica de las variedades de alfalfa se efectuó al final del primer año de evaluación, cuando la pradera tenía aproximadamente diez meses de establecida. Para este fin, en cada una de las franjas se escogieron al azar tres sitios de muestreo distribuidos al inicio, la parte media y al final de la franja. Los sitios del inicio y del final de la franja se situaron a una distancia de por lo menos 20 metros desde la orilla del terreno hacia el interior de la franja. En cada sitio de muestreo se cortaron 30 tallos de alfalfa pertenecientes a diferentes coronas. Los tallos de cada sitio se guardaron en bolsas de papel previamente identificadas con la repetición, el bloque y la variedad de alfalfa, y se trasladaron al laboratorio para su disección manual en hoja y tallo. Las muestras se pesaron en fresco y posteriormente se secaron en una estufa de aire forzado a 56 °C durante 72 horas.

Composición botánica de la pradera

Para la determinación de la composición botánica de la pradera se cortó el forraje contenido en un cuadro metálico

* Adelante®

Each sample's fresh weight was recorded and then separated into alfalfa, grasses, weeds and dead pasture material. Each component was stored in individual labeled paper bags and its fresh weight was recorded. Each pasture component's dry weight was recorded after oven drying at 56 °C during three days.

Pasture's nutritive value

The pasture's contents of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), and neutral detergent fiber (NDF) were determined with near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) equipment.* These variables were determined for both the composite herbage samples used to determine dry matter yield and the alfalfa samples used for analysis of morphological composition. The herbage dry matter digestibility (DMD) for alfalfa samples was determined from the sample's ADF content obtained with the NIRS equipment, using the following equation:^{8,9}

$$\text{DMD} = 88.9 - (\% \text{FDA} \times 0.779) \dots \text{Equation 1}$$

Statistical analysis

The response variables were subjected to analysis of variance using the MIXED procedure of SAS.¹⁰ Blocks was considered a random effect in the model. The LSMEANS and SLICE options were used to obtain least square means for main effects and interactions and the specific contrasts between the means.¹¹ In the model statement, the DDF/SATTERTH option was used to calculate approximated degrees of freedom and F-tests for effects in the model without exact F-test, according to Satterthwaite's criterion.¹² Models fit to each group of variables are described below.

Number of plants per square meter, stems per crown, root nodules per plant and leaf: stem ratio

For the variables total number of seedlings (grasses+ legumes + other) per square meter, number of stems per crown of alfalfa plants, number of root nodules per alfalfa plant, and leaf:stem ratio, the following mixed model was fit:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + B_j + VB_{ij} + e_{ijk} \dots \text{Equation 2}$$

Where:

Y_{ijk} = Each of the following response variables: a) total number of seedlings (grasses + legumes + oth-

de 0.25×0.25 m en cada una de las franjas conteniendo las variedades. En cada muestreo se cortaron tres cuadros por franja, ubicados al inicio, la parte media y al final de la franja. Para evitar el efecto de borde se dejó una distancia de 20 m desde las orillas hacia el interior de la franja. Las muestras se cortaron a ras de suelo y se guardaron en bolsas de papel previamente identificadas. Se registró el peso fresco total de la muestra y se procedió a la separación manual de los componentes de la muestra, consistentes en alfalfa, pasto, malezas y material muerto. Cada uno de los componentes se colocó en bolsas individuales de papel y se les registró el peso fresco por separado. El material debidamente identificado se secó en una estufa de aire forzado a 56 °C durante tres días para obtener el peso seco.

Valor nutritivo del forraje

El contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) del forraje se determinó con un equipo de espectroscopia de reflectancia del infrarrojo cercano (NIRS, por sus siglas en inglés).* Estos indicadores de valor nutritivo del forraje se determinaron en las muestras colectadas para el cálculo de rendimiento de MS como para las muestras de alfalfa utilizadas en la determinación de composición morfológica. La digestibilidad de la materia seca del forraje (DMS) para las muestras de alfalfa se determinó a partir de contenido de FDA obtenido con el NIRS, usando la siguiente ecuación:^{8,9}

$$\text{DMS} = 88.9 - (\% \text{FDA} \times 0.779) \dots \text{Ecuación 1}$$

Análisis estadístico

Las variables registradas durante el experimento se sometieron a análisis de varianza usando el procedimiento MIXED de SAS.¹⁰ Bloques fueron considerados como un efecto aleatorio. El enunciado LSMEANS y la opción SLICE se usaron para obtener las medias de mínimos cuadrados para los efectos principales y las interacciones y los contrastes específicos entre las medias.¹¹ En el enunciado del modelo, la opción DDF/SATTERTH se usó para calcular grados de libertad aproximados para los factores que no tuvieron prueba exacta, de acuerdo con el criterio de Satterthwaite.¹² Los modelos ajustados para cada grupo de variables se describen a continuación.

Número de plantas por metro cuadrado, tallos por corona, nódulos por planta y relación hoja:tallo

Para el análisis de las variables número de plantas totales (gramínea + leguminosa + otras) por metro cuadrado, número de tallos por corona de planta de

* FOSS NIRSystem, Infrasoft International, LLC.

ers) per square meter, *b*) number of stems per crown of alfalfa plants, *c*) number of root nodules per alfalfa plant, and *d*) leaf: stem ratio of the *i*-th alfalfa variety sown at the *j*-th block, corresponding to the *k*-th replicate.

μ = Overall mean.

V_i = Fixed effect of the *i*-th alfalfa variety (*i* = Cuf-101, Jupiter, Moapa, San Miguelito) mixed with white clover and the pasture mix of perennial ryegrass, orchard grass and tall fescue.

B_j = Random effect of the *j*-th block (*J* = 1, ..., 4) ~ $NII(0, \sigma^2_B)$.

VB_{ij} = Random effect of the interaction between the *i*-th alfalfa variety and the *j*-th block ~ $NII(0, \sigma^2_{VB})$.

e_{ijk} = Random error ~ $NII(0, \sigma^2_e)$.

The data on stem:leaf ratio were transformed before the analysis of variance. To approximate to a normal distribution,¹³ the percentage data were transformed using the square root of the arc sine. Data transformation was achieved using the following expresión:¹⁴

$$T = \text{Ar sin } e \sqrt{\left(\frac{Y}{100}\right)} \dots \text{Equation 3}$$

Where:

T = Transformed datum.

Y = Original datum in percentage.

Arsine = Arc sine.

The analysis of variance was performed on the transformed data, and the results were transformed back to the original scale using the following expression:

$$Y = 100 \text{ Sine}^2 (T) \dots \text{Equation 4}$$

Where:

Y = Datum transformed back to the original scale.

Sine² = Squared Sine.

T = Transformed datum.

Average pasture height, dry matter yield per cut and pasture nutritive value

For the variables dry matter yield per hectare per cut, average pasture height, and pasture nutritive value, the following mixed model was fit:

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + B_j + VB_{ij} + E_k + VE_{ik} + M(E)_{kl} + e_{ijkl} \dots \text{Equation 5}$$

alfalfa, número de nódulos radicales por planta, y relación hoja:tallo se ajustó el siguiente modelo mixto:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + B_j + VB_{ij} + e_{ijk} \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Y_{ijk} = Cada una de las siguientes variables respuesta: *a*) número de plantas totales (gramínea + leguminosa + otras) por metro cuadrado, *b*) número de tallos por corona de planta de alfalfa, *c*) número de nódulos radicales por planta de alfalfa y *d*) proporción de hoja y tallo de la *i*-ésima variedad sembrada en el *j*-ésimo bloque, correspondiente a la *k*-ésima repetición.

μ = Media general.

V_i = Efecto fijo de la *i*-ésima variedad de alfalfa (*i* = Cuf-101, Júpiter, Moapa, San Miguelito) asociada con trébol blanco y la mezcla de pastos ballico perenne, ovilla y festuca alta.

B_j = Efecto aleatorio del *j*-ésimo bloque ~ $NIID(0, \sigma^2_B)$.

VB_{ij} = Efecto aleatorio de la interacción entre la *i*-ésima variedad de alfalfa (*i* = Cuf-101, Júpiter, Moapa, San Miguelito) asociada con trébol blanco y la mezcla de pastos ballico perenne, ovilla y festuca alta y el *j*-ésimo bloque (*j* = 1, ..., 4) ~ $NIID(0, \sigma^2_{VB})$.

e_{ijk} = Error aleatorio $NIID(0, \sigma^2_e)$.

Antes de analizar la información sobre la relación hoja:tallo, se efectuó la transformación raíz cuadrada del arcoseno de los valores en porcentaje, para aproximarlos a una distribución normal.¹³ La transformación de los datos se llevó a cabo con la siguiente expresión:¹⁴

$$T = \text{Ar sin } \sqrt{\left(\frac{Y}{100}\right)} \dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

T = Dato transformado.

Y = Dato original en porcentaje.

Arsin = Arcoseno.

El análisis de varianza se efectuó sobre los datos transformados, los resultados fueron retransformados a la escala original con la siguiente expresión:

$$Y = 100 \text{ Sen}^2 (T) \dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

Y = Dato retransformado a la escala original.

Sen² = Seno cuadrado.

T = Dato transformado.

Altura promedio, producción de materia seca por corte y valor nutritivo de la pradera

Para las variables producción de materia seca por hectárea por corte, altura promedio y calidad de la pradera se ajustó el siguiente modelo mixto:

Where:

Y_{ijkl} = Average pasture height, dry matter yield per hectare per cut or attributes of pasture's nutritive value (CP, ADF, NDF) for the i -th alfalfa variety sown at the j -th block, sampled in the k -th season of the year, corresponding to the l -th sampling nested within the k -th season of the year.

μ = Overall mean.

V_i = Fixed effect of the i -th alfalfa variety (i = Cuf-101, Jupiter, Moapa, San Miguelito) mixed with white clover and the pasture mix of perennial ryegrass, orchard grass and tall fescue.

B_j = Random effect of the j -th block ($j = 1, \dots, 4$) \sim NII(0, σ_B^2).

VB_{ij} = Random effect of the interaction between the i -th alfalfa variety and the j -th block \sim NII (0, σ_{VB}^2).

E_k = Fixed effect of the k -th season of the year (k = spring, summer, autumn, winter).

VE_{ik} = Fixed effect of the interaction between the i -th alfalfa variety mixed with clover and the pasture mix of perennial ryegrass, orchard grass and tall fescue, and the k -th season of the year.

$M(E)_{kl}$ = Fixed effect of the l -th sampling ($l = 1, \dots, 8$) nested within the k -th season of the year.

e_{ijkl} = Random error \sim NII(0, σ_e^2).

Accumulated dry matter yield per hectare per year

Total pasture dry matter yield per hectare per year for the first year was analyzed using the following mixed model:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + B_j + e_{ij} \dots \text{Equation 6}$$

Where:

Y_{ij} = Total pasture dry matter yield per hectare per year for the i -th alfalfa variety sown at the j -th block.

μ = Overall mean.

V_i = Fixed effect of the i -th alfalfa variety (i = Cuf-101, Jupiter, Moapa, San Miguelito) mixed with white clover and the pasture mix of perennial ryegrass, orchard grass and tall fescue.

B_j = Random effect of the j -th block ($j = 1, \dots, 4$) \sim NII(0, σ_B^2).

e_{ij} = Random error \sim NII(0, σ_e^2).

Results

Plants germinated per square meter and species participation

Total number of plants germinated per square meter did not differ for the four alfalfa varieties.

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + B_j + VB_{ij} + E_k + VE_{ik} + M(E)_{kl} + e_{ijkl} \dots \text{Ecuación 5}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Altura promedio de la pradera, producción de materia seca por hectárea por corte o atributos de valor nutritivo de la pradera (PC, FDA, FDN) para la i -ésima variedad sembrada en el j -ésimo bloque, muestreada en la k -ésima estación del año, correspondiente al l -ésimo muestreo anidado en la k -ésima estación.

μ = Media general.

V_i = Efecto fijo de la i -ésima variedad de alfalfa (i = Cuf-101, Júpiter, Moapa, San Miguelito) asociada con trébol blanco y la mezcla de pastos ballico perenne, ovilla y festuca alta.

B_j = Efecto aleatorio del j -ésimo bloque ($j = 1, \dots, 4$) \sim NIID (0, σ_B^2).

VB_{ij} = Efecto aleatorio de la interacción entre la i -ésima variedad de alfalfa (i = Cuf-101, Júpiter, Moapa, San Miguelito) asociada con la mezcla de pastos ballico perenne, ovilla y festuca alta y el j -ésimo bloque ($j = 1, \dots, 4$) \sim NIID (0, σ_{VB}^2).

E_k = Efecto fijo de la k -ésima estación del año (k = primavera, verano, otoño, invierno).

VE_{ik} = Efecto fijo de la interacción entre la i -ésima variedad de alfalfa (i = Cuf-101, Júpiter, Moapa, San Miguelito) asociada con trébol blanco y la mezcla de pastos ballico perenne, ovilla y festuca alta, y la k -ésima estación del año (k = primavera, verano, otoño, invierno).

$M(E)_{kl}$ = Efecto fijo del l -ésimo muestreo ($l = 1, \dots, 8$) anidado en la k -ésima estación del año (k = primavera, verano, otoño, invierno).

e_{ijkl} = Error aleatorio \sim NIID (0, σ_e^2).

Producción total de forraje por hectárea por año

La producción acumulada de materia seca de forraje por hectárea para el primer año de producción se analizó ajustando el siguiente modelo mixto:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + B_j + e_{ij} \dots \text{Ecuación 6}$$

Donde:

Y_{ij} = Producción total de materia seca por hectárea por año para la i -ésima variedad de alfalfa sembrada en el j -ésimo bloque.

μ = Media general.

V_i = Efecto fijo de la i -ésima variedad de alfalfa (i = Cuf-101, Júpiter, Moapa, San Miguelito) asociada con trébol blanco y la mezcla de pastos ballico perenne, ovilla y festuca alta.

B_j = Efecto aleatorio del j -ésimo bloque ($j = 1, \dots, 4$) \sim NIID (0, σ_B^2).

e_{ij} = Error aleatorio \sim NIID (0, σ_e^2).

On average there were 635 plants germinated per square meter across treatments. Likewise, the proportion of grasses legumes and other species did not differ across treatments. The only significant difference ($P < 0.0001$) was due to the relative proportions of pasture species. Legumes were the most abundant with 43.6%, followed by grasses with 36%, and other species with 20.5%. This last component was made up of unsown resident plants (Table 2).

Number of root nodules in alfalfa plants

The four alfalfa varieties showed similar number of root nodules per plant when root nodule count was done at 35 days after germination. On average there were 12.5 root nodules per alfalfa plant (Table 2).

Number of stems per crown

Numerically, the Jupiter variety yielded a higher number of stems per crown of alfalfa plant with 35.4, followed by the Moapa variety with 32.4, San Miguelito with 26.0, and finally the Cuf-101 variety with 22.5. However, only the contrast between the Jupiter and Cuf-101 varieties was significant ($P < 0.05$) (Table 2).

Average pasture height before cutting or grazing

Average pasture height did not differ for the four alfalfa varieties. On average, pasture heights of the four alfalfa varieties associated with the same mix of grasses were 42.7 cm for Jupiter, 41.3 for Moapa, 41.7 for Cuf-101, and 43.0 for San Miguelito. On the other hand, season of the year significantly ($P < 0.001$) affected average pasture height. Maximum and minimum pasture heights were achieved during summer and winter, respectively. However, there was a significant ($P < 0.001$) interaction between varieties and season of the year (Figure 2).

Botanical composition of pasture throughout the year

With the exception of a slightly higher incidence of weeds in the association containing the Cuf-101 variety, the pasture's botanical composition was not affected by the alfalfa variety in the association (Table 3). Season of the year significantly ($P < 0.05$) affected the pasture's botanical composition. Grass-

Resultados

Plantas totales germinadas por metro cuadrado y participación por especie

No se encontraron diferencias significativas para el número total de plantas/m², y en promedio se obtuvieron alrededor de 635 plantas totales/m² para todas las variedades de alfalfa que se evaluaron con la misma mezcla de pastos. Del mismo modo, tanto la proporción de leguminosas como la de gramíneas y la de otras especies fue similar para cada una de las variedades de alfalfa que se evaluaron. La única diferencia significativa ($P < 0.0001$) se debió a la participación porcentual de las especies constituyentes de la pradera. El componente de mayor participación fue la leguminosa con promedio de 43.6%, seguido de la gramínea con 36%, y finalmente el componente de otras especies con 20.5%. Este último componente estuvo constituido por las plantas que nacieron de semillas que existían en las parcelas y que no pertenecían ni a las gramíneas ni a las leguminosas sembradas (Cuadro 2).

Nodulación inicial de las alfalfas

No se encontraron diferencias significativas entre variedades de alfalfa en el número de nódulos por planta, cuando el conteo se realizó a los 35 días después de la germinación de las plántulas de alfalfa. A esta edad en promedio se obtuvieron 12.5 nódulos por planta de alfalfa (Cuadro 2).

Tallos por corona de alfalfa

Numéricamente la variedad Júpiter presentó el mayor número de tallos por corona de alfalfa con 35.4, seguida por la variedad Moapa con 32.4, San Miguelito con 26.0 y finalmente la variedad Cuf-101, con 22.5 tallos por corona. Sin embargo, el único contraste significativo ($P < 0.05$) se presentó entre las variedades Júpiter y Cuf-101 (Cuadro 2).

Altura de la pradera antes del corte o pastoreo

No se encontraron diferencias significativas entre variedades de alfalfa para altura promedio de la pradera. En promedio, las alturas de la pradera conteniendo las distintas variedades de alfalfa asociada con la misma mezcla de pastos fueron de 42.7 cm para Júpiter, 41.3 cm para Moapa, 41.7 cm para Cuf-101 y 43.0 cm para la asociación conteniendo la variedad San Miguelito. Por otro lado, la altura promedio de la pradera sí fue afectada de manera significativa ($P < 0.001$) por la estación del año, con el verano produciendo las máximas alturas y el invierno las más bajas. Sin embargo, el comportamiento de las variedades no fue el mismo en cada una de las estaciones del año ya que se presentó una interacción significativa ($P < 0.01$) entre variedad y estación (Figura 2).

Cuadro 2

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm ERROR ESTÁNDAR) PARA PLANTAS TOTALES GERMINADAS POR METRO CUADRADO, PORCENTAJE DE LAS ESPECIES PRESENTES EN LA MEZCLA, NÚMERO DE NÓDULOS POR PLANTA DE ALFALFA Y NÚMERO DE TALLOS POR CORONA DE ALFALFA, EN CADA ASOCIACIÓN DE LA MEZCLA DE PASTOS CON LAS VARIETADES DE ALFALFA
 LEAST SQUARE MEANS (\pm STANDARD ERROR) FOR NUMBER OF PLANTS EMERGED PER SQUARE METER, PERCENTAJE OF SPECIES IN THE PASTURE, NUMBER OF ROOT NODULES PER ALFALFA PLANT AND NUMBER OF STEMS PER CROWN OF ALFALFA PLANTS ON THE EXPERIMENTAL GRASS-LEGUME SWARDS

Alfalfa variety ¹	Plants emergedm ²	Participation of plant species square meter of pasture (%)			Root nodules per plant	Stems per crown
		Grasses	Legumes	Unsovn species		
Cuf-101	639.5 \pm 41.6 50.5 ^a	\pm 36.5 \pm 2.1 ^B 2.1 ^A	22.0 2.1 ^C	11.7 \pm 2.4 ^a		22.5 \pm 4.1b
Jupiter	606.2 \pm 48.8 ^a	43.2 2.0 ^A	\pm 37.9 2.0 ^B	\pm 18.9 2.0 ^C	13.9 \pm 2.5 ^a	35.4 \pm 4.0 ^a
Moapa	595.5 \pm 48.8 ^a	48.5 \pm 1.9 ^A	33.1 \pm 1.9 ^B	18.3 \pm 12.1 \pm 2.4 ^a		32.4 \pm 4.1 ^{ab}
San Miguelito	699.8 \pm 49.8 ^a	41.0 2.0 ^A	\pm 36.5 \pm 2.0 ^B	\pm 22.5 2.0 ^C	12.3 \pm 2.5 ^a	26.0 \pm 4.3 ^{ab}

^{a,b} Within column, means with different lowercase superscripts are different ($P < 0.05$).

^{A,B} Within participation of plant species, means with different uppercase superscript are different ($P < 0.0001$).

Each alfalfa variety was sown with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

es were more abundant during spring (28%) and summer (27.3%); legumes during summer (68.9%), autumn (61.1%) and winter (61.0%); weeds during spring (32.1%), and dead herbage during autumn (18.3%) and winter (18.7%). The interaction between alfalfa variety and season of the year was significant ($P < 0.05$) only for the legume and weed components (Table 3).

Figure 3 shows the relative proportions of pasture components across seasons. Legumes were the most abundant throughout the year, with their highest contribution during summer. Grasses had their maximum contribution during spring and summer, and then declined during autumn and winter. Weeds had a significant ($P < 0.05$) contribution to herbage mass only during spring, and virtually disappeared after the pasture's second cut. Dead herbage started virtually from zero at the beginning of the experiment during spring, but increased rapidly in the following seasons once the dairy herd started grazing the pastures (Figure 3).

Composición botánica de la pradera a través del año

Con excepción de una mayor incidencia de malezas en la asociación conteniendo la variedad Cuf-101, la composición botánica de la pradera no se afectó por la variedad de alfalfa incluida en la siembra con la mezcla de pastos (Cuadro 3). La estación del año sí tuvo un efecto importante ($P < 0.05$) en la composición botánica de la pradera. Las gramíneas estuvieron presentes en mayor proporción durante la primavera (28%) y el verano (27.3%); las leguminosas durante el verano (68.9%), otoño (61.1%) e invierno (61.0%); las malas hierbas durante la primavera (32.1%), y el material muerto durante el otoño (18.3%) e invierno (18.7%). La interacción entre variedad de alfalfa sembrada en la asociación y estación del año fue significativa ($P < 0.05$) solamente para el componente de las leguminosas y el de malezas (Cuadro 3).

La Figura 3 muestra la variación de los componentes de la pradera en las diferentes estaciones del año. El componente leguminoso fue el más abundante en la pradera durante todo el año, con una participación máxima durante el verano. Las gramíneas hicieron su mayor aportación a la masa de forraje durante las estaciones de primavera y

Leaf:stem ratio of the different alfalfa varieties

The four alfalfa varieties evaluated showed similar leaf:stem ratios. Within variety the stem had a significantly higher ($P < 0.01$) contribution than the leaf (58% vs 42%, respectively) (Table 4).

Pasture dry matter content and pasture dry matter yield per hectare per cut

Pasture dry matter content was similar for the associations containing the four alfalfa varieties. In contrast, season of the year significantly ($P < 0.001$) affected herbage dry matter content, with summer yielding the lowest pasture dry matter content (17.9%) and autumn the highest (26.8%). The interaction variety by season of the year was not significant (Table 5).

Pasture dry matter yield per hectare per cut was not affected ($P > 0.05$) by the alfalfa variety sown in the association. Average yields were 5 496.0 kg for Cuf-101, 6 068.6 for Jupiter, 6 027.0 for Moapa, and 5 864.0 kg of pasture dry matter per hectare per cut for the association containing the San Miguelito variety. However, average pasture dry matter yield per hectare per cut was significantly affected ($P < 0.0001$) by season of the year. The highest yield was obtained during autumn (5 949.6 kg pasture dry matter/ha/cut) and winter (6 789.3 kg pasture dry matter/ha/cut) and the lowest during spring (5 424.4 kg pasture dry

verano, luego presentaron una disminución en el otoño e invierno. Las malezas sólo tuvieron un aporte significativo ($P < 0.05$) en la masa de forraje de la pradera durante la primavera, y prácticamente desaparecieron para las siguientes estaciones después del segundo corte de la pradera. El material muerto inició siendo prácticamente cero durante las primeras determinaciones, pero se incrementó en las siguientes estaciones una vez que el ganado empezó el pastoreo de las praderas (Figura 3).

Relación hoja:tallo de las diferentes variedades de alfalfa

Las cuatro variedades evaluadas presentaron proporciones similares tanto de hoja como de tallo. Dentro de cada variedad, el tallo tuvo una participación significativamente más alta ($P < 0.01$) que la hoja (58% vs 42%, respectivamente), como se muestra en el Cuadro 4.

Contenido de materia seca y rendimiento de forraje por hectárea por corte para cada una de las asociaciones

El contenido de materia seca de la masa de forraje de la pradera fue muy similar para las asociaciones con las cuatro variedades de alfalfa evaluadas. En contraste, la estación del año sí tuvo un efecto importante ($P < 0.001$) para esta variable, con el verano presentando los contenidos más bajos de MS (17.9%) y el otoño los más altos (26.8%). Para esta variable, la interacción variedad de alfalfa por estación del año no fue significativa (Cuadro 5).

Similarmente, la producción de MS por hectárea por corte no se vio afectada ($P > 0.05$) por la variedad de alfalfa

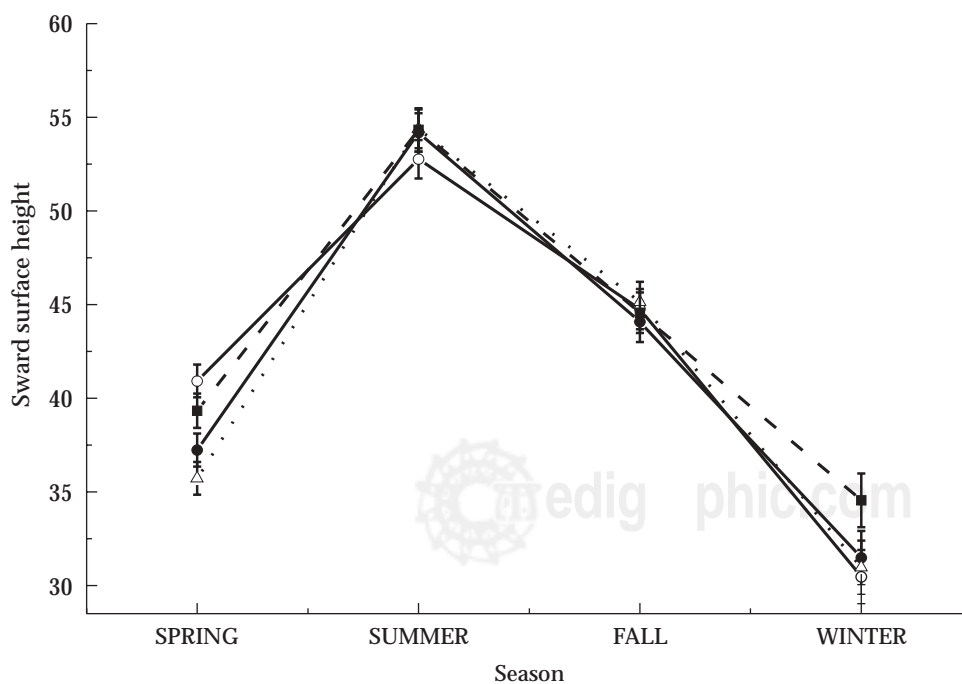


Figura 2. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar) para altura de la pradera en las distintas estaciones del año de las asociaciones alfalfa-pasto conteniendo las variedades de alfalfa Cuf-101 (— —), Jupiter (— —), Moapa (.....△.....) y San Miguelito (..... ..). Least squares means (\pm standard error) for sward surface height of alfalfa-grass mixed pastures containing the alfalfa varieties Cuf-101 (— —), Jupiter (— —), Moapa (.....△.....) and San Miguelito (..... ..).

Cuadro 3

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm ERROR ESTÁNDAR) PARA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LAS PRADERAS CONTENIENDO LAS DIFERENTES VARIETADES DE ALFALFA EN LA ASOCIACIÓN CON LA MEZCLA DE PASTOS
 LEAST SQUARE MEANS (\pm STANDARD ERROR) FOR THE EFFECTS OF ALFALFA VARIETY, SEASON OF THE YEAR, AND THEIR INTERACTION ON PASTURE'S BOTANICAL COMPOSITION

Effect	Component (%) ¹			
	Grasses	Legumes	Weeds	Deadherbage
Alfalfa variety ²				
Cuf-101	16.4 \pm 0.07 ^a	57.8 \pm 0.09 ^a	3.3 \pm 0.009 ^a	5.6 \pm 0.04 ^a
Jupiter	17.6 \pm 0.06 ^a	63.1 \pm 0.08 ^a	2.0 \pm 0.009 ^b	5.6 \pm 0.03 ^a
Moapa	22.2 \pm 0.06 ^a	52.0 \pm 0.08 ^a	1.9 \pm 0.008 ^b	6.5 \pm 0.03 ^a
San Miguelito	16.4 \pm 0.06 ^a	57.7 \pm 0.08 ^a	1.9 \pm 0.008 ^b	5.4 \pm 0.03 ^a
Season				
Spring	28.0 \pm 0.06 ^a	39.0 \pm 0.08 ^b	32.1 \pm 0.01 ^a	0.0009 \pm 0.04 ^c
Summer	27.3 \pm 0.04 ^a	68.9 \pm 0.05 ^a	0.0 ^b	0.59 \pm 0.02 ^b
Autumn	10.0 \pm 0.01 ^b	61.1 \pm 0.12 ^a	0.0 ^b	18.3 \pm 0.06 ^a
Winter	10.2 \pm 0.05 ^b	61.0 \pm 0.08 ^a	0.0 ^b	18.7 \pm 0.03 ^a
Variety \times season interaction ³	NS	****	****	NS

^{a,b} Within column and effect, means with different superscripts are different ($P < 0.05$).

¹ The original variable in percentage was transformed to the square root of the arc sine function before performing the analysis of variance (ANOVA); the results from the ANOVA were back transformed to the original scale.

² Each alfalfa variety was sown with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

³ NS = Not significant; **** = $P < 0.0001$.

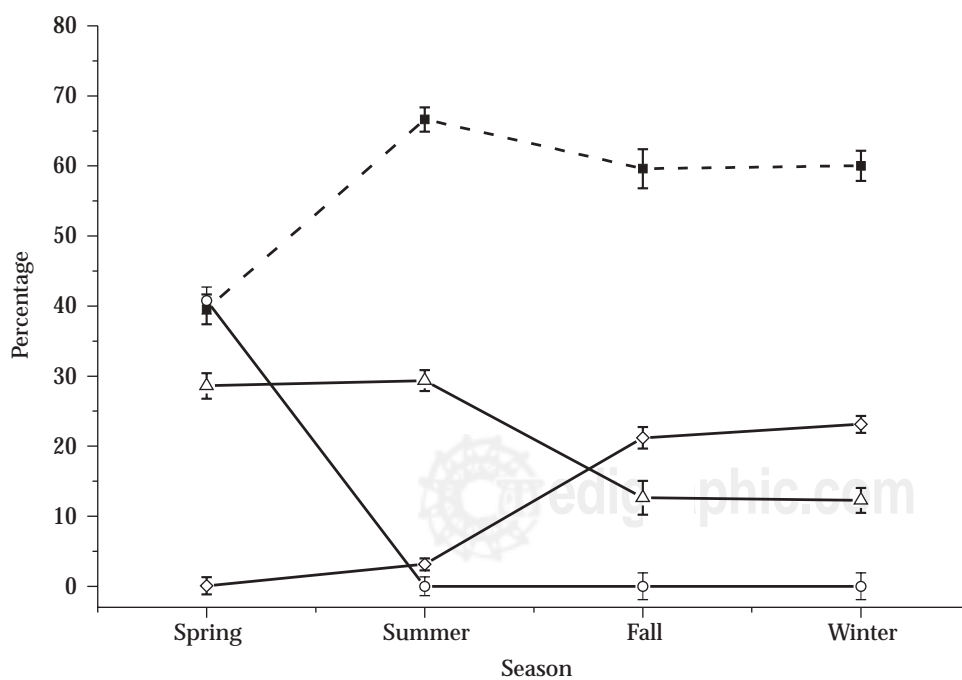


Figura 3. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar) para la participación porcentual de los diferentes componentes de la pradera en las distintas estaciones del año (alfalfa: -■-, maleza: -◇-, gramínea: -△-, material muerto: -○-). Least squares means (\pm standard error) for percentage of pasture components by season of the year (alfalfa: -■-, weeds: -◇-, grasses: -△-, dead herbage: -○-).

matter/ha/cut) and summer (5 292.3 kg pasture dry matter/ha/cut). In addition the interaction variety by season of the year was highly significant ($P < 0.0001$) (Table 5).

Figure 4 shows the interaction between variety and season of the year. During spring, the association containing the Jupiter alfalfa variety had the highest ($P < 0.001$) yield with 6 272.0 kg pasture dry matter per hectare per cut. The associations containing the other varieties achieved similar yields with averages of 4 987.0 for Cuf-101, 5 490.0 for Moapa, and 4 948.0 kg pasture dry matter per hectare per cut for the association containing the San Miguelito alfalfa variety. During winter, the associations containing the different alfalfa varieties had similar ($P > 0.05$) yields; average pasture dry matter yields per hectare per cut were 5 554.0, 5 262.0, 5 121.0, and 5 231.0 for the associations containing the varieties Cuf-101, Jupiter, Moapa, and San Miguelito, respectively. During autumn, the association containing the Moapa variety had the highest yield (6 320.0 kg pasture dry matter/ha/cut); however, the contrast was significant ($P < 0.01$) only when compared with the yield of the association containing the Cuf-101 variety (5 554.0 kg pasture dry matter/ha/cut). The associations containing the Jupiter variety (5 811.0 kg de MS/ha/cut) or San Miguelito variety (6 189.0 kg de MS/ha/cut) had an intermediate yield and did not differ from those of the associations containing the Moapa or Cuf-101 varieties. Finally, during winter the association containing the Cuf-101 variety yielded significantly ($P < 0.01$) less pasture dry matter (5 966.0 kg pasture dry matter/ha/cut) than the associations containing the Jupiter (6 927.0 kg pasture dry matter/ha/cut), Moapa (7 176.0 kg pasture dry matter/ha/cut) or San Miguelito (7 088.0 kg pasture dry matter/ha/cut) varieties (Figure 4).

Pasture dry matter yield per hectare per year

Figure 5 shows average pasture dry matter yield per hectare per year for the associations containing the alfalfa varieties evaluated. Pasture dry matter yield was on average 30 tones per hectare per year. The association containing the Jupiter variety produced the highest ($P < 0.01$) annual yield of pasture dry matter with 33.77 tones/ha/year (Figure 5).

Pasture's CP, ADF and NDF content

Pasture's CP content was not affected by the season of the year or the alfalfa variety sown in the association (Table 6).

sembrada en la asociación. Los rendimientos promedio para las praderas con las distintas variedades de alfalfa fueron de 5 496.0 para Cuf-101, 6 068.6 para Júpiter, 6 027.0 para Moapa, y 5 864.0 kg de MS/ha/corte para la asociación con la variedad San Miguelito. Sin embargo, el rendimiento promedio de MS/ha/corte sí estuvo afectado por la estación del año y en este caso las mayores producciones se obtuvieron durante las estaciones de otoño (5 949.6 kg de MS/ha/corte) e invierno (6 789.3 kg de MS/ha/corte) y las más bajas durante la primavera (5 424.4 kg de MS/ha/corte) y el verano (5 292.3 kg de MS/ha/corte). Adicionalmente, la interacción estación del año por variedad de alfalfa fue altamente significativa ($P < 0.0001$) (Cuadro 5).

La interacción entre la variedad de alfalfa sembrada en la asociación y la estación del año se presenta gráficamente en la Figura 4. Durante la primavera, la asociación conteniendo la variedad de alfalfa Júpiter produjo significativamente ($P < 0.001$) los rendimientos más altos con 6 272.0 kg de MS/ha/corte. Las asociaciones conteniendo las otras tres variedades alcanzaron producciones similares entre ellas con promedios de 4 987.0 para Cuf-101, 5 490.0 para Moapa y 4 948.0 kg de MS/ha/corte para la asociación con la variedad San Miguelito. Durante el verano las asociaciones que contenían las distintas variedades de alfalfa produjeron cantidades similares ($P > 0.05$) de MS/ha/corte; las producciones promedio fueron de 5 554.0 para Cuf-101, 5 262.0 para Júpiter, 5 121.0 para Moapa y 5 231.0 kg de MS/ha/corte para la asociación con la variedad de alfalfa San Miguelito. En el otoño la asociación que contenía la variedad de alfalfa Moapa fue la que produjo el mayor rendimiento (6 320.0 kg de MS/ha/corte); sin embargo, esta producción sólo fue significativamente mayor ($P < 0.01$) que la de la asociación conteniendo la variedad Cuf-101 (5 554.0 kg de MS/ha/corte). Las asociaciones con las variedades Júpiter (5 811.0 kg de MS/ha/corte) o San Miguelito (6 189.0 kg de MS/ha/corte) tuvieron un rendimiento intermedio y no fueron diferentes a los rendimientos de las asociaciones que contenían las variedades Moapa o Cuf-101. Finalmente, durante el invierno la asociación de la variedad Cuf-101 produjo significativamente ($P < 0.01$) menos forraje seco (5 966.0 kg de MS/ha/corte) que las asociaciones con las variedades Júpiter (6 927.0 kg de MS/ha/corte), Moapa (7 176.0 kg de MS/ha/corte) o San Miguelito (7 088.0 kg de MS/ha/corte) (Figura 4).

Rendimiento de forraje por hectárea por año para cada una de las asociaciones

La producción total de MS/ha/año para las asociaciones con las distintas variedades de alfalfa se muestra en la Figura 5. En promedio se produjeron en el experimento alrededor de 30 toneladas de MS de forraje por hectárea/año. La asociación con la variedad Júpiter produjo significativamente ($P < 0.01$) el mayor rendimiento anual de MS con 33.77 toneladas/ha/año (Figura 5).

Cuadro 4
 MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm ERROR ESTÁNDAR) PARA RELACIÓN HOJA:TALLO DE LAS CUATRO
 VARIEDADES DE ALFALFA
 LEAST SQUARE MEANS (\pm STANDARD ERROR) FOR THE LEAF:STEM RATIO OF FOUR ALFALFA VARIETIES

Alfalfa variety ¹	Leaf:stem ratio for alfalfa plants ²	
	Stem	Leaf
Cuf-101	59.0 \pm 0.006 ^{Aa}	41.0 \pm 0.7 ^{Bb}
Jupiter	57.0 \pm 0.005 ^{Aa}	43.0 \pm 0.7 ^{Bb}
Moapa	58.4 \pm 0.006 ^{Aa}	41.6 \pm 0.7 ^{Bb}
San Miguelito	57.9 \pm 0.006 ^{Aa}	42.1 \pm 0.7 ^{Bb}

^{a,b} Within column, means with different lowercase superscript are different ($P < 0.01$).

^{A,B} Within row, means with different uppercase superscript are different ($P < 0.01$).

¹ Each alfalfa variety was sown with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

² The original variable in percentage was transformed to the square root of the arc sine function before performing the analysis of variance (ANOVA); the results from the ANOVA were back transformed to the original scale.

Cuadro 5
 MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm ERROR ESTÁNDAR) PARA CONTENIDO DE MATERIA SECA DEL FORRAJE Y RENDIMIENTO
 DE MATERIA SECA POR HECTÁREA POR CORTE PARA CADA UNA DE LAS ASOCIACIONES DE LAS VARIEDADES DE ALFALFA CON
 LA MEZCLA DE PASTOS
 LEAST SQUARE MEANS (\pm STANDARD ERROR) FOR THE EFFECTS OF ALFALFA VARIETY, SEASON OF THE YEAR, AND THEIR
 INTERACTION ON PASTURE'S DRY MATTER CONTENT AND DRY MATTER YIELD

Effect	Dry matter content (%)	Dry matter yield (kg DM/ha/cut)
Alfalfa variety ¹		
Cuf-101	23.9 \pm 1.3 ^a	5 496.0 \pm 266 ^a
Jupiter	23.0 \pm 1.2 ^a	6 068.6 \pm 265 ^a
Moapa	23.6 \pm 1.3 ^a	6 027.0 \pm 267 ^a
San Miguelito	24.5 \pm 1.3 ^a	5 863.9 \pm 271 ^a
Season of the year		
Spring	24.9 \pm 1.1 ^b	5 424.4 \pm 226 ^c
Summer	17.9 \pm 1.1 ^c	5 292.3 \pm 234 ^c
Autumm	26.8 \pm 1.1 ^a	5 949.6 \pm 237 ^b
Winter	25.2 \pm 1.3 ^{ab}	6 789.3 \pm 269 ^a
Interaction ²	NS	****

^{a,b} Within columns and effect, means with different superscript are different ($P < 0.05$).

¹ Each alfalfa variety was sown with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

² NS = Not significant; **** = $P < 0.0001$.

Season of the year had a significant effect on the ADF content of the associations containing the different alfalfa varieties. For the association containing the Cuf-101 alfalfa variety higher ADF contents were obtained during summer (40.2%), autumn (43%) and winter (42.4%), than during spring (33.1%). A similar pattern was obtained for the association containing the Jupiter variety (spring, 34.3%; summer, 40.7%; autumn, 42.7%; and winter, 42.4%). The associations containing the Moapa or San Miguelito varieties showed a similar pattern among them with the highest ADF contents during autumn (Moapa, 42.6%; San Miguelito, 43.1%) and the lowest during spring (Moapa, 33.3%; San Miguelito, 32.4%) (Table 6).

Within season of the year the content of NDF did not differ ($P > 0.05$) between the associations containing the different alfalfa varieties. However, across seasons the NDF content varied significantly ($P < 0.05$) for the associations containing the four alfalfa varieties. For the associations containing the Cuf-101 or the Jupiter varieties, the highest NDF contents were obtained during summer (Cuf-101, 53.6%; Jupiter, 53.6%), autumn (Cuf-101, 57%; Jupiter, 56.4%), and winter (Cuf-101, 54%; Jupiter, 55%), and the lowest during spring (Cuf-101, 47%; Jupiter, 48.5%). The associations containing the Moapa or San Miguelito varieties showed a similar pattern among them with the highest NDF contents during

Contenido de PC, FDA y FDN del forraje de la pradera

El contenido de PC del forraje de la pradera conteniendo las leguminosas y la mezcla de pastos no presentó variaciones significativas debidas a estación del año o a la variedad de alfalfa sembrada en la asociación (Cuadro 6).

El contenido de FDA para cada variedad de alfalfa varió de manera significativa en las diferentes estaciones del año. Para la asociación conteniendo la variedad de alfalfa Cuf-101 los mayores contenidos de FDA se obtuvieron durante las estaciones de verano (40.2%), otoño (43%) e invierno (42.4%), y el más bajo durante la primavera (33.1%). Un patrón similar se encontró para la asociación con la variedad Júpiter (primavera, 34.3%; verano, 40.7%; otoño, 42.7%; e invierno, 42.4%). Las asociaciones con las variedades Moapa y San Miguelito presentaron un patrón muy similar entre ellas con los contenidos más altos en el otoño (Moapa, 42.6%; San Miguelito, 43.1%) y los más bajos en la primavera (Moapa, 33.3%; San Miguelito, 32.4%) (Cuadro 6).

Dentro de cada estación del año, el contenido de FDN no fue diferente ($P > 0.05$) para las asociaciones conteniendo las distintas variedades de alfalfa. Sin embargo, para cada variedad el contenido de FDN sí varió de manera significativa ($P < 0.05$) a través de las estaciones del año. Para las asociaciones de las variedades Cuf-101 o Júpiter, los mayores contenidos de FDN se obtuvieron en las estaciones de verano (Cuf-101, 53.6%; Júpiter, 53.6%), otoño (Cuf-101, 57%; Júpiter, 56.4%), e invierno

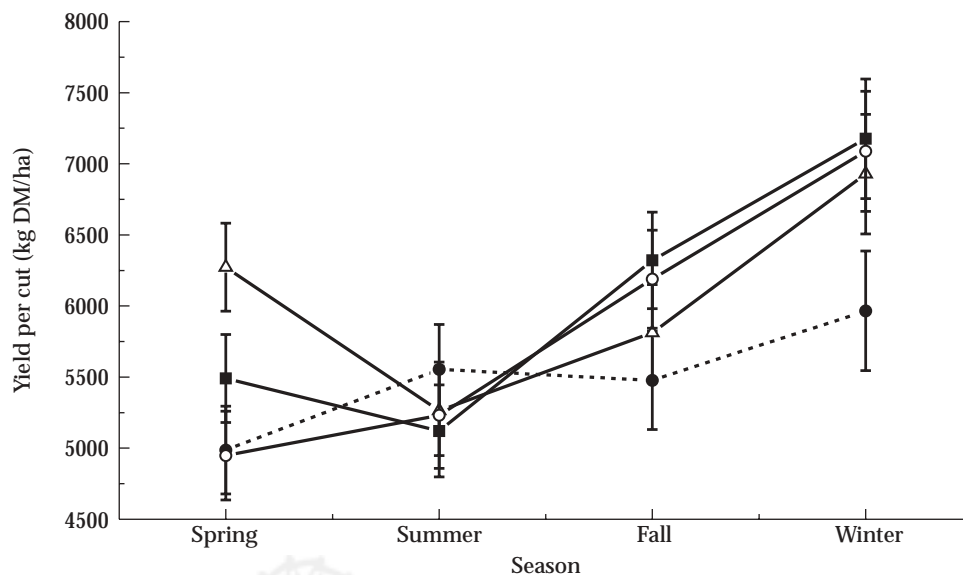


Figura 4. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar) para la producción de materia seca por hectárea por corte en cada una de las estaciones del año para las variedades de alfalfa Cuf-101 (-●-), Jupiter (—▲—), Moapa (—■—) y San Miguelito (—□—), asociadas con trébol blanco (*Trifolium repens*, var. Ladino) y una mezcla de pastos a base de ballico perenne (*Lolium perenne*, var. Barlatra), pasto ovillo (*Dactylis glomerata*, var. Baraula) y festuca alta (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel).

Least square means (\pm standard error) for herbage dry matter (DM) yield (tons DM/ha/cut) by season of the year of mixed grass-legume swards containing the alfalfa varieties Cuf-101 (-●-), Jupiter (—▲—), Moapa (—■—) or San Miguelito (—□—), associated with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a mix of grasses composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), orchardgrass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula) and tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel).

autumn (Moapa, 57.3%; San Miguelito, 58.1%), and the lowest during spring (Moapa, 47.9%; San Miguelito, 47.6%) (Table 6).

Alfalfa plant CP, ADF, NDF and DMD content

Within the alfalfa plant components (whole plant, leaf, stem) the CP content did not differ ($P > 0.05$) for the four alfalfa varieties (Table 7). On the other hand, the four alfalfa varieties showed a similar pattern of CP content for the different plant parts. The highest CP content for all varieties was found in the leaves (25.9%), followed by the whole plant (23.5%), and the lowest were found in the stem (19.9%).

Within the alfalfa plant components (whole plant, leaf, stem) the ADF content did not differ ($P > 0.05$) for the four alfalfa varieties (Table 7). However, plant part had a significant effect ($P < 0.05$) on ADF content. For each variety evaluated, leaves had the lowest ADF content (30.9%), followed by whole plant (32.2%), while the stem had the highest (34.5%) (Table 7).

The alfalfa variety did not affect the NDF content when the comparison was made within each plant part (Table 7). However, plant part (leaf, stem, whole

(Cuf-101, 54%; Júpiter, 55%), y los más bajos durante la primavera (Cuf-101, 47%; Júpiter, 48.5%). Las asociaciones con las variedades Moapa y San Miguelito presentaron un patrón muy similar entre ellas con los contenidos más altos durante el otoño (Moapa, 57.3%; San Miguelito, 58.1%) y los más bajos durante la primavera (Moapa, 47.9%; San Miguelito, 47.6%) (Cuadro 6).

Contenido de PC, FDA, FDN y DMS del forraje de las distintas variedades de alfalfa

Dentro de cada uno de los componentes de las plantas de alfalfa (planta completa, hoja y tallo) el contenido de proteína cruda fue igual ($P > 0.05$) para las cuatro variedades evaluadas (Cuadro 7). Por otro lado, las variedades de alfalfa presentaron un comportamiento similar para el contenido de PC de las diferentes partes de la planta. Para todas las variedades el mayor contenido de PC lo presentaron las hojas (25.9%), seguidas de la planta completa (23.5%), y los más bajos fueron para el tallo (19.9%).

Dentro de cada uno de los componentes de las plantas de alfalfa (planta completa, hoja y tallo) el contenido de FDA fue igual ($P > 0.05$) para las cuatro variedades evaluadas (Cuadro 7). Sin embargo, el contenido de FDA sí fue afectado de manera significativa ($P < 0.05$) por la parte de la planta. Para cada una de las variedades evaluadas, la hoja presentó el menor contenido de FDA (30.9%), seguida por la planta completa (32.2%), y finalmente el tallo con 34.5% (Cuadro 7).

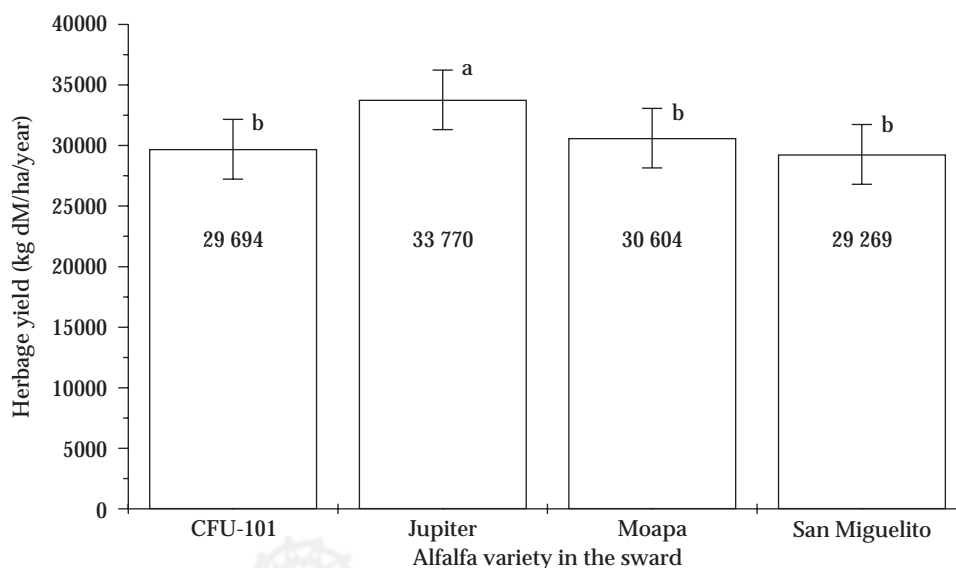


Figura 5. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar) para rendimiento total (kg de MS/ha/corte) de cada una de las asociaciones conteniendo las variedades de alfalfa Cuf-101, Júpiter, Moapa o San Miguelito, asociadas con trébol blanco (*Trifolium repens*, var. Ladino) y una mezcla de pastos a base de ballico perenne (*Lolium perenne*, var. Barlatra), pasto ovido (*Dactylis glomerata*, var. Baraula) y festuca alta (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel).

Least square means (\pm standard error) for herbage dry matter (DM) yield (tons DM/ha/year) of mixed grass-legume swards containing the alfalfa varieties Cuf-101, Jupiter, Moapa or San Miguelito, associated with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a mix of grasses composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), orchardgrass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula) and tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel).

Cuadro 6

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm ERROR ESTÁNDAR) PARA CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA, FDA, FDN DEL FORRAJE DE LAS ASOCIACIONES CONTENIENDO CADA UNA DE LAS VARIEDADES DE ALFALFA EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES DEL AÑO
 LEAST SQUARE MEANS (\pm STANDARD ERROR) FOR PASTURE'S CRUDE PROTEIN, ADF, AND NDF CONTENT BY SEASON OF THE YEAR OF FOUR ALFALFA VARIETIES

Alfalfa variety ¹	Season of the year			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Crude protein (%)				
Cuf-101	21.5 \pm 0.19 ^{Aa}	20.6 \pm 0.28 ^{Aa}	20.3 \pm 0.24 ^{Aa}	22.0 \pm 0.29 ^{Aa}
Jupiter	20.7 \pm 0.21 ^{Aa}	20.5 \pm 0.22 ^{Aa}	20.7 \pm 0.25 ^{Aa}	21.5 \pm 0.26 ^{Aa}
Moapa	20.3 \pm 0.21 ^{Aa}	19.5 \pm 0.25 ^{Aa}	19.9 \pm 0.24 ^{Aa}	20.9 \pm 0.28 ^{Aa}
San Miguelito	20.7 \pm 0.24 ^{Aa}	21.1 \pm 0.22 ^{Aa}	20.2 \pm 0.27 ^{Aa}	20.9 \pm 0.27 ^{Aa}
ADF (%)				
Cuf-101	33.1 \pm 0.14 ^{Ba}	40.2 \pm 0.49 ^{Aa}	43.0 \pm 0.42 ^{Aa}	42.4 \pm 0.52 ^{Aa}
Jupiter	34.3 \pm 0.37 ^{Ba}	40.7 \pm 0.39 ^{Aa}	42.7 \pm 0.45 ^{Aa}	42.4 \pm 0.47 ^{Aa}
Moapa	33.3 \pm 0.37 ^{Ca}	39.5 \pm 0.44 ^{Ba}	42.6 \pm 0.42 ^{Aa}	42.0 \pm 0.50 ^{ABa}
San Miguelito	32.4 \pm 0.42 ^{Ca}	39.8 \pm 0.39 ^{Ba}	43.1 \pm 0.48 ^{Aa}	42.1 \pm 0.48 ^{ABa}
NDF (%)				
Cuf-101	47.0 \pm 0.36 ^{Ba}	53.6 \pm 0.54 ^{Aa}	57.0 \pm 0.46 ^{Aa}	54.0 \pm 0.57 ^{Aa}
Jupiter	48.5 \pm 0.41 ^{Ba}	53.6 \pm 0.43 ^{Aa}	56.4 \pm 0.49 ^{Aa}	55.0 \pm 0.51 ^{Aa}
Moapa	47.9 \pm 0.40 ^{Ca}	53.8 \pm 0.48 ^{Ba}	57.3 \pm 0.46 ^{Aa}	53.9 \pm 0.54 ^{ABa}
San Miguelito	47.6 \pm 0.46 ^{Ca}	52.9 \pm 0.46 ^{Ba}	58.1 \pm 0.52 ^{Aa}	54.0 \pm 0.53 ^{Ba}

^a Within attribute of nutritive value and season of the year, means with different lowercase superscripts in the same column are different ($P < 0.05$).

^{A,B,C} Within attribute of nutritive value and season of the year, means with different uppercase superscripts in the same row are different ($P < 0.05$).

¹ Each alfalfa variety was sown with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

plant) had a significant ($P < 0.05$) effect on NDF content. The stem had the highest NDF content with an average of 57.6%; leaves and whole plant had lower average NDF contents of 44.0% and 50.1%, respectively (Table 7).

Within plant part (whole plant, leaf, stem), alfalfa variety did not affect dry matter digestibility (DMD). However, for some varieties DMD significantly ($P < 0.05$) varied according to plant part. For instance, the Cuf-101 and Moapa varieties showed the highest DMD values for leaf (Cuf-101, 64.7%; Moapa, 65%), and the lowest for whole plant (Cuf-101, 61.7%; Moapa, 61.8%) and stem (Cuf-101, 61.2%; Moapa, 60.8%). In contrast, plant part did not affect ($P < 0.05$) DMD of the Jupiter (whole plant, 61.2%; leaf, 64.3%; stem, 61.8%) and San Miguelito (whole plant, 62.8%; leaf, 65.2%; stem, 61.4%) varieties (Table 7).

El contenido de FDN no varió significativamente debido a la variedad de alfalfa cuando se comparó dentro de cada una de las partes de la planta (Cuadro 7). Sin embargo, sí existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el contenido de FDN debidas a la parte de la planta de alfalfa (hoja, tallo, planta completa). El mayor contenido de FDN lo presentaron los tallos con promedio de 57.6%; las hojas y la planta completa presentaron contenidos promedio más bajos de 44.0% y 50.1%, respectivamente (Cuadro 7).

Dentro de cada parte de la planta (planta completa, hoja, tallo), la variedad de alfalfa no tuvo efecto sobre la DMS. Sin embargo, para algunas de las variedades la DMS varió de manera significativa ($P < 0.05$) de acuerdo con la parte de la planta. Por ejemplo, las variedades Cuf-101 y Moapa presentaron los valores más altos de DMS para la hoja (Cuf-101, 64.7%; Moapa,

Discussion

Establishment of the associations

Number of seedlings emerged per square meter in the present study are in agreement with the results of Villa and Acosta.¹⁵ These authors showed that the number of plants per square meter declined as pasture's age increased. Similar results were obtained by Diaz and

65%), y los más bajos para la planta completa (Cuf-101, 61.7%; Moapa, 61.8%) y el tallo (Cuf-101, 61.2%; Moapa, 60.8%). En contraparte, para las variedades Júpiter (planta completa, 61.2%; hoja, 64.3%; tallo, 61.8%) y San Miguelito (planta completa, 62.8%; hoja, 65.2%; tallo, 61.4%) no se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la DMS debido a la parte de la planta (Cuadro 7).

Cuadro 7

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm ERROR ESTÁNDAR) PARA CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA, FDA, FDN Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE HOJA, TALLO Y PLANTA COMPLETA DE CUATRO VARIEDADES DE ALFALFA
LEAST SQUARE MEANS (\pm STANDARD ERROR) FOR CRUDE PROTEIN CONTENT, ADF, NDF, AND DRY MATTER DIGESTIBILITY OF LEAF, STEM AND WHOLE PLANT OF FOUR ALFALFA VARIETIES

Alfalfa variety ¹	Plant part		
	Wholeplant	Leaf	Stem
Crude protein (%)			
Cuf-101	23.5 \pm 0.41 ^a	26.1 \pm 0.41 ^a	20.3 \pm 0.41 ^b
Jupiter	23.6 \pm 0.42 ^b	26.4 \pm 0.42 ^a	20.0 \pm 0.42 ^c
Moapa	23.2 \pm 0.40 ^b	26.1 \pm 0.40 ^a	19.5 \pm 0.40 ^c
San Miguelito	23.8 \pm 0.44 ^a	25.3 \pm 0.44 ^a	19.9 \pm 0.44 ^b
ADF (%)			
Cuf-101	35.0 \pm 0.62 ^a	31.0 \pm 0.61 ^b	35.6 \pm 0.61 ^a
Jupiter	35.5 \pm 0.64 ^{ab}	31.6 \pm 0.64 ^b	36.1 \pm 0.64 ^a
Moapa	34.8 \pm 0.59 ^a	30.7 \pm 0.59 ^b	36.1 \pm 0.59 ^a
San Miguelito	33.5 \pm 0.65 ^{ab}	30.4 \pm 0.66 ^b	35.3 \pm 0.64 ^a
NDF (%)			
Cuf-101	50.1 \pm 0.95 ^b	44.6 \pm 0.94 ^b	57.4 \pm 0.94 ^a
Jupiter	51.3 \pm 0.97 ^a	45.1 \pm 0.98 ^b	57.3 \pm 0.96 ^a
Moapa	49.6 \pm 0.92 ^b	43.9 \pm 0.91 ^b	58.4 \pm 0.92 ^a
San Miguelito	49.3 \pm 1.01 ^b	42.4 \pm 1.01 ^c	57.2 \pm 1.02 ^a
DMD (%)			
Cuf-101	61.7 \pm 0.45 ^b	64.7 \pm 0.46 ^a	61.2 \pm 0.44 ^b
Jupiter	61.2 \pm 0.49 ^{ab}	64.3 \pm 0.49 ^a	60.7 \pm 0.49 ^b
Moapa	61.8 \pm 0.46 ^b	65.0 \pm 0.45 ^a	60.8 \pm 0.46 ^b
San Miguelito	62.8 \pm 0.51 ^{ab}	65.2 \pm 0.50 ^a	61.4 \pm 0.52 ^b

^{a,b,c} Within attribute of nutritive value, means with different superscript in the same column are different ($P < 0.05$).

¹ Each alfalfa variety was associated with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

² DMD (%) = Dry matter digestibility (%) = $88.9 - (0.779 \times \%ADF)$.^{8,9}

Hernandez,¹⁶ when they evaluated plant density at the end of the first year of production. The same authors¹⁶ mention that since a balance of nutrients, water and light has to be achieved between the different plant species, this is a phenomenon that naturally occurs in any ecosystem (Table 8).

Initial nodulation of alfalfa plants

Guerrero¹⁷ mentions that the roots of alfalfa seedlings tend to naturally form nodules with strains of the *Rhizobium* bacteria. This normally happens when alfalfa plants are 21 to 28 days of age. In the present experiment, root nodule count was performed when alfalfa plants had 35 days of age. In spite of the Jupiter variety being inoculated with the *Rhizobium* bacteria, the number of root nodules was not different for the four alfalfa varieties. This lack of differences might have been due to the existence in the soil of native strains of the *Rhizobium* bacteria.

Stems per crown of alfalfa plants

Stems per crown of alfalfa plants were counted only during the third sampling of the experimental period. Significant differences ($P < 0.05$) were found only for the Cuf-101 and Jupiter varieties.

Pasture height before and after cutting or grazing

Comparing our results with those of Moreno and Molina¹⁸ we can appreciate that maximum pasture height of alfalfa-grass mixed pastures was achieved at different seasons in both studies. Moreno and Molina¹⁸ recorded maximum pasture height during spring while in the present study this occurred during summer. Autumn was the only season in which pasture height for both studies was the same (Figure 6). Moreno and Molina¹⁸ also mention that both the Cuf-101 and Moapa varieties showed higher pasture height than the Valenciana variety, which is the variety of choice for most of the farmers around the area close to Chapingo.

Pasture botanical composition throughout the year

In this experiment, alfalfa was the dominant component of the pasture; it had a maximum contribution during summer and then a slight decline during autumn and winter. In contrast, the mix of grasses had a lower contribution during autumn and winter. These results are in agreement with those of

Discusión

Establecimiento de las asociaciones

El número de plantas emergidas por metro cuadrado en este experimento coincide con los resultados obtenidos por Villa y Acosta.¹⁵ Estos autores mencionan que el número de plantas por metro cuadrado disminuye conforme aumenta la edad de la pradera. Esto último puede comprobarse con los datos que informan Díaz y Hernández,¹⁶ quienes hicieron un conteo cuando la pradera tenía un año de edad. Estos autores mencionan que ello representa un fenómeno natural que ocurre en cualquier ecosistema, debido a que tiene que haber un balance por nutrimentos, agua y luz entre las diferentes especies (Cuadro 8).

Nodulación inicial de las alfalfas

Guerrero¹⁷ menciona que las plántulas de alfalfa forman nódulos con las cepas de la bacteria del género *Rhizobium* cuando éstas tienen una edad de 21 a 28 días de emergidas. En este experimento se hizo un conteo de nódulos cuando las plantas de alfalfa tenían 35 días de germinadas. No obstante que la variedad Júpiter se adquirió ya inoculada con *Rhizobium*, el número de nódulos no difirió para las distintas variedades de alfalfa sembradas. Esta situación probablemente se debió a que en el suelo existían cepas nativas de *Rhizobium* que poblaron las raíces de las alfalfas, por lo que al momento de realizar el conteo no se observaron diferencias.

Tallos por corona de alfalfa

El conteo de tallos por corona de alfalfa se realizó únicamente en el tercer muestreo de la fase experimental y sólo se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las variedades de alfalfa Cuf-101 y Júpiter.

Altura de la pradera antes del corte o pastoreo

Al comparar los resultados del presente trabajo con los encontrados por Moreno y Molina¹⁸ se puede apreciar que la mayor altura de praderas mixtas a base de alfalfa y pasto se alcanzó en estaciones diferentes en cada una de las regiones donde se efectuaron las evaluaciones. Moreno y Molina¹⁸ registraron las mayores alturas de sus praderas durante la primavera, mientras que en el presente trabajo esto sucedió durante el verano. Durante el otoño es la única estación del año en que los datos de altura de ambos trabajos coinciden (Figura 6). Moreno y Molina¹⁸ también mencionan que las variedades Cuf-101 y Moapa presentaron una mayor altura que la variedad Valenciana, que es la que más se siembra con los productores en la zona aledaña a Chapingo.

Díaz and Hernández¹⁶ and López.¹⁹ These authors mention that such a pattern is due to the fact that grasses had a more marked seasonal growth pattern than legumes. Other studies²⁰ have found that in alfalfa-orchard grass mixed pastures, dry matter yield throughout the year is sustained mainly by alfalfa. Sleugh *et al.*²¹ mention that in a grass-legume mixed pastures the legume content often increases after the first cut.

Steam:leaf ratio of alfalfa plants

Figure 7 shows that steam:leaf ratios obtained in this experiment were lower than those reported by Alvarez and Lopez.²² In their experiment the alfalfa varieties they used had on average more leaf than stem. The Cuf-101 and Moapa varieties were evaluated in both experiments, and our results were contrary to what they found. One possible reason for this difference could have been the different resting period the pastures had in each experiment, since pastures normally have a higher proportion of leaf than stem when they are young while the contrary occurs as they become older. On average, the experimental pastures of Alvarez and Lopez²² had a resting period of 30 days for all cuts (11 cuts/year); the resting period of the experimental pastures of the present experiment varied from 21 days in spring and summer to 45 days during autumn-winter.

Composición botánica de la pradera a través del año

En este trabajo se encontró que el componente de la pradera que tuvo un comportamiento más estable a lo largo del año fue la alfalfa, que tuvo un incremento hacia la época de verano, para después mantenerse en otoño e invierno. Esto último no ocurrió para la mezcla de pastos, que tuvieron una disminución en la época de otoño e invierno. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Díaz y Hernández¹⁶ y López.¹⁹ Estos autores mencionan que dicho comportamiento se debe principalmente a la estacionalidad que es más marcada en los pastos que en la alfalfa. Otros autores mencionan que en una pradera mezclada de alfalfa-ovillo, la producción de materia seca a lo largo del año es sostenida principalmente por la alfalfa.²⁰ Por otro lado, Sleugh *et al.*²¹ mencionan que esto se debe principalmente a que después del primer corte en una asociación leguminosa-gramínea el componente leguminosa siempre se incrementa.

Relación hoja:tallo de las diferentes variedades de alfalfa

Aunque esta determinación se hizo únicamente en los dos últimos muestreos, la Figura 7 muestra que los datos obtenidos en este experimento para la relación hoja:tallo son inferiores a los encontrados por Álvarez y López.²² Estos autores mencionan que todas las variedades que ellos utilizaron tuvieron en promedio una mayor proporción de hoja que de tallo. En el presente trabajo se utiliza-

Cuadro 8

CANTIDAD DE SEMILLA UTILIZADA EN LAS SIEMBRA DE LAS ASOCIACIONES GRAMÍNEA-LEGUMINOSA Y NÚMERO DE PLANTAS EMERGIDAS POR METRO

AMOUNT OF SEED SOWN IN MIXED GRASS-LEGUME SWARDS AND THE NUMBER OF PLANTS EMERGED PER SQUARE METER

Author	Amount of commercial seed utilized (kg)		Plants/m ²	
	Alfalfa	Grasses	Alfalfa	Grasses
Current study	12.0	20.0	196.9–255.6	264.7–288.7
Díaz and Hernández ¹⁶	15.0	0.0	54.8–69.8 ^o	19.5–24.5
Villa and Acosta ¹⁵	31.5–64.2	0.0	141.7–315.0 [?]	0.0
López ¹⁹	12.0	15.0	103.6–151.8	—

^o After one year of establishment.

[?] Forty-five days after sowing.

— = Datum not reported.

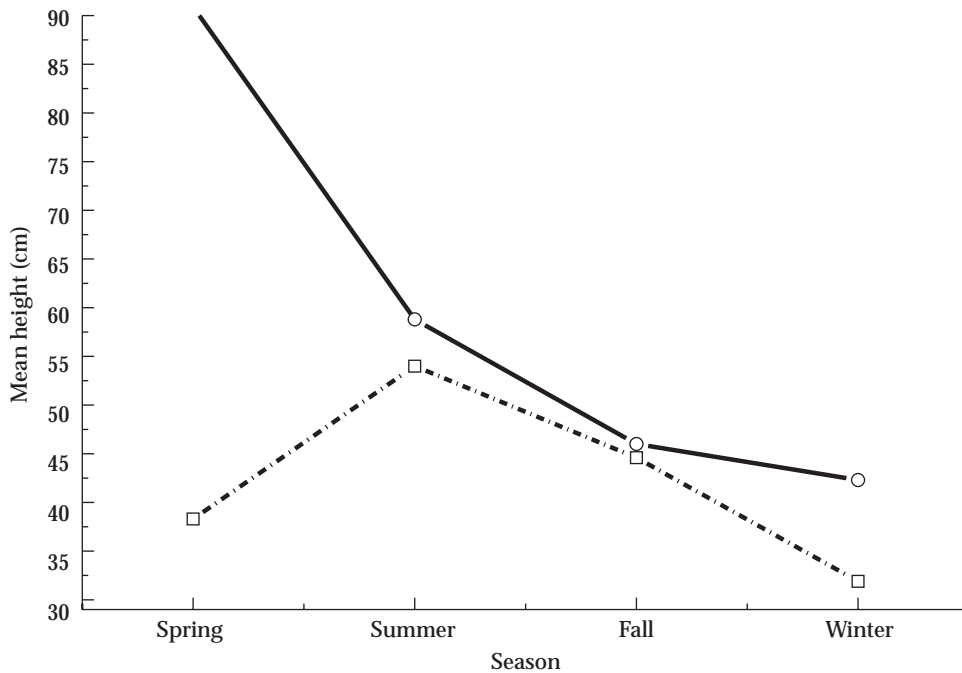


Figura 6. Altura promedio obtenidas en cada estación del año para asociaciones alfalfa-pasto en el presente estudio (—○—) y en Tepetitlán, Hidalgo, México (---□---).¹⁸
Average pasture height recorded by season of the year for the grass-alfalfa swards in this study (—○—) and similar swards at Tepetitlan, Hidalgo, Mexico (---□---).¹⁸.

Pasture dry matter content and dry matter yield per hectare per cut and per hectare per year

Pasture dry matter content for all the associations containing the four alfalfa varieties was the lowest during summer. This result was expected due to the presence of rains during summer on the experimental site. During summer, the collection of pasture samples was often carried out the day after a heavy rain, thus increasing humidity content.

Pasture dry matter yield in this experiment was similar to that obtained by Coache²³ in the same region with similar pastures. However, this yield was higher to those obtained by other authors in the Central valley region of Oaxaca²² and the state of Hidalgo,¹⁸ Mexico, both of which used alfalfa sown as a single crop or in association with orchard grass. The higher yields obtained in our experiment could be due to the irrigation regime we used. The experimental pastures did not suffer water stress since they, on average, received 17 irrigations during the year of evaluation, and the experimental site had a milder than average winter. Table 9 summarizes pasture dry matter yield per hectare per cut and per year from our experiment and those from similar experiments.^{16,18,22,23}

Pasture CP, ADF and NDF content

Within and across seasons crude protein content throughout the year was similar for the associations

ron dos de las variedades que estos autores evaluaron (Cuf-101 y Moapa) y los datos que se obtuvieron fueron contrarios a los que ellos observaron durante el transcurso de su fase experimental. Una de las posibles razones a las que se le puede atribuir este comportamiento es el periodo de descanso de la pradera, ya que en etapas tempranas de rebrote la proporción de hoja es mayor que la de tallo, invirtiéndose esta relación conforme aumenta la edad del rebrote. En promedio, Álvarez y López²² dieron un periodo de descanso de 30 días para todos los cortes (11 cortes/año), mientras que en el presente trabajo los periodos de descanso variaron desde 21 días en la primavera y el verano hasta 45 días en el otoño-invierno.

Contenido de materia seca y rendimiento de forraje por hectárea por corte y por hectárea por año para cada una de las asociaciones

El menor contenido de materia seca de las diferentes asociaciones se presentó en la época de verano. Esto probablemente se debió a que en el verano se presentan las lluvias en la zona donde se realizó el experimento. Durante el periodo de recolección de las muestras, en ocasiones se tenía que muestrear al día siguiente de una lluvia pesada y el contenido de humedad de éstas siempre fue muy alto.

La producción de materia seca que se obtuvo en el presente trabajo fue similar a la obtenida por Coache²³ en la misma región, y superior a la notificada por otros autores en sitios de la región de los valles centrales de Oaxaca²² y en el estado de Hidalgo¹⁸, tanto en praderas monófitas (sólo alfalfa) como en praderas mezcladas a base de alfalfa-ovillo. Esto probablemente se debió a que en el presente experi-

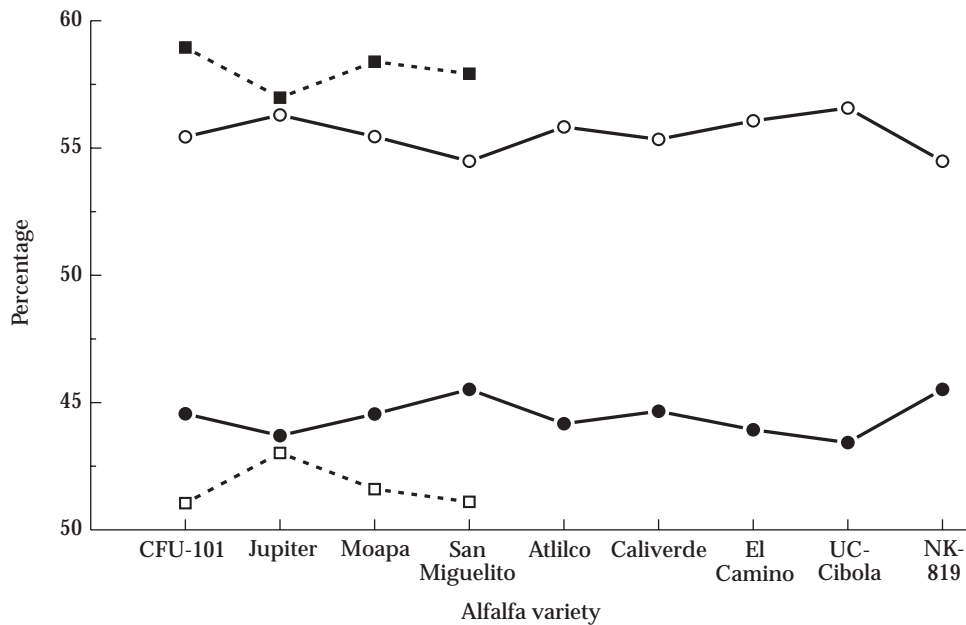


Figura 7. Proporción de hoja y tallo en mezclas de alfalfa y pasto en el presente trabajo (tallo: - - ■ - -; hoja: - - □ - -) y en el de Álvarez y López²² (tallo: —●—; hoja: —○—). Leaf and stem ratio of alfalfa plants in the alfalfa-grass mixed swards of this study (stem: - - ■ - -; leaf: - - □ - -) and those reported by Álvarez and López²² (stem: —●—; leaf: —○—).

containing the four alfalfa varieties. Our results disagree with those of other authors^{18, 22} that found differences in CP content between cuts and between seasons for single crops of alfalfa. Alvarez and Lopez²² found higher CP contents than Moreno and Molina¹⁸ for pastures with the same alfalfa variety. In our experiment, the association containing the Cuf-101 variety had similar CP values during spring (21.5%), summer (20.6%), autumn (20.3%), and winter (22.0%). In contrast, for the same alfalfa variety as a single crop Moreno and Molina¹⁸ obtained CP concentrations of 19.8%, 16.6%, 18.9% y 23.1% for spring, summer, autumn, and winter, respectively. In our experiment pasture CP content was higher, which may help reduce the use of protein supplements when pasture is grazed by dairy cattle. Regarding ADF and NDF, these authors did not report any value.

Nutritive value of alfalfa plants (CP, ADF and NDF)

Crude protein content of the whole plant of the Cuf-101 alfalfa variety (23.5%) obtained in this experiment is similar to the 23.1% CP content obtained by Moreno and Molina¹⁸ for the same variety in march. The CP content of the whole plant for the Moapa variety obtained in our experiment (23.2%) is similar to that obtained by Alvarez and Lopez²² for the same variety (23.6%). The NDF results are in agreement with those of Grant.²⁴ This author suggests that the proportion of NDF in the diet of

mento las praderas recibieron 17 riegos en el año, lo cual pudiera indicar que dichas praderas no sufrieron un estrés hídrico. Otra de las posibles razones de esta mayor producción pudo deberse a que en el periodo de evaluación no se tuvo un invierno tan crudo como en otros años. En el Cuadro 9 se presenta la información de rendimiento de MS por hectárea por corte o por año del presente trabajo y trabajos similares descritos en la literatura.^{16,18,22,23}

Contenido de PC, FDA, FDN del forraje de la pradera

En este trabajo no se encontraron diferencias significativas cuando se comparó el contenido de proteína cruda de las cuatro asociaciones dentro de una misma estación del año, así como a través de estaciones del año. Esto último no concuerda con lo encontrado por otros autores,^{18,22} quienes mencionan que sus praderas monófitas de alfalfa tuvieron variaciones en proteína tanto en cada uno de los cortes como en las diferentes estaciones del año. En el trabajo de Álvarez y López,²² los valores de proteína son superiores a los encontrados por Moreno y Molina¹⁸ en praderas que contenían la misma variedad de alfalfa. Un ejemplo de ello es la asociación que contenía la variedad Cuf-101, para la cual en el presente trabajo se obtuvieron valores de proteína cruda que no fueron estadísticamente diferentes para las estaciones de primavera (21.5%), verano (20.6%), otoño (20.3%) e invierno (22.0%). En contraste, Moreno y Molina¹⁸ para esta misma variedad pero en cultivo monófito obtuvieron concentraciones de proteína cruda de 19.8%, 16.6%, 18.9% y 23.1% para primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. Los valores de proteína que se obtuvieron en el presente trabajo

Cuadro 9
PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA POR CORTE O POR AÑO PARA DIFERENTES VARIEDADES DE ALFALFA
DRY MATTER YIELD PER CUT OR PER YEAR OF DIFFERENT ALFALFA VARIETIES

Author	Alfalfa Variety	Yield (tons DM/ha)			
		Cuts	Per cut	Site	Per year
Alvarez and Lopez ²²	Atlixco	10	1.145	11.45	Nazareno, Etlá, Oaxaca
	Caliverde	10	1.620	10.62	
	El Camino	10	1.113	11.13	
	UC-Cibola	10	1.132	11.39	
	Moapa	10	1.056	10.56	
	NK-819	10	0.983	9.83	
	Oaxaca	10	1.014	11.09	
	Valenciana	10	1.184	11.83	
Coache ²³	Velluda	10	1.062	10.62	Chapingo, Estado de Mexico
	Puebla 76	5	3.85	30.4	
	Cuf-101	5	3.80	31.1	
	NK-819	5	3.73	29.9	
	Sintetico-1	5	3.72	30.8	
	Oaxaca	5	3.72	29.7	
	Moapa	5	3.70	29.7	
	ABT-805	5	3.64	30.1	
Diaz and Hernandez ¹⁶	Valenciana	5	3.54	29.4	Chapingo, Estado de Mexico
	ABT-805 [?]	4	4.25		
	Aragon [?]	4	3.51		
	Cuf-101 [?]	4	3.95		
	Moapa [?]	4	3.96		
	Oaxaca [?]	4	5.02		
	Puebla-76 [?]	4	4.35		
Moreno and Molina ¹⁸	Sintetico-1 [?]	4	3.96		Tepetitlan, Hidalgo
	Cuf-101	7		15.9	
	Africana	7		18.4	
	Joaquin-11	7		12.9	
	Moapa	7		15.9	
	Comet	7		16.9	
	Astro	7		16.5	
	Valenciana	7		16.4	
	NK-819	7		16.5	
	El camino	7		16.1	
Current study	V. Peruana	7		18.1	Chapingo, Estado de Mexico
	Oaxaca	7		13.5	
	Cuf-101 [?]	6	5.67	29.7	
	Jupiter [?]	6	6.13	33.7	
	Moapa [?]	6	5.83	30.6	
	San Miguelito [?]	6	5.82	29.3	

[?] Associated with orchard grass (*Dactylis glomerata*).

[?] Each alfalfa variety was associated with white clover (*Trifolium repens*, var. Ladino) and a grass mix composed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*, var. Barlatra), tall fescue (*Festuca arundinaceae*, var. Barcel) and orchard grass (*Dactylis glomerata*, var. Baraula).

finishing steers and dry cows has to be about 50% of total dry matter.

Conclusions

The four alfalfa varieties evaluated showed similar performance at establishment when associated with the same mix of temperate grasses and white clover.

Both crude protein content and dry matter digestibility of the experimental pastures containing the four alfalfa varieties were adequate to feed the dairy herd that grazed on them. Both crude protein content and dry matter digestibility were fairly uniform throughout the year for the associations containing the four alfalfa varieties. However, the contents of ADF and NDF increased during winter, when pasture's dead herbage had its highest contribution to the herbage mass.

Pasture dry matter yield per hectare per cut was similar for the associations containing the four alfalfa varieties evaluated. However, the association containing the Jupiter alfalfa variety had the better performance. This was the only variety that was commercially inoculated. This variety showed both a higher number of stems per crown and a higher number of root nodules per plant, which might have influenced the higher dry matter yield of the association containing this alfalfa variety.

Acknowledgements

The authors thank the Mexican National Council of Science and Technology for the Scholarship given to Jose Luis Camacho Garcia to undertake his master's studies at Universidad Autónoma Chapingo, Mexico. Special thanks are given to the anonymous referees for their valuable comments to improve earlier versions of this paper.

Referencias

1. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Situación actual y perspectivas de la producción de leche de ganado bovino en México. México (DF): SAGAR, 2000.
2. McIlroy RJ. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. México (DF): Limusa, 1973.
3. Gutiérrez OMA. Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Editorial E y G, 1996.
4. Duthil J. Producción de forrajes. 4a ed. Madrid, España: Mundiprensa, 1989.
5. FIRA. Pastoreo intensivo tecnificado de praderas tropicales. Boletín informativo Núm. 259. Volumen XXVI. Morelia, Michoacán: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 1994.

son superiores, lo que conlleva a que se pudieran reducir los costos por suplementación proteínica cuando la cosecha se hace por pastoreo. Para el caso de FDA y FDN, los autores referidos no mencionan ningún valor.

Valor nutritivo del forraje de las variedades de alfalfa (PC, FDA y FDN)

El contenido de proteína cruda de 23.5% de la planta completa de alfalfa para la variedad Cuf-101 del presente trabajo coincide con el obtenido por Moreno y Molina¹⁸ para la misma variedad (23.1% de PC) en marzo. En el presente estudio se obtuvo para la planta completa de alfalfa de la variedad Moapa un contenido de PC de 23.2%, que es muy similar al 23.6% de PC obtenido en abril para la misma variedad por Álvarez y López.²² Los resultados obtenidos para el caso de FDN, coinciden con los notificados por Grant.²⁴ Este autor menciona que la proporción de FDN para novillos en finalización y vacas secas debe ser de 50% de la materia seca.

Conclusiones

Las cuatro variedades de alfalfa evaluadas presentaron un comportamiento muy similar en las variables de establecimiento al asociarse con la misma mezcla de pastos templados y trébol blanco.

El contenido de PC y la digestibilidad de la MS del forraje de las asociaciones conteniendo las cuatro variedades de alfalfa fue adecuado para la alimentación del ganado lechero en pastoreo que utilizó las praderas. La concentración de estos nutrimentos fue muy uniforme a través del año para las asociaciones que contenían las cuatro variedades de alfalfa. Sin embargo, los contenidos de FDA y FDN tendieron a aumentar hacia el invierno, que fue cuando se tuvo la mayor proporción de material muerto en la pradera.

Las cuatro asociaciones evaluadas en este experimento presentaron producciones de forraje por corte muy similares. Sin embargo, la asociación con la variedad Júpiter fue la que tuvo un desempeño productivo superior. Ésta fue precisamente la única variedad de alfalfa que venía inoculada por la casa comercial. Esta variedad presentó mayor número de tallos por corona y mayor número de nódulos radicales, lo cual probablemente influyó para la mayor producción de MS de la asociación conteniendo esta variedad.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de México, por la beca otorgada a José Luis Camacho García para realizar sus estudios de maestría en ciencias en producción animal en la Universidad Autónoma Chapingo. Un agradecimiento especial a los revisores anónimos por sus valiosos y atinados comentarios para mejorar la presentación del manuscrito.

6. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Mexico (DF): Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1981.
7. Cachón AL, Horstein JA, Wendin WF, Marten GC. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Rama de suelos. Chapingo, Estado de México: Escuela Nacional de Agricultura, 1976.
8. Schroeder JW. Interpreting forage analysis. North Dakota State University Extension Service, Fargo (ND). Disponible en: URL: <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/hay/r1080w.htm> 1994.
9. Caddel J, Allen E. Forage quality interpretations. Oklahoma State University Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, F-2117, Stillwater (OK). Disponible en: URL: <http://www.agweb.okstate.edu/pearl/plantsoil/crops/f-2117.pdf> 2000.
10. SAS®. User's guide. Statistics. 8th ed. Cary (NC): SAS Institute Inc., 2000.
11. Littell RC, Milleken GA, Stroup WW, Wolfinger RD. SAS® system for mixed models, Cary (NC): SAS Institute Inc., 1996.
12. Neter J, Kutner MH, Natchtsheim CJ, Wasserman W. Applied linear statistical models. 4th ed. Chicago (ILL): Times Mirror Higher Education Group, 1996.
13. Snedecor GW, Cochran WG. Statistical methods, 5th ed. Ames (Io): Iowa State University Press, 1980.
14. Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd ed. Singapore: Mcgraw-Hill, 1981.
15. Villa HD, Acosta PL. Establecimiento inicial de ocho variedades de alfalfa (*Medicago sativa L*) (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1997.
16. Díaz GD, Hernández PLJ. Comportamiento productivo de siete variedades de alfalfa asociadas con pasto ovillo (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1999.
17. Guerrero LME. Nodulación y simbiosis entre *Rhizobium* sp y algunas leguminosas (tesis de maestría). Chapingo (Edo. de México) México: Colegio de Postgraduados. Rama de Fitopatología. Escuela Nacional de Agricultura, 1963.
18. Moreno MJA, Molina GH. Rendimiento de forraje y proteína cruda de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en San Mateo Tepetitlán, Hidalgo (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1994.
19. López GAG. Comportamiento inicial de seis variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) asociadas con pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1997.
20. Sánchez BR, Jiménez FM, Tenorio DG. Parametrización del sistema de producción de leche en pastoreo y su evaluación económica (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1996.
21. Sleugh B, Moore JK, George RJ, Brummer CE. Binary legumes-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agronomy Journal* 2000;92:24-29.
22. Álvarez FG, López OR. Rendimiento agronómico, digestibilidad (*in vitro*) y contenido de proteína cruda de nueve variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en Nazareno, Etna, Oaxaca (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1992.
23. Coaché BO. Rendimiento de ocho variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) y sus componentes (tesis de licenciatura). Chapingo (Edo. de México) México: Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1998.
24. Grant R. Evaluating the feeding value of fibrous feeds for dairy cattle. Cooperative Extension Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska, Lincoln (NE). Disponible en: URL: <http://www.ianr.unl.edu/pubs/Dairy/G1034.htm#MOFLEV> 1996.

