

## Potencial forrajero de cuatro especies leguminosas en el ciclo de verano en la Comarca Lagunera\*

### Forage potential of four legume species in the summer cycle of the Laguna Region

David Guadalupe Reta Sánchez<sup>1§</sup>, Patricia Carolina Castellanos Galván<sup>2</sup>, Jesús Olague Ramírez<sup>2</sup>, Héctor Mario Quiroga Garza<sup>1</sup>, J. Santos Serrato Corona<sup>3</sup> y Arturo Gaytán Mascorro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Blvd. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila, México. (quiroga.mario@inifap.gob.mx), (gaytan.arturo@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro, km 7.5, Ejido Ana, Torreón, Coahuila, México. (karo224@hotmail.com), (jologuer24@hotmail.com). <sup>3</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio Conocido, Ej. Venecia, Durango A. P. 1-142. Gómez Palacio, Durango. (sserratoc@yahoo.com.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: reta.david@inifap.gob.mx.

#### Resumen

Una alternativa para mejorar la calidad de las dietas para el ganado lechero, es mediante el uso de leguminosas anuales. El objetivo del presente estudio fue comparar la composición nutricional y los rendimientos potenciales de materia seca (MS) y nutrientes de cuatro especies leguminosas anuales durante el periodo disponible en el ciclo de verano en la Comarca Lagunera. El experimento se estableció el cinco y ocho de julio de 2005 y 2006, respectivamente, en el Campo Experimental La Laguna del INIFAP localizado en Matamoros, Coahuila, México. Se evaluaron dos genotipos de chícharo de vaca (*Vigna unguiculata* L.), uno de frijol gandul (*Cajanus cajan* L.), cuatro de soya (*Glycine max* L.) y uno de frijol dolichos (*Lablab purpureus* L.). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se determinó el rendimiento de MS, distribución de MS en la parte aérea y composición química del forraje. Los rendimientos de soya (7 757-9 280 kg ha<sup>-1</sup>) fueron superiores ( $p \leq 0.05$ ) a los de chícharo de vaca, frijol gandul y frijol dolichos (2 200-6 132 kg ha<sup>-1</sup>). Los mejores resultados se obtuvieron en soya 'Hutchinson' ( $p \leq 0.05$ ), debido a sus altos rendimientos de MS, energía neta para lactancia (ENI) y proteína cruda (PC) por hectárea, además de su buena

#### Abstract

An alternative to improve the quality of dairy cattle diets is the use of annual legumes. The aim of this study was to compare the nutritional composition and potential yields of dry matter (DM) and nutrients of four annual legume species available during the summer cycle in the Laguna Region. The experiment was established on July 05 and 08 of 2005 and 2006, respectively, in the Experimental Field La Laguna of the INIFAP located in Matamoros, Coahuila, Mexico. Two genotypes of cowpeas (*Vigna unguiculata* L.) were evaluated, one of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.), four of soybean (*Glycine max* L.) and one of hyacinth bean (*Lablab purpureus* L.). The experimental design was a randomized complete block with four replicates. The yield of DM and the distribution of DM in the aerial part were determined, as well as the chemical composition of the forage. Soybean yields (7 757-9 280 kg ha<sup>-1</sup>) were higher ( $p \leq 0.05$ ) than those of cowpea, pigeon pea and hyacinth bean (2 200-6 132 kg ha<sup>-1</sup>). The best results were obtained with Hutchinson soybean ( $p \leq 0.05$ ) due to its high yields of DM, net energy for lactation (NEL) and crude protein (CP) per hectare, in addition to its good nutritional composition, measured in terms of CP content (228-242 g kg<sup>-1</sup>), NEL

\* Recibido: julio de 2012  
Aceptado: febrero de 2013

composición nutricional, medida en términos de contenidos de PC (228-242 g kg<sup>-1</sup>), ENI (1.48-1.58 Mcal kg<sup>-1</sup> MS) y fibra detergente neutro (318-335 g kg<sup>-1</sup>). Su baja asignación de MS hacia el tallo y su precocidad propiciaron una mayor proporción de vainas en el forraje ( $p \leq 0.05$ ) incrementando la composición nutricional durante el ciclo de verano.

**Palabras clave:** composición química del forraje, distribución de materia seca, rendimientos de materia seca y nutrientes.

## Introducción

La producción de leche de ganado bovino en la Comarca Lagunera es la principal actividad económica del sector agropecuario, por lo que existe una alta demanda de forraje de buena calidad. La producción de forraje en la región se basa principalmente en los cultivos de alfalfa, maíz, sorgo y cereales de grano pequeño. Frecuentemente se practica una agricultura intensiva, ya que se produce forraje en los ciclos de invierno, primavera y verano; y es en este último cuando se presentan las mayores limitantes debido a factores climáticos adversos y la corta duración del ciclo para el desarrollo de los cultivos tradicionales (Santamaria *et al.*, 2006). Por ello, es importante buscar cultivos alternativos que permitan mayor eficiencia de producción de forraje en términos de rendimiento y calidad durante el ciclo de verano.

Las especies leguminosas forrajeras presentan mejor calidad que las gramíneas debido a su menor contenido de fibras (Buxton *et al.*, 1996) y alto contenido de proteína (Reta *et al.*, 2008). Por ello la utilización de leguminosas anuales para producir forraje de calidad durante el verano puede ser una alternativa importante en la región. Algunas leguminosas anuales han mostrado capacidad para producir forraje de alta calidad, la soya puede producir entre 2 400 y 13 900 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca (MS) (Hintz *et al.*, 1992; Sheaffer *et al.*, 2001; Seiter *et al.*, 2004), con un contenido de proteína cruda (PC) entre 19 y 24% y una concentración de energía neta para lactancia (ENI) entre 1.2 y 1.55 Mcal kg<sup>-1</sup> (Reta *et al.*, 2008). El chícharo de vaca produce rendimientos de MS de alrededor de 4 000 kg ha<sup>-1</sup> (Muir *et al.*, 2001; Ibrahim *et al.*, 2006), con un contenido de PC entre 16.6 y 20.8% (Muir, 2002; Rao y Northum, 2009), y valores de fibra detergente neutro (FDN) de 54% (Dahmardeh *et al.*, 2009). En frijol gandul se han registrado rendimientos de MS superiores a 6 000 kg ha<sup>-1</sup> con 16% de PC y 57% de digestibilidad de la

(1.48-1.58 Mcal kg<sup>-1</sup> DM) and neutral detergent fiber (318-335 g kg<sup>-1</sup>). The low allocation of DM to the stem and the precocity of this species led to a higher proportion of pods in the forage ( $p \leq 0.05$ ), increasing the nutrient composition during the summer cycle.

**Key words:** chemical composition of forage, dry matter distribution, dry matter yield, nutrient yield.

## Introduction

The production of cattle milk in the Laguna Region is the main economic activity in the agricultural sector, so there is a high demand for good quality forage. Forage production in the region is mainly based on the cultivation of alfalfa, corn, sorghum and small grains. An intensive agriculture is often practiced, as forage is produced in the winter, spring and summer cycles; there are major constraints for forage production in the latter cycle due to adverse climatic factors and the short duration of the cycle, which restricts the development of traditional crops (Santamaria *et al.*, 2006). It is therefore important to look for alternative crops that allow greater forage production efficiency in terms of yield and quality during the summer cycle.

Forage legume species are of better quality than gramineae due to their lower fiber content (Buxton *et al.*, 1996) and high protein content (Reta *et al.*, 2008). Therefore, the use of annual legumes for the production of quality forage during the summer can be an important alternative in the region. It has been shown that some annual legumes can produce high quality forage; soybeans can produce between 2 400 and 13 900 kg ha<sup>-1</sup> of dry matter (DM) (Hintz *et al.*, 1992; Sheaffer *et al.*, 2001; Seiter *et al.*, 2004) with a crude protein content (CP) between 19 and 24% and a concentration of net energy for lactation (NEL) of between 1.2 and 1.55 Mcal kg<sup>-1</sup> (Reta *et al.*, 2008). Cowpeas produce DM yields of about 4 000 kg ha<sup>-1</sup> (Muir *et al.*, 2001; Ibrahim *et al.*, 2006) with a CP content of between 16.6 and 20.8% (Muir, 2002; Rao and Northum, 2009), and values of neutral detergent fiber (NDF) of 54% (Dahmardeh *et al.*, 2009). DM yields higher than 6 000 kg ha<sup>-1</sup> have been recorded for the pigeon pea, with 16% of CP and 57% digestibility of DM (Rao *et al.*, 2002). For hyacinth bean, DM yields between 4 000 and 6 000 kg ha<sup>-1</sup> have been reported (Murphy and Colucci, 1999; Rao and

MS (Rao *et al.*, 2002). En Frijol dolichos se han reportado rendimientos de MS de 4 000 a 6 000 kg ha<sup>-1</sup> (Murphy y Colucci, 1999; Rao y Northum, 2009), con un contenido de PC 16% y valores de FDN de 37% y fibra detergente ácido (FDA) de 52% al realizar la cosecha antes de la floración (Murphy *et al.*, 1999). El objetivo del presente estudio fue comparar la composición nutricional y los rendimientos potenciales de materia seca (MS) y nutrientes de cuatro especies leguminosas anuales durante el periodo disponible en el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32' latitud norte, 103° 14' longitud oeste y 1 150 msnm), en un suelo de textura franco arcilloso. El sitio experimental tiene suelos profundos (> 1.8 m), con valores de pH de 8.2, humedad aprovechable de 150 mm m<sup>-1</sup> (Santamaría *et al.*, 2008) y un contenido de carbono orgánico de 0.75% (Santamaría *et al.*, 2006).

La preparación del suelo consistió en un barbecho, rastreo, nivelación y la delimitación de las parcelas del experimento. Se aplicó un riego 12 días antes de la siembra con 20 cm de lámina. Posteriormente se fertilizó con 50 kg de N y 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> usando fosfato monoamónico y urea granulados, los cuales se incorporaron con el rastreo en húmedo. La siembra se realizó en suelo húmedo el 5 y 8 de julio de 2005 y 2006, respectivamente. Durante el ciclo 2005, se recibieron 6.8 cm de lluvia, mientras que en 2006 se registraron 5.6 cm. En 2005, las temperaturas medias de máximas, medias de mínimas y las temperaturas medias fueron 36.1, 21.1 y 28.6 °C, respectivamente, y en 2006 estas fueron 32.4, 20.3 y 26.3 °C.

Se evaluaron dos variedades de chícharo de vaca (*Vigna unguiculata* L.): 'Black Eye' y 'Purple Hull'; la variedad de frijol gandul (*Cajanus cajan* L.) 'Georgia-2' desarrollada en la universidad de Georgia, Tifton, GA; cuatro variedades de soya (*Glycine max* L.): 'Hutchinson', 'Huasteca 200', 'Huasteca 300' y 'Huasteca 400' y la variedad de frijol dolichos (*Lablab purpureus* L.) 'Rongai'. Se utilizaron densidades en número de plantas por m<sup>-2</sup> de 54, 58 y 58 para frijol dolichos, chícharo de vaca y frijol gandul,

Northum, 2009), with a CP content of 16%, NDF values of 37%, and 52% of detergent fiber acid (DFA) at the time of harvest, before flowering (Murphy *et al.*, 1999). The aim of this study was to compare the nutritional composition and potential yields of dry matter (DM) and nutrients of four annual legume species available during the summer cycle in the Laguna Region.

## Materials and methods

The study was conducted in the Experimental Field La Laguna of the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock, located in Matamoros, Coahuila, Mexico (25° 32' N, 103° 14' W and 1 150 masl) in a clay loam soil. The experimental site has deep soils (> 1.8 m), with pH values of 8.2, soil moisture of 150 mm m<sup>-1</sup> (Santamaría *et al.*, 2008) and organic carbon content of 0.75% (Santamaría *et al.* 2006).

Soil preparation consisted of plowing, ploughing, leveling and delineation of the plots for the experiment. Irrigation was applied 12 days before sowing with a 20 cm film. Afterwards, the soil was fertilized with 50 kg N and 100 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> using monoammonium phosphate and urea granules, which were incorporated with the wet ploughing. Sowing was done in moist soil on July 5 and 8 of 2005 and 2006, respectively. During the 2005 cycle there were 6.8 cm of rain, while in 2006 there were 5.6 cm. In 2005, the mean maximum, mean minimum and mean temperatures were 36.1, 21.1 and 28.6 °C, respectively, while in 2006 these were 32.4, 20.3 and 26.3 °C.

We evaluated two varieties of cowpeas (*Vigna unguiculata* L.): 'Black Eye' and 'Purple Hull'; the variety of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) 'Georgia-2' developed at the University of Georgia, Tifton, GA; four varieties of soybean (*Glycine max* L.): 'Hutchinson', 'Huasteca 200', 'Huasteca 300' and 'Huasteca 400'; and the variety of hyacinth bean (*Lablab purpureus* L.) 'Rongai'. The plant densities in number of plants per m<sup>-2</sup> used were 54, 58 and 58 for hyacinth bean, cowpea and pigeon pea respectively. For soybean, 61 plants of the 'Hutchinson' variety were established per m<sup>-2</sup>, and 42 plants per m<sup>-2</sup> of the varieties 'Huasteca 200', 'Huasteca 300' and 'Huasteca 400'.

respectivamente. En soya se establecieron 61 plantas por m<sup>2</sup> en la variedad 'Hutchinson' y 42 plantas m<sup>2</sup> en las variedades 'Huasteca 200', 'Huasteca 300' y 'Huasteca 400'.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron de seis surcos a 0.38 m y una longitud de 3 m. La parcela útil fueron los cuatro surcos centrales de 2 m de longitud (1.52 m<sup>2</sup>). Para mantener la humedad del suelo en niveles adecuados durante el ciclo, se aplicaron cuatro riegos a los 26, 41, 53 y 76 días después de la siembra (dds) con láminas de riego de 12 cm cada uno. Con el propósito de obtener la mayor expresión del potencial de rendimiento por fallas en nodulación de las especies leguminosas evaluadas se aplicó fertilización nitrogenada durante el ciclo. Inmediatamente antes del primero y segundo riego se aplicó urea en dosis de 50 kg N ha<sup>-1</sup>.

El control de plagas se realizó con dos aplicaciones de insecticidas a los 21 y 56 dds. En ambas aplicaciones se utilizó Endosulfan® 35% C.G. (Endosulfan) en dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup> y Rescate 20 PS® (Acetamiprid) en dosis de 0.400 kg ha<sup>-1</sup> para controlar mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*). El control de maleza se realizó manualmente y con azadón.

La cosecha se realizó de acuerdo al ciclo de crecimiento de cada especie que fue de 55 a 82 dds en 2005 y entre 62 y 93 dds en 2006. Las fases fenológicas en las que se cosecharon las especies evaluadas fueron las siguientes: en los genotipos de chícharo de vaca 'Black Eye' y 'Purple Hull', y en la soya 'Hutchinson' la fase fue en el inicio de coloración de madurez en vainas (R7); el frijol gandul 'GA2' en vainas con semillas verdes completamente desarrolladas (R6); en los genotipos de soya 'Huasteca 200, 300 y 400' en la fase con semillas en crecimiento con 2-3 mm de longitud (R5); y en el frijol dolichos en la fase vegetativa.

Después de la cosecha se contó el número de plantas cosechadas en la parcela útil. Al momento de la cosecha se determinó el rendimiento de forraje verde. El porcentaje de MS por parcela se realizó mediante un muestreo de plantas en dos surcos de 2 m de longitud (1.52 m<sup>2</sup>). Estas plantas se secaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C hasta alcanzar peso constante. El rendimiento de MS se determinó multiplicando el rendimiento de forraje verde por el porcentaje de MS obtenida en cada parcela.

En la cosecha también se determinó la distribución de MS en los órganos aéreos de las plantas. Para ello se muestrearon 10 plantas tomadas al azar en cada parcela. Posteriormente,

The experimental design was a randomized complete block with four replicates. The plots consisted of six furrows spaced at 0.38 m and 3 m in length. The useful plot were the four central furrows of 2 m in length (1.52 m<sup>2</sup>). To maintain soil moisture at adequate levels during the cycle, four irrigations were applied 26, 41, 53 and 76 days after planting (DAP) with irrigation films of 12 cm each. Nitrogen fertilizer was applied during the cycle in order to obtain the highest expression of yield potential for the nodulation failure of the legume species evaluated. Urea was applied immediately before the first and second irrigations in doses of 50 kg N ha<sup>-1</sup>.

Pest control was performed with two applications of insecticides at 21 and 56 DAP. Endosulfan® 35% C.G. was used in both applications in doses of 1.5 L ha<sup>-1</sup>, as well as Rescate 20 PS® (Acetamiprid) in doses of 0.400 kg ha<sup>-1</sup> to control the whitefly (*Bemisia argentifolii*). Weed control was performed manually and with a hoe.

The harvest was carried out according to the growth cycle of each species, which occurred from 55 to 82 DAP in 2005 and from 62 to 93 DAP in 2006. The phenological stages at which the evaluated species were harvested were as follows: in the cowpea genotypes 'Black Eye' and 'Purple Hull' and in the 'Hutchinson' soybean, this stage was the beginning of maturity color in the pods (R7); the pigeon pea 'GA2' was harvested when it showed fully developed pods with green seeds (R6); soybean genotypes 'Huasteca 200, 300 and 400' were harvested at the stage with growing seeds of 2-3 mm in length (R5); and the hyacinth bean was harvested in the vegetative stage.

After harvest, we counted the number of plants harvested in the useful plot. Green forage yield was determined at the time of harvest. The percentage of DM per plot was determined by a sampling of plants in two rows of 2 m in length (1.52 m<sup>2</sup>). These plants were dried in a forced air oven at a temperature of 60 °C until they reached a constant weight. DM yield was determined by multiplying the green forage yield by the percentage of DM obtained in each plot.

The distribution of DM in the aerial organs of plants was also determined at harvest. To do this, 10 plants were sampled at random from each plot. Subsequently, the plants were separated into stem plus branches, leaves (lamina and petiole) and pods (seed and pericarp). The plants were dried at 60 °C until reaching constant weight to obtain the dry weight of each aerial organ.

las plantas se separaron en tallo más ramas, hojas (lámina y pecíolo) y vainas (semilla y pericarpio). Las plantas se secaron a 60 °C hasta alcanzar peso constante, para obtener el peso seco de cada órgano aéreo de los cultivos.

La biomasa aérea total en las plantas muestreadas para estimar el porcentaje de MS, se utilizó también para determinar la composición química del forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), carbohidratos no fibrosos (CNF), total de nutrientes digestibles (TND) y energía neta para lactancia (ENI). Las plantas secas se molieron en un molino Wiley (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EUA) con una malla de 1 mm. Las muestras fueron analizadas de acuerdo con los procedimientos descritos por Goering y Van Soest (1970) para FDN y FDA, y Kjeldahl para N (Bremner, 1996). Los contenidos de ENI, CNF y TND se estimaron de acuerdo con la metodología propuesta por Weiss *et al.* (1992). Los rendimientos de PC y ENI por hectárea se obtuvieron al multiplicar los contenidos de PC y ENI por el rendimiento de MS de cada especie.

Se hicieron análisis de varianza para los datos de rendimiento de MS, distribución de la materia seca en los órganos aéreos y características de la composición química del forraje ( $p \leq 0.05$ ) y para comparar las medias se utilizó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Se realizaron análisis de regresión lineal simple ( $p \leq 0.05$ ) para determinar la relación entre materia seca asignada a tallo, hoja y vaina de las especies en estudio y los parámetros de la composición química del forraje determinados (PC, FDN y ENI). Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (SAS Inst., 1989).

## Resultados

### Rendimiento y distribución de materia seca

Los rendimientos de MS en 2005 fueron de 2 200 a 8 348 kg ha<sup>-1</sup> con ciclos de crecimiento de 55 a 82 días, y de 3 540 a 9 280 kg ha<sup>-1</sup> con ciclos de 62 a 93 días en 2006. En el primer año los mayores rendimientos ( $p \leq 0.05$ ) se obtuvieron en las dos variedades de soya, entre las cuales no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). Los menores rendimientos ( $p \leq 0.05$ ) se obtuvieron en las dos variedades de chícharo de vaca y en el frijol gandul GA2, con ciclos entre 55 y 64 dds. En 2006 el mayor rendimiento de MS ( $p \leq 0.05$ ) se obtuvo en soya 'Hutchinson' con 9 280 kg ha<sup>-1</sup>, el cual aunque fue

The total aerial biomass of the plants sampled to estimate the percentage of DM was also used to determine the chemical composition of the forage in terms of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), non-fibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN) and net energy for lactation (NEL). The dried plants were ground in a Wiley mill (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, USA) with a 1 mm mesh. The samples were analyzed according to the procedures described by Goering and Van Soest (1970) for NDF and ADF, and according to Kjeldahl for N (Bremner, 1996). The contents of NEL, NFC and TDN were estimated according to the methodology proposed by Weiss *et al.* (1992). The yields per hectare of CP and NEL were obtained by multiplying the contents of CP and NEL by the DM yield of each species.

Analyses of variance were performed for the data of DM yield, dry matter distribution in the aerial organs and of the characteristics of the chemical composition of the forage ( $p \leq 0.05$ ); to compare the means we used the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ). Simple linear regression analyses ( $p \leq 0.05$ ) were performed to determine the relationship between the dry matter allocated to the stem, to the leaf and to the pod in the species under study, as well the parameters of the chemical composition of the forage that were previously determined (CP, NDF and NEL). The data were analyzed with SAS Statistical Software (SAS Inst., 1989).

## Results

### Yield and dry matter distribution

DM yields in 2005 were 2 200-8 348 kg ha<sup>-1</sup> with growth cycles of 55-82 days, and 3 540-9 280 kg ha<sup>-1</sup> with cycles of 62-93 days in 2006. In the first year, the highest yields ( $p \leq 0.05$ ) were obtained by the two soybean varieties, between which no significant differences were found ( $p > .05$ ). The lower yields ( $p \leq 0.05$ ) were obtained by the two varieties of cowpeas and by the pigeon pea GA2, with cycles between 55 and 64 DAP. In 2006 the highest DM yield ( $p \leq 0.05$ ) was obtained by the 'Hutchinson' soybean with 9 280 kg ha<sup>-1</sup>, which, although statistically equal ( $p > 0.05$ ) to the yield of the other three soybean varieties evaluated (7 757-8 013 kg ha<sup>-1</sup>), was higher ( $p \leq 0.05$ ) than that the yield obtained by the cowpea, the pigeon pea and the hyacinth bean (3 540-6 132 kg ha<sup>-1</sup>). In

estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) al rendimiento de las otras tres variedades de soya evaluadas (7 757 a 8 013 kg ha<sup>-1</sup>), fue superior ( $p \leq 0.05$ ) al obtenido por chícharo de vaca, frijol gandul y frijol dolichos (3 540 a 6 132 kg ha<sup>-1</sup>). En las especies en las que se evaluaron dos o más genotipos, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre ellos (Cuadro 1).

species in which two or more genotypes were evaluated, there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) between them (Table 1).

As a result of the differences in precocity, significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were found between the legume species and between the genotypes of the same species with respect

**Cuadro 1. Rendimiento de materia seca (MS) y ciclo de crecimiento de cuatro especies de leguminosas establecidas en los ciclos de verano de 2005 y 2006 en la Comarca Lagunera, México.**

**Table 1. Yield of dry matter (DM) and growth cycle of four legume species established during the summer cycles of 2005 and 2006 in the Laguna Region, Mexico.**

Especie <sup>‡</sup>	2005		2006	
	Rendimiento de MS (kg ha <sup>-1</sup> )	Ciclo (dds)	Rendimiento de MS (kg ha <sup>-1</sup> )	Ciclo (dds)
Chv 'Black Eye'	3336 bc <sup>†</sup>	55	3540 d	62
Chv 'Purple Hull'	3395 bc	64	4248 cd	71
Frijol gandul 'GA2'	2200 c	64	5364 cd	71
Soya Hutchinson	8348 a	82	9280 a	91
Soya Huasteca 200	7329 a	82	7873 ab	91
Soya Huasteca 300	-	-	7757 ab	91
Soya Huasteca 400	-	-	8013 ab	91
Frijol dolichos	4197 b	66	6132 bc	93

<sup>†</sup>Medias dentro de cada columna seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $\leq 0.05$ ). <sup>‡</sup>dds= días después de la siembra; Chv= chícharo de vaca.

Como resultado de las diferencias en precocidad, se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre especies leguminosas y entre genotipos para una misma especie en la distribución de MS en los órganos de la parte aérea. La soya 'Hutchinson' acumuló una mayor cantidad de MS ( $p \leq 0.05$ ) en la vaina en los dos ciclos (46.6 a 56.2%). Entre chícharo de vaca Black Eye, soya Huasteca 300 y frijol gandul GA2 no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la proporción de MS en la vaina, alcanzando valores entre 20.6 y 31.9%. En el frijol dolichos no se formaron vainas durante el ciclo de crecimiento en los dos años de evaluación. Las especies con baja o nula acumulación de MS en vaina tales como chícharo de vaca Purple Hull, las variedades de soya Huasteca 200 y 400 y frijol dolichos registraron altos porcentajes de MS en la hoja (46.4 a 58.4%); sin embargo, la distribución de MS en el tallo también mostró valores altos (37.7 a 48.3%) (Cuadro 2).

**Composición química del forraje y rendimiento de nutrientes**

La principal característica de las especies leguminosas en evaluación fue su alto contenido proteico. En 2005 se obtuvo un alto contenido de PC en las especies evaluadas

to the distribution of DM in the organs of the aerial part. The 'Hutchinson' soybean accumulated a greater amount of DM ( $p \leq 0.05$ ) in the pod in the two cycles (46.6 to 56.2%). No significant differences ( $p > 0.05$ ) were found between the Black Eye cowpeas, Huasteca 300 soybeans and GA2 pigeon peas with respect to the proportion of DM in the pod, which reached values between 20.6 and 31.9%. In hyacinth beans, no pods were formed during the growth cycle in the two years of evaluation. The species with little or no accumulation of DM in the pod such as Purple Hull cowpeas, Huasteca 200 and 400 soybean varieties and hyacinth beans, showed high percentages of DM in the leaf (46.4 to 58.4%); however, the distribution DM to the stem also showed high values (37.7 to 48.3%) (Table 2).

**Chemical composition of forage and nutrient yield**

The main characteristic of the legume species evaluated was their high protein content. A high CP content was obtained in the species evaluated in 2005 (210-245 g kg<sup>-1</sup>), except for hyacinth beans, which showed a lower

(210 a 245 g kg<sup>-1</sup>) con excepción del frijol dolichos que tuvo una menor concentración ( $p \leq 0.05$ ) de PC con 184 g kg<sup>-1</sup>. En 2006 cuando se realizó la cosecha en fases del desarrollo más avanzadas (62 a 93 dds), el contenido de PC se redujo en todas las especies (166 a 195 g kg<sup>-1</sup>), con excepción de soya Hutchinson que obtuvo el mayor valor ( $p \leq 0.05$ ) con 242 g kg<sup>-1</sup>. En forma similar al ciclo anterior, frijol dolichos presentó la menor concentración ( $p \leq 0.05$ ) de PC (166 g kg<sup>-1</sup>) (Cuadro 3).

concentración ( $p \leq 0.05$ ) of CP with 184 g kg<sup>-1</sup>. In 2006, when the harvest was carried out in more advanced stages of development (62-93 DAP), the CP content decreased in all species (166-195 g kg<sup>-1</sup>), with the exception of the 'Hutchinson' soybeans, which showed the higher value ( $p \leq 0.05$ ) with 242 g kg<sup>-1</sup>. Similar to the previous cycle, hyacinth beans had the lowest concentration ( $p \leq 0.05$ ) of CP (166 g kg<sup>-1</sup>) (Table 3).

**Cuadro 2. Distribución porcentual de materia seca (MS) en los órganos aéreos de cuatro especies de leguminosas establecidas en los ciclos de verano de 2005 y 2006 en la Comarca Lagunera, México.**

**Table 2. Percentage distribution of dry matter (DM) in the aerial organs of four species of legumes established during the summer cycles of 2005 and 2006 in the Laguna Region, Mexico.**

Especie <sup>‡</sup>	2005			2006		
	Tallo	Hoja	Vainas	Tallo	Hoja	Vainas
	(%) de MS					
Chv 'Black Eye'	37.6 a	41.8 c	20.6 c	32.6 cd	45.8 bc	21.7 bc
Chv 'Purple Hull'	37.7 a	48.1 bc	14.2 c	42.3 abc	46.5 bc	11.2 cd
Frijol gandul 'GA2'	27.3 b	40.7 c	32.0 b	35.6 bcd	37.3 cd	27.1 b
Soya Hutchinson	25.1 b	28.3 d	46.6 a	12.7 e	31.1 d	56.2 a
Soya Huasteca 200	41.1 a	52.4 ab	6.5 d	46.8 a	49.4 b	3.8 d
Soya Huasteca 300	-	-	-	29.9 d	48.0 bc	22.1 bc
Soya Huasteca 400	-	-	-	45.4 ab	48.8 bc	5.8 d
Frijol dolichos	41.6 a	58.4 a	0 d	48.3 a	51.7 ab	0 d

<sup>†</sup> Medias dentro de cada columna seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $\leq 0.05$ ). <sup>‡</sup> Chv= chícharo de vaca.

**Cuadro 3. Parámetros de la composición química del forraje de cuatro especies de leguminosas establecidas en los ciclos de verano de 2005 y 2006 en la Comarca Lagunera, México.**

**Table 3. Parameters of the chemical composition of the forage of four legume species established during the summer cycles of 2005 and 2006 in the Laguna Region, Mexico.**

Especie <sup>‡</sup>	PC	FDA	FDN	CNF	NDT	ENI
2005						
Chv 'Black Eye'	245 a	326 c	354 c	250 ab	542 b	1.42 ab
Chv 'Purple Hull'	216 ab	345 bc	382 c	213 bc	532 b	1.28 b
Frijol gandul 'GA2'	237 a	390 ab	466 ab	175 bc	537 b	1.30 bc
Soya Hutchinson	228 a	274 d	335 c	310 a	662 a	1.58 a
Soya Huasteca 200	210 ab	358 bc	435 b	226 ab	559 b	1.34 b
Frijol dolichos	184 b	433 a	496 a	132 c	467 b	1.04 c
2006						
Chv 'Black Eye'	193 b	316 d	350 d	278 ab	540 b	1.26 b
Chv 'Purple Hull'	191 b	369 bc	410 c	202 cd	485 cd	1.10 cd
Frijol gandul 'GA2'	195 b	406 ab	485 a	215 bcd	538 bc	1.17 bcd
Soya Hutchinson	242 a	259 e	318 d	327 a	632 a	1.48 a
Soya Huasteca 200	192 b	380 bc	472 ab	200 cd	522 bcd	1.14 bcd
Soya Huasteca 300	190 b	350 cd	420 c	264 abc	558 b	1.26 b
Soya Huasteca 400	192 b	370 bc	434 bc	238 bcd	545 b	1.22 bc
Frijol dolichos	166 b	448 a	502 a	181 d	482 d	1.05 d

<sup>†</sup> Medias dentro de cada columna y para cada año seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $\leq 0.05$ ). <sup>‡</sup> Chv= chícharo de vaca; PC= proteína cruda; FDA= fibra detergente ácido; FDN= fibra detergente neutro; CNF= carbohidratos no fibrosos; NDT= nutrientes digestibles totales; ENI= energía neta para lactancia.

Al considerar el contenido fibroso y energético, la composición nutricional del forraje obtenido fue de regular a alta. La menor concentración de fibras ( $p \leq 0.05$ ) se obtuvo en soya 'Hutchinson' y en chícharo de vaca con los valores de 259 a 326 g kg<sup>-1</sup> de FDA y de 318 a 354 g kg<sup>-1</sup> de FDN. Los mayores valores de FDA y FDN ( $p \leq 0.05$ ) se presentaron en frijol dolichos. La calidad de forraje en términos de CNF, TND y ENI también fue sobresaliente ( $p \leq 0.05$ ) en soya 'Hutchinson' y chícharo de vaca 'Black Eye'. La especie con menor calidad ( $p \leq 0.05$ ) en estas características fue frijol dolichos (Cuadro 3).

La producción de PC y ENI por hectárea fue mayor en las variedades de soya, principalmente en 'Hutchinson', que superó estadísticamente ( $p \leq 0.05$ ) a los otros tres genotipos de soya evaluados. No se encontraron diferencias en producción de nutrientes ( $p > 0.05$ ) entre chícharo de vaca, frijol gandul y frijol dolichos (Cuadro 4).

Considering the fiber and energy content, the nutritional composition of the forage obtained was regular to high. The lowest concentration of fibers ( $p \leq 0.05$ ) was obtained by the 'Hutchinson' soybeans and by cowpeas, with values of 259-326 g kg<sup>-1</sup> of ADF and 318-354 g kg<sup>-1</sup> of NDF. The highest values of ADF and NDF ( $p \leq 0.05$ ) were showed by hyacinth beans. The quality of forage in terms of NFC, TDN and NEL was also outstanding ( $p \leq 0.05$ ) in 'Hutchinson' soybeans and 'Black Eye' cowpeas. The species of lower quality ( $p \leq 0.05$ ) with respect to these characteristics was the hyacinth bean (Table 3).

The production of CP and NEL per hectare was higher in the soybean varieties, mainly in the 'Hutchinson' variety, which was statistically higher ( $p \leq 0.05$ ) than in the other three soybean genotypes evaluated. No differences were found with respect to nutrient production ( $p > 0.05$ ) between cowpeas, pigeon peas and hyacinth beans (Table 4).

**Cuadro 4. Rendimientos de proteína cruda (PC) y energía neta para lactancia (ENI) por hectárea de cuatro especies leguminosas establecidas en los ciclos de verano de 2005 y 2006 en la Comarca Lagunera, México.**

**Table 4. Yields of crude protein (CP) and net energy for lactation (NEL) per hectare of four legume species established during the summer cycles of 2005 and 2006 in the Laguna Region, Mexico.**

Especie <sup>‡</sup>	2005		2006	
	PC (kg ha <sup>-1</sup> ) (kg ha <sup>-1</sup> ) (kg ha <sup>-1</sup> )	ENI (Mcal ha <sup>-1</sup> ) (Mcal ha <sup>-1</sup> ) (Mcal ha <sup>-1</sup> )	PC (kg ha <sup>-1</sup> ) (kg ha <sup>-1</sup> ) (kg ha <sup>-1</sup> )	ENI (Mcal ha <sup>-1</sup> ) (Mcal ha <sup>-1</sup> ) (Mcal ha <sup>-1</sup> )
Chv 'Black Eye'	803 c	4389 c	683 c	4461 c
Chv 'Purple Hull'	732 cd	4357 c	807 c	4714 c
Frijol gandul 'GA2'	521 d	2831 c	1057 c	6039 c
Soya Hutchinson	1901 a	13211 a	2246 a	13776 a
Soya Huasteca 200	1540 b	9789 b	1510 b	9020 b
Soya Huasteca 300	-	-	1468 b	9800 b
Soya Huasteca 400	-	-	1524 b	9752 b
Frijol dolichos	769 cd	4387 c	1021 c	6408 c

<sup>†</sup>Medias dentro de cada columna seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey  $\leq 0.05$ ). <sup>‡</sup>Chv= chícharo de vaca.

**Relación entre distribución de materia seca y composición química del forraje**

El análisis de regresión indicó que la proporción de tallo, hojas y vaina en el forraje de las leguminosas en evaluación tuvo una relación lineal simple significativa ( $p \leq 0.05$ ) con los parámetros de la composición química del forraje. En general, los incrementos en la proporción de tallo y hoja redujeron la composición nutricional, afectando los valores

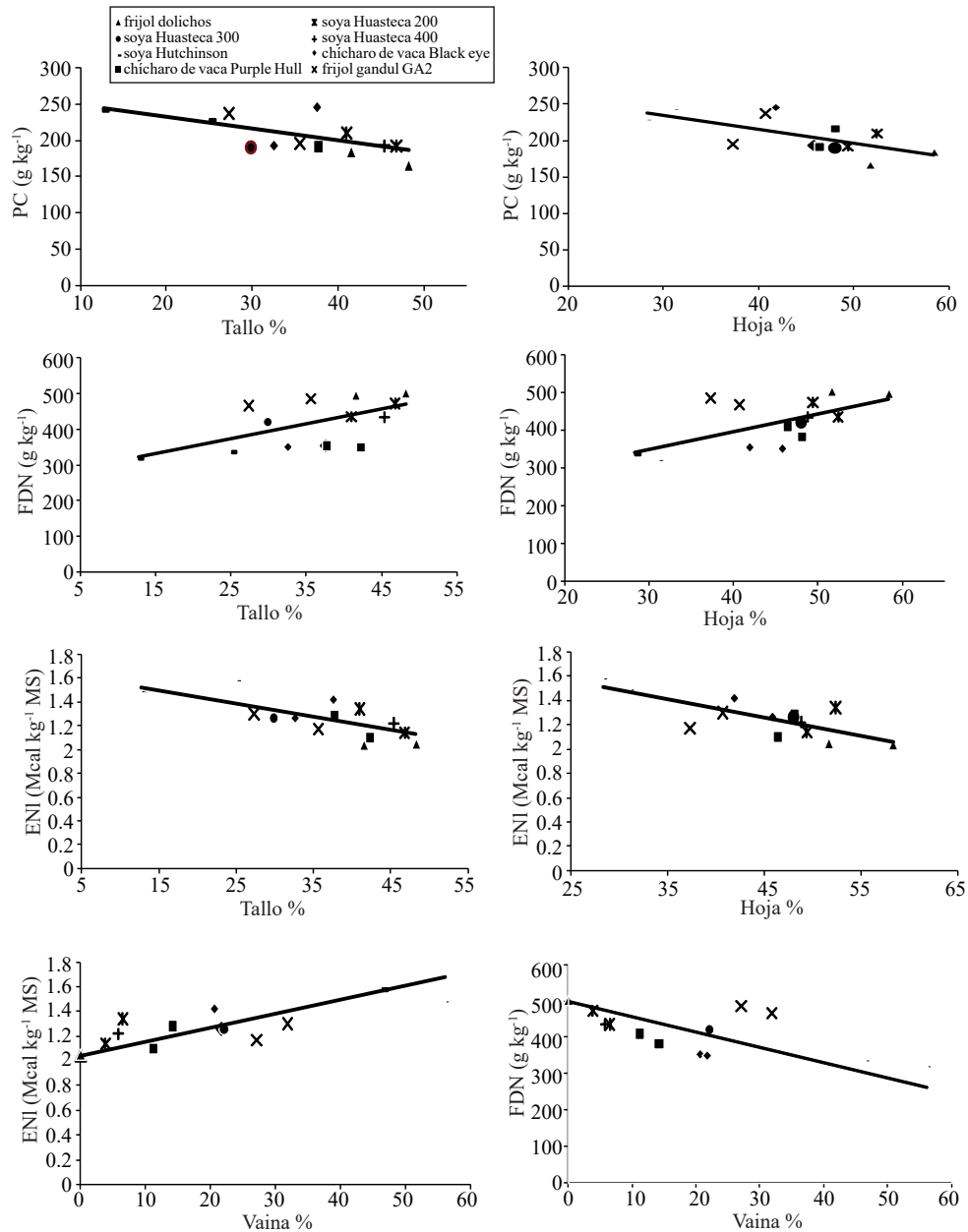
**Relationship between dry matter distribution and chemical composition of forage**

The regression analysis indicated that the proportion of stem, leaf and pod in the forage of the legumes evaluated had a simple linear significant relationship ( $p \leq 0.05$ ) with the parameters of the chemical composition of the forage. In general, increases in the proportion of stem and leaf reduced the nutritional composition, affecting the values



de PC, FDN y ENI; mientras que la más alta proporción de vainas en el forraje resultó en un mayor contenido energético y menores valores de FDN. No se encontró una relación significativa ( $p > 0.05$ ) entre porcentaje de MS en la vaina y contenido de PC (Figura 1).

of CP, NDF and NEL, while a higher proportion of pods in forage resulted in higher energy content and lower values of NDF. No significant relationship was found ( $p > 0.05$ ) between the percentage of DM in the pod and CP content (Figure 1).



**Figura 1. Relación entre la proporción de materia seca asignada (%) a tallo, hoja y vaina en la parte aérea de cuatro especies de leguminosas con parámetros de la composición química del forraje. Ciclos de verano de 2005 y 2006 en la Comarca Lagunera, México. \*PC= proteína cruda; FDN= fibra detergente neutro; ENI= energía neta para lactancia. Los efectos fueron significativos si  $t \leq 0.05$  para la pendiente (b).**

**Figure 1. Relationship between the proportions of dry matter allocated (%) to stem, leaf and pod in the aerial part of four species of legumes, and the parameters of the chemical composition of the forage. Summer cycles of 2005 and 2006 in the Laguna Region, Mexico. \*CP= crude protein; NDF= neutral detergent fiber; NEL= net energy for lactation. The effects were significant if  $t \leq 0.05$  for the slope (b).**

## Discusión

### Ciclo de crecimiento y características agronómicas en relación a la composición química del forraje

La composición química del forraje y el potencial de rendimiento de MS y nutrientes de las leguminosas evaluadas, fue variable entre especies y genotipos de la misma especie, de acuerdo a su ciclo de crecimiento y características agronómicas. De acuerdo a la etapa de desarrollo al momento de la cosecha, las especies leguminosas evaluadas tuvieron ciclos de crecimiento de 55 a 93 días, por lo que pueden establecerse durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera, el cual tiene una duración de aproximadamente 100 días. Sin embargo, algunas de ellas presentan ventajas en precocidad, como es el caso del chícharo de vaca 'Black Eye', frijol gandul 'GA2' y la variedad de soya 'Hutchinson', lo cual les permite tener una mayor proporción de vainas en el forraje, lo que consecuentemente mejorará la composición nutricional.

### Rendimiento de materia seca y nutriente

En el periodo disponible para los cultivos de verano en la Comarca Lagunera (100 días), la especie más sobresaliente fue la soya, debido a su alta composición nutricional del forraje y sus mayores rendimientos de MS y nutrientes por hectárea. En esta especie, los rendimientos de MS obtenidos se pueden considerar aceptables, si se comparan con los encontrados en otros trabajos, donde se reportan rendimientos entre 2 400 y 13 900 kg ha<sup>-1</sup> (Hintz *et al.*, 1992; Sheaffer *et al.*, 2001; Seiter *et al.*, 2004). De los genotipos de soya evaluados, 'Hutchinson', aunque tuvo un rendimiento de MS similar a los otros, fue sobresaliente en rendimiento de PC y ENL por hectárea. La mayor precocidad de este genotipo le permitió tener un mayor contenido de vainas en la cosecha (Cuadro 2), las cuales, en soya tienen altas concentraciones de proteína, carbohidratos y lípidos que contribuyen significativamente en el contenido de energía (Albro *et al.*, 1993; Sheaffer *et al.*, 2001).

La soya 'Hutchinson' se cosechó en la fase R7 (inicio de coloración de madurez en vainas), cuando se maximizan tanto el rendimiento de materia seca como la composición nutricional del forraje (Hintz *et al.*, 1992; Munoz *et al.*, 1983); mientras que los otros genotipos con menor precocidad se cosecharon entre las fases R3 (vainas de 5 mm de longitud en los cuatro nudos superiores del tallo principal) y R5 (vainas con semillas de 3 mm de longitud en los cuatro nudos

## Discussion

### Growth cycle and agronomic characteristics with respect to the chemical composition of forage

The chemical composition of forage and the dry matter and nutrient yield potential of the legumes evaluated varied between species and between the genotypes of the same species, according to their growth cycle and agronomic characteristics. According to the stage of development at the time of harvest, the legume species evaluated had growth cycles of 55-93 days; thereby, they may be established during the summer cycle in the Laguna region, which has a duration of about 100 days. However, some of the legume species present advantages with respect to precocity, as is the case of the 'Black Eye' cowpea, the 'GA2' pigeon pea and the 'Hutchinson' variety of soybean; this advantage allows them to have a higher proportion of pods in the forage, improving its nutritional composition.

### Dry matter and nutrient yield

In the period available for summer crops in the Laguna Region (100 days), the most prominent species was the soybean, due to the high nutritional composition of its forage and its higher yield of DM and nutrients per hectare. In this species, the DM yields obtained can be considered acceptable when compared with those found in other studies, which reported yields between 2 400 and 13 900 kg ha<sup>-1</sup> (Hintz *et al.*, 1992, Sheaffer *et al.*; 2001; Seiter *et al.*, 2004). Of the soybean genotypes evaluated, 'Hutchinson', although it showed a DM yield similar to other genotypes, was outstanding with respect to the yield of CP and NEL per hectare. The higher precocity of this genotype allowed it to have a higher content of pods at harvest (Table 2), which in soy have high concentrations of protein, carbohydrates and lipids that contribute significantly to the energy content of forage (Albro *et al.*, 1993; Sheaffer *et al.*, 2001).

The 'Hutchinson' soybean was harvested at the R7 stage (beginning of maturity color in pods), when both dry matter yield and nutrient composition of the forage are maximized (Hintz *et al.*, 1992; Munoz *et al.*, 1983), while the other less precocious genotypes were harvested between the stages R3 (pods of 5 mm in length on the four upper nodes of the main stem) and R5 (pods with seeds of 3 mm in length on the

superiores del tallo principal), cuando la distribución de la MS en las vainas es aún baja (Cuadro 2). Estas diferencias en composición nutricional entre genotipos son similares a las encontradas por Sheaffer *et al.* (2001) entre genotipos de soya para grano y para forraje, quienes encontraron un mayor contenido de PC y menores concentraciones de fibra en variedades de soya para grano.

La calidad de forraje en chícharo de vaca 'Black Eye' y en frijol gandul 'GA2' fue buena, sin embargo sus rendimientos de MS fueron bajos en relación a soya y a los rendimientos observados en otros estudios, tanto para chícharo de vaca (Muir *et al.*, 2001; Ibrahim *et al.*, 2006) como para frijol gandul (Rao *et al.*, 2002). Debido a esto, la producción de nutrientes por hectárea en estas especies fue inferior a la obtenida en soya. En frijol dolichos, el rendimiento de MS (6 000 kg ha<sup>-1</sup>) fue similar al reportado en otros trabajos (Murphy y Colucci, 1999; Rao y Northum, 2009) e inferior al de soya en el presente estudio, aunado a ésto presentó una menor composición nutricional del forraje, por lo que su producción de nutrientes también fue inferior a la soya.

### **Composición química del forraje en relación a distribución de materia seca**

Dado el contenido alto de PC en la hoja de leguminosas (Murphy *et al.*, 1999; Sheaffer *et al.*, 2001) se podría esperar un aumento de PC al tener una mayor proporción de hoja en la parte aérea de las plantas; sin embargo, en este estudio se observó una relación inversa entre la concentración de PC y ENI y el contenido de hojas. Ésta relación se observó en las especies con nulo o bajo contenido de vainas como frijol dolichos, chícharo de vaca 'Purple Hull' y las variedades de soya 'Huasteca 200, 300 y 400'; en estas especies, la alta proporción de tallo con baja concentración de PC (Murphy *et al.*, 1999; Sheaffer *et al.*, 2001) contrarrestó el efecto benéfico en la composición nutricional de una alta proporción de hoja. En el caso del aumento de vainas y una menor proporción de tallo en soya Hutchinson y frijol Gandul 'GA2', se observa que favoreció un aumento de ENL, y una reducción del contenido de fibras (Figura 1).

### **Productividad en relación a cultivos tradicionales**

En comparación con los cultivos forrajeros tradicionales en la región, todas las especies alternativas evaluadas tuvieron rendimientos de MS inferiores a los obtenidos en maíz con 16 380 kg ha<sup>-1</sup> y sorgo con 14 811 kg ha<sup>-1</sup>; mientras que en relación a la alfalfa, que produce 5 080 kg MS ha<sup>-1</sup> en tres

four upper nodes of the main stem), when the distribution of DM in the pods is still low (Table 2). These differences in the nutritional composition of the genotypes are similar to those found by Sheaffer *et al.* (2001) among soybean genotypes for grain and forage, who found a higher content of CP and lower fiber concentrations in soybean varieties for grain.

The quality of the forage of the 'Black Eye' cowpea and the 'GA2' pigeon pea was good; however, their DM yields were low compared to soybean yields and to the yields observed in other studies both for cowpeas (Muir *et al.*, 2001; Ibrahim *et al.*, 2006) and pigeon peas (Rao *et al.*, 2002). Because of this, the production of nutrients per hectare in these species was lower than the production obtained in soybeans. In the hyacinth bean, the DM yield (6 000 kg ha<sup>-1</sup>) was similar to that reported in other studies (Murphy and Colucci, 1999; Rao and Northum, 2009) and lower than the DM yield of soybean in this study; in addition to this, it showed a lower nutritional composition of forage, and so its nutrient production was also lower than that of soybeans.

### **Chemical composition of forage with respect to dry matter distribution**

Given the high CP content in the leaves of legumes (Murphy *et al.*, 1999; Sheaffer *et al.*, 2001), CP could be expected to increase when there is a larger proportion of leaves in the aerial part of the plants, but in this study we observed an inverse relationship between the concentration of CP and NEL, and the content of leaves in the forage. This relationship was observed in species with null or low pod content such as the hyacinth bean, the 'Purple Hull' cowpea and the 'Huasteca 200, 300 and 400' soybean varieties; in these species, the large proportion of stem with low CP concentration (Murphy *et al.*, 1999; Sheaffer *et al.*, 2001) counteracted the beneficial effect of a high proportion of leaf on the nutritional composition of the forage. In the of the Hutchinson soybean and the 'AG2' pigeon pea, which showed an increase of pods and a lower proportion of stem, this characteristics favored the increase of NEL, and the reduction of fiber content (Figure 1).

### **Productivity with respect to traditional crops**

Compared with the traditional crops in the region, all the alternatives species evaluated had lower DM yields than corn with 16 380 kg ha<sup>-1</sup> and sorghum with 14 811 kg ha<sup>-1</sup>, whereas when compared to alfalfa, which produces 5 080

cortes durante el verano (Reta *et al.*, 2008), sólo las especies soya y frijol dolichos produjeron rendimientos (6 132 a 9 280 kg ha<sup>-1</sup>) mayores. Al estimar el rendimiento de PC y ENI por hectárea en el presente estudio, solo soya 'Hutchinson' tuvo la capacidad de competir con los cultivos tradicionales en la producción de nutrientes. En relación a alfalfa, que tiene rendimientos durante el verano de 1 318 kg ha<sup>-1</sup> de PC y 7 785 Mcal ha<sup>-1</sup> de ENI (Reta *et al.*, 2008), esta variedad de soya registró rendimientos superiores en la producción de PC y ENI. En comparación a maíz y sorgo, solo la variedad de soya 'Hutchinson' obtuvo ventaja en la producción de PC, debido a los rendimientos de MS y la alta concentración de PC.

## Conclusiones

Entre las especies y genotipos de especies evaluados, la soya 'Hutchinson' sobresalió por su rendimiento de MS, calidad de forraje y rendimiento de nutrientes. Las principales características que se relacionan a esta respuesta son su precocidad y su patrón de asignación de MS en la parte aérea de las plantas, con un alto contenido de vainas y una menor proporción de tallo. De hecho fue la única opción competitiva en rendimientos de materia seca y nutriente respecto a la productividad que normalmente se encuentra en los cultivos tradicionales como maíz, sorgo y alfalfa durante el verano.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al INIFAP, SAGARPA-CONACYT-COFUPRO, Fundación Produce Coahuila, A. C., Fundación Produce Durango, A.C., y PIFSV por el financiamiento de este estudio.

## Literatura citada

- Albro, J. D.; Weber, D. W. and DelCureto, T. 1993. Consumption of whole, raw soybean, extruded soybean, or soybean meal and barley on digestion characteristic and performances of weaned beef steers consuming mature grass hay. *J. Anim. Sci.* 71:26-32.
- Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-total. *In: Methods of soil analysis: Part 3.* Sparks, D. L. (Ed.). SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. 1085-1121 pp.
- Buxton, D. R.; Mertens, D. R. and Fisher, D. S. 1996. Forage quality and ruminant utilization. *In: cool season grasses.* Agronomy monograph. American Society of Agronomy, Crop Sciences Society of America. Madison, WI. 229-266 pp.

kg DM ha<sup>-1</sup> in three cuts during the summer (Reta *et al.*, 2008), only the soy species and the hyacinth bean showed higher yields (6 132-9 280 kg ha<sup>-1</sup>). When the yield of CP and NEL per hectare was estimated in the present study, only 'Hutchinson' soybean could compete with the nutrient production of traditional crops. Compared to alfalfa, which has CP yields during the summer of 1 318 kg ha<sup>-1</sup>, as well as NEL yields of 7 785 Mcal ha<sup>-1</sup> (Reta *et al.*, 2008), this soybean variety recorded higher yields in the production of CP and NEL. Compared to corn and sorghum, only the 'Hutchinson' soybean variety had an advantage in the production of CP due to its DM yields and high concentration of CP.

## Conclusions

Among the species and genotypes of species evaluated, the 'Hutchinson' soybean stood out for its high DM yield, forage quality and yield of nutrients. The main characteristics related to this response are its precocity and its DM allocation pattern to the aerial part of the plants, with a high content of pods and a lower proportion of stem. In fact, it was the only competitive option in DM and nutrient yield with respect to the productivity normally found in traditional crops such as corn, sorghum and alfalfa during the summer.

*End of the English version*



- Dahmardeh, M.; Ghanbari, A.; Syasar, B. and Ramroudi, M. 2009. Effect of intercropping maize (*Zea mays* L.) with cow pea (*Vigna unguiculata* L.) on green forage yield and quality evaluation. *Asian J. Plant Sci.* 8:235-239.
- Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). USDA-ARS, Washington, D. C. 379 pp.
- Hintz, R. W.; Albrecht, K. A. and Oplinger, E. S. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. *Agron. J.* 84:795-798.
- Ibrahim, M.; Rafia, M.; Sultan, A.; Akram, M. and Goheer, M. A. 2006. Green fodder yield and quality evaluation of maize and cowpea sown alone and in combination. *J. Agric. Res.* 44:15-21.
- Muir, J. P. 2002. Hand-plucked forage yield and quality and seed production from annual and short-lived perennial warm-season legumes fertilized with composted manure. *Crop Sci.* 42:897-904.
- Muir, J. P.; Stokes, S. R. and Prostko, E. P. 2001. The effect of dairy compost on summer annual dicots grown as alternative silages. *Professional Animal Scientist.* 17:95-100.
- Munoz, A. E.; Holt, E. C. and Weaver, R. W. 1983. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. *Agron. J.* 75:147-149.

- Murphy, A. M. and Colucci, P. E. 1999. A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of *Lablab purpureus*. *Livestock Research for Rural Development*. (11) 2. <http://www.lrrd.org/lrrd11/2/colu112.htm>.
- Murphy, A. M.; Colucci, P. E. and Padilla, M. R. 1999. Analysis of the growth and nutritional characteristics of *Lablab purpureus*. *Livestock Research for Rural Development*. (11) 3. <http://www.lrrd.org/lrrd11/3/colu113.htm>.
- Rao, S. C. and Northum, B. K. 2009. Capabilities of four novel warm-season legumes in the Southern Great Plains: Biomass and forage quality. *Crop Sci*. 49:1096-1102.
- Rao, S. C.; Coleman, S. W. and Mayeux, H. S. 2002. Forage production and nutritive value of selected pigeonpea ecotypes in the southern Great Plains. *Crop Sci*. 42:1259-1263.
- Reta, S. D. G.; Serrato, C. J. S.; Figueroa, V. R.; Cueto, W. J. A.; Berumen, P. S. y Santamaría, C. J. 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la Comarca Lagunera. INIFAP-CIRNOC-CELALA. Libro técnico Núm. 3. 268 p.
- Santamaría, C. J.; Reta, S. D. G.; Chávez, G. J. F. J.; Cueto, W. J. A. y Romero, P. R. J. I. 2006. Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca Lagunera. INIFAP-CIRNOC-CELALA. Libro técnico Núm. 2. 240 p.
- Santamaría, C. J.; Reta, S. D. G.; Faz, C. R. y Orona, C. I. 2008. Reducción del rendimiento potencial en maíz forrajero en calendarios con tres y cuatro riegos. *Terra Latinoamericana*. 26:235-241.
- SAS Institute. 1989. SAS/STAT user's guide, version 5.0. 4<sup>th</sup> (Ed.) SAS Inst., Cary, NC.
- Seiter, S.; Altemose, C. E. and Davis, M. H. 2004. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. *Agron. J*. 96:966-970.
- Sheaffer, C. C.; Orf, J. H.; Devine, T. E. and Jewett, J. G. 2001. Yield and quality of forage soybean. *Agron. J*. 93:99-106.
- Weiss, W. P.; Conrad, H. R. and St-Pierre, N. R. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol*. 39:95-110.