

Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra

Rose of china (*Hibiscus rosa-sinensis*) forage production in accordance with harvest frequency and plant density

Raúl Emilio Bolio Osés^a, Pedro Enrique Lara y Lara^a, Miguel Ángel Magaña Magaña^a, José Roberto Sanginés García^a

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de dos densidades de siembra y tres intervalos de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de tulipán, para lo cual se empleó un diseño de bloques al azar en parcelas divididas ($n=3$); la parcela grande correspondió a la densidad de siembra (50,000 y 120,000 plantas ha^{-1}) y la chica a los intervalos de corte (6, 8 y 10 semanas). La mayor producción ($P < 0.05$) se encontró en la densidad baja y corte cada 10 semanas, con 19.2 t MS ha^{-1} , mientras que la densidad alta con corte cada 6 semanas rindió 8.7 t MS ha^{-1} . El contenido de proteína en hojas fue similar en las densidades de siembra, pero diferente ($P < 0.05$) entre intervalos de corte, variando de 21.6, 20.0 a 19.1 % para 6, 8 y 10 semanas, respectivamente. Se encontró diferencia ($P < 0.05$) en el contenido de FDN de las hojas según el intervalo de corte y densidad de siembra; el menor contenido (24.7 %) se obtuvo cuando se cosechó cada seis semanas con una densidad de 50,000 plantas ha^{-1} y el nivel más elevado se obtuvo al cosecharlo cada 8 semanas, con la densidad alta (40.1 %). El mayor porcentaje promedio de hojas fue de 75.4 % y correspondió al intervalo de corte de 6 semanas. Se concluye que el mayor rendimiento de forraje de tulipán se obtiene al cosecharse cada 70 días con una densidad de 50,000 plantas ha^{-1} , aunque su mayor calidad nutritiva no coincide con este intervalo y densidad.

PALABRAS CLAVE: *Hibiscus rosa-sinensis*, Intervalo de cosecha, Densidad de siembra, Rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of two plant densities and harvest frequencies on rose of china's forage yield and quality. The experiment was set in a randomized block design in divided plots ($n=3$), the larger plot corresponded to plant density (50,000 and 120,000 plants ha^{-1}) and the smaller to harvest frequencies (6, 8 and 10 wk). The higher production ($P < 0.05$) was found in the lower plant density and the longer harvest frequency (19.2 t DM ha^{-1}) while the shorter (6 wk) harvest frequency and high plant density yielded 8.7 t DM ha^{-1} . Protein leaf content was similar for all plant densities but showed differences ($P < 0.05$) for harvest frequency, 21.6, 20.0 and 19.1 % for 6, 8 and 10 wk, respectively. Significant differences were found ($P < 0.05$) for NDF in leaves in accordance with harvest frequency and plant density, the lower content (24.7 %) being for the 6 weeks harvest frequency and 50,000 pl ha^{-1} density and the higher for the 8 weeks harvest frequency and 120,000 pl ha^{-1} density (40.1 %). The best leaf average percentage (75.4 %) was found in the 6 weeks harvest frequency. As a conclusion, it can be said that the higher forage yield is obtained when harvested at 70 d frequency in a 50,000 plant ha^{-1} stand, although its best nutritive quality does not concur with this frequency and plant density.

KEY WORDS: *Hibiscus rosa-sinensis*, Harvest frequency, Plant density, Yield.

La actividad agropecuaria del trópico requiere del desarrollo de nuevos métodos de producción, que permitan el uso más racional y sostenido de los recursos naturales. La incorporación de especies

Agricultural production in the tropics needs to develop new methods to enhance rational and sustainable natural resources management. One valid alternative to improve soil use and increase livestock

Recibido el 16 de enero de 2006 y aceptado para su publicación el 6 de junio de 2006.

^a División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal, km. 16.3 Antigua Carretera Mérida Motul, 97345 Conkal, Yucatán. Tel. y Fax (999) 9124130. plara@itaconkal.edu.mx. Correspondencia al segundo autor.

arbóreas en la alimentación animal, es una alternativa para mejorar el uso de la tierra y la rentabilidad pecuaria⁽¹⁾. Esto último, relacionado con el alto costo de las materias primas para la elaboración de alimentos, a lo que se añaden los problemas derivados de la escasez de alimentos durante la época de sequía⁽²⁾ y del uso exclusivo de gramíneas forrajeras, lo que impide mejorar el potencial productivo de los animales, debido a que presentan bajos niveles de proteína (menos del 8 %) y digestibilidad de la MS (menor al 55 %)⁽³⁾.

Una opción para superar tales deficiencias es el uso de leguminosas o arbustos forrajeros, que tienen más de 16 % de proteína y la digestibilidad de la MS es superior al 60 %, aunado a su elevado potencial forrajero⁽⁴⁾. Una de las especies arbustivas que ha mostrado buenas características forrajeras es el tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*); Ngoyen⁽⁵⁾ considera que es factible su utilización en la alimentación de cabras, aunque tradicionalmente se utiliza como ornamental en los jardines.

Meléndez⁽³⁾ cosechó mayor cantidad de forraje a medida que se incrementó la edad de rebrote (30, 60, 90 y 120 días) con 8.2, 13.9, 30.6 y 34.1 t MS ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente; con 71 % de forraje comestible en promedio. En cambio, Martín *et al*⁽⁶⁾ observaron que al incrementarse el intervalo de corte en morera (*Morus alba*), disminuyó la proporción de biomasa comestible, con frecuencias de corte de 45, 60, 90 y 120 d obtuvieron 85, 74, 63 y 46 % de biomasa comestible.

El contenido de materia seca en las hojas de tulipán se modifica con el intervalo de corte; así, a 90, 120 y 150 días se observó 20.4, 27.9 y 27.1 % MS, mientras que en hojas cosechadas a 90 días, el porcentaje de PC es de 20.4⁽²⁾. Por otro lado, se encontró que la degradabilidad de la MS en el rumen de hojas con 18.2 % de PC y 36 % FDN a las 24 h fue 91.8 %⁽⁷⁾. No obstante, Flores *et al*⁽⁸⁾ observaron menor DIVMS de *H. rosa-sinensis* (72 %), siendo ésta más elevada que la obtenida con gramíneas tropicales, que oscila entre 34 y 54 %. También se ha reportado que en la composición del tulipán, 14.2 % de PC, 39.9 % de FDN, 0.21 g kg⁻¹ de fenoles, cero taninos y DIVMS de 79 %,

raising profits is using new forest species as forage⁽¹⁾. Profitability is linked to feed input price, to feed scarcity during the dry season⁽²⁾, and to a complete dependency on forage grasses which acts as a brake on animals' productive potential due to their low protein content (< 8 %) and dry matter digestibility (< 55 %)⁽³⁾.

An option to overcome these limitations would be to use legumes or forage shrubs, with more than 16 % protein and 60 % digestibility combined with high forage potential, as feed⁽⁴⁾. One such species is rose of china (*Hibiscus rosa-sinensis*). Ngoyen⁽⁵⁾ considers its use as forage for goats, although this specie has traditionally been used as an ornamental shrub in gardens.

Meléndez⁽³⁾ harvested more forage when the regrowth periods became longer (30, 60, 90 and 120 d), 8.2, 13.9, 30.6 and 34.1 t ha⁻¹ yr⁻¹ dry matter, respectively, with 71 % edible forage on average. Martín *et al*⁽⁶⁾ in *Morus alba* report that when the regrowth period increased, edible biomass decreased, for 45, 60, 90 and 120 d regrowth periods, the following edible biomass values were obtained, 85, 74, 63 and 46 %, respectively.

Dry matter content in rose of china leaves changes in response to the harvest frequency, for 90, 120 and 150 d, 20.4, 27.9 and 27.1 %, respectively, while the crude protein content in leaves harvested at 90 d was 20.4⁽²⁾. On the other hand, leaf with 18.2 % crude protein and 36 % neutral detergent fiber, dry matter degradability in rumen was 91.8 % after 24 h⁽⁷⁾. Flores *et al*⁽⁸⁾ report a lower DIVMS in rose of china (72 %), although higher than for tropical grasses, that ranges between 34 and 54 %. rose of china's chemical composition, 14.2 % crude protein, 39.9 % neutral detergent fiber, 0.21 g kg⁻¹ phenols, 0 % tannins added to a 79 % DIVMS, allows this specie to be considered a shrub with forage potential⁽⁹⁾.

Jegou *et al*⁽¹⁰⁾ obtained a 1.07 kg d⁻¹ milk average production in goats when their base diet of King Grass (*Pennisetum purpureum* x *P. tiphoides*) was added with 3 kg of "amapola" (*Malvaviscus arboreus*) leaves. Milk production increased lineally

por lo que la consideran como una especie arbustiva con potencial forrajero⁽⁹⁾.

Jegou *et al*⁽¹⁰⁾ obtuvieron una producción promedio de 1.07 kg d⁻¹ de leche en cabras cuando se complementó una dieta base de king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) con 3 kg de hojas de amapola (*Malvaviscus arboreus*), incrementándose linealmente la producción de leche al proporcionar 0.9, 1.7, 2.5 y 3.4 % de PV de amapola en base seca, de 1.35, 1.45, 1.62 y 1.87 kg d⁻¹ en lactancia avanzada y 1.45, 1.61, 1.85 y 2.15 kg d⁻¹ en lactancia temprana⁽¹¹⁾.

En México, el tulipán, tiene un uso primordial como ornamental, pero poco se conoce de sus características agronómicas o las ventajas que tiene con relación a su calidad nutritiva y su rendimiento de biomasa; para generar esta información el objetivo fue evaluar el rendimiento forrajero y la composición química del tulipán según tres intervalos de corte y dos densidades de siembra.

El presente estudio se realizó en el área de investigación pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, ubicada a 21° 05' N, 89° 29' O, con un clima subhúmedo de tipo Aw₀, a 8 msnm, la temperatura promedio anual es de 29 °C y precipitación de 900 mm⁽¹²⁾. El tipo de suelo pertenece al litosol (pedregoso) de origen calcáreo con afloraciones de roca, textura franco-arcillo-arenosa, con pH de 7.6 y materia orgánica de 5.5 %. Los suelos predominantes en la región son del tipo t'zekel (de acuerdo con la terminología maya), leptosoles rendzínicos esqueléticos de acuerdo a la terminología de la FAO⁽¹³⁾.

Se evaluaron seis tratamientos distribuidos según diseño experimental de bloques al azar en parcelas divididas, con tres repeticiones; la parcela grande se asignó a la densidad de siembra (50,000 y 120,000 plantas ha⁻¹) y la parcela chica a los intervalos de corte (6, 8 y 10 semanas). La parcela experimental fue de 25 m² y una parcela útil de 16 m².

El establecimiento de las plantas se inició a partir de julio de 2000, previa preparación del terreno que consistió en chapeo y quema de maleza. Se

when 0.9, 1.7, 2.5 and 3.4 % of PV of dry "amapola" were fed, between 1.35, 1.45, 1.62 and 1.87 kg d⁻¹ respectively in late lactation and between 1.45, 1.61, 1.85 and 2.15 kg d⁻¹ respectively in early lactation⁽¹¹⁾.

In Mexico "Tulipán" (known in English speaking countries as "rose of china") is used mainly in gardens as an ornamental shrub, and little is known about its agronomic characteristics or its advantages as forage owing to its nutritional quality and biomass yield. In order to obtain pertinent information, the objective of the present study was to assess forage yield and chemical composition of *H. rosa-sinensis* in three harvest frequencies and two plant densities.

The present study was carried out in the livestock research area of the Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, Mexico, located at 21° 05' N, 89° 29' W, with a subhumid climate of the Aw₀ type, 8 m asl, 29 °C average annual temperature and 900 mm annual average rainfall⁽¹²⁾. Soils in the experimental area belong to the litosole group of calcareous origin with rock outcroppings presenting clay, sandy loam texture, 7.6 pH and 5.5 % organic matter content. Predominant soils in the area belong to the t'zekel group (Mayan etymology) equivalent to skeletal rendzínic leptosoles in accordance with FAO's grading⁽¹³⁾.

Six treatments were assessed in a randomized block design in divided plots with three replications, the larger plot corresponding to plant density (50,000 and 120,000 plants ha⁻¹) and the smaller to harvest frequencies (6, 8 and 10 wk). The experimental plot was of 25 m² with a 16 m² useful plot.

Planting began in July 2000 with red flowered "Sencilla" variety nursery plants 40 to 50 cm high at a 10 cm depth. Native vegetation was cut and burnt previous to planting. The Low density experiment was planted in rows spaced at 1 m and 0.20 m between plants, equivalent to 50,000 pl ha⁻¹ and the High density in double rows spaced at 1 m and 0.20 m between plants, equivalent to 100,000 pl ha⁻¹. Plots were spray irrigated twice a week and weeded 20 and 35 d after planting.

utilizaron plantas provenientes de vivero de 40 a 50 cm de altura, que se sembraron a una profundidad aproximada de 10 cm; se usó la variedad de tulipán conocida como sencilla, de pétalos rojos, comúnmente utilizada como planta de ornato. La densidad de siembra baja quedó constituida por plantas sembradas a una distancia de 1.0 m entre hileras y 0.20 m entre plantas, equivalente a 50,000 plantas ha⁻¹ y la densidad de siembra alta con una distancia de 1.0 m entre doble hilera y 0.20 m entre plantas, dispuestas en sistema tresbolillo, equivalente a 120,000 plantas ha⁻¹. El manejo de la plantación durante esta fase consistió en riego por aspersión dos veces a la semana, y chapeo a los 20 y 35 días posteriores a la siembra.

Se realizó un corte de uniformización a 50 cm de altura (diciembre de 2000) a los seis meses de siembra y en marzo de 2001 se iniciaron las evaluaciones, habiéndose realizado 8, 6 y 5 cosechas de forraje para los intervalos de corte de 6, 8 y 10 semanas, concluyendo en febrero de 2002, con una duración de un año. Previo a cada cosecha, se hicieron cinco mediciones al azar de la altura de las plantas en cada una de las parcelas, utilizando una cinta métrica.

El corte o cosecha se realizó a una altura de rastrojo de 50 cm con una corta setos de motor de gasolina, procediendo primeramente a cosechar un metro lineal de una hilera de plantas seleccionadas al azar, separando las hojas y los tallos tiernos y cuantificando estos componentes con la finalidad de calcular su proporción en la biomasa total cosechada. Se obtuvieron muestras de 200 a 300 g para la determinación del contenido de materia seca por componente, y para calcular los rendimientos correspondientes de materia seca por unidad experimental y por hectárea para cada una de las fracciones. Las mismas sub-muestras fueron empleadas para las determinaciones de PC y FDN. Posteriormente, se cosechó el saldo de la biomasa de las parcelas, pesándose inmediatamente el producto de las parcelas útiles, y adicionándola al peso de los componentes para obtener el total de la biomasa cosechada.

Mensualmente se abonó la plantación del área experimental con agua residual de origen porcino,

A cut for uniform height at 50 cm was carried out in December 2000, six months after planting and evaluations began in March 2001. A total of 8, 6 and 5 forage harvests were carried out for the 6, 8 and 10 wk frequencies, respectively. The experiment ended in February 2002, after one year. Before each cut, plant height was measured at random with a measuring tape.

Cuts were carried out at a 50 cm height with a gasoline motor driven hedge trimmer, by harvest one meter in the row selected at random. Leaves and young shoots were separated and their percentage of total biomass estimated. Two hundred to 300 g samples were obtained to determine dry matter content as per component and to estimate dry matter yield in experimental and area unit for each fraction. The same sub-samples were used to determine crude protein and neutral detergent fiber. Afterwards, the remaining biomass in the plots were harvested, weighted and added to the previous cut sample to determine total harvested biomass.

Plots were fertilized monthly with nitrogen at a 600 kg ha⁻¹ annual rate with residual water from the experimental pig pens. Prior to each application, water in the stabilization lagoon was sampled to determine both its nitrogen content and the amount of water needed. This was done to use an available resource and also to diminish the pollution potential of the residual water⁽¹⁴⁾. During the annual dry period (January to June) plots were spray irrigated weekly with well water at a 10 cm sheet equivalent.

The following factors were determined: dry matter yield ha⁻¹, forage components (leaf and tender and mature stem), plant height, average crude protein (N*6.25) and dry matter content⁽¹⁵⁾, neutral detergent fiber⁽¹⁶⁾, calcium and phosphorous through ash acid digestion and its contents assessed through atomic absorption and photocolometry, respectively⁽¹⁵⁾. Data were analyzed through Anova and averages compared through Tukey's test⁽¹⁷⁾.

Owing to the fact that no correlation was found for interaction between plant density and harvest frequency in none of the assessed variables, only the main effects shall be discussed. Significant

utilizando el equivalente de 600 kg de N ha⁻¹ al año, previo a cada aplicación, se obtuvo una muestra de la laguna de estabilización para conocer la concentración de N L⁻¹ y definir el volumen de agua por m². Esto con el fin de utilizar un recurso existente en las granjas disminuyendo así el potencial contaminante del agua residual⁽¹⁴⁾. Durante la sequía de cada año (enero a junio) se aplicó una lámina de 10 cm a la semana mediante riego por aspersión, utilizando agua de pozo.

Se evaluó el rendimiento de la materia seca ha⁻¹, los componentes del forraje (hoja, tallo tierno y tallo maduro), altura de la planta, contenido promedio de materia seca y proteína cruda (N x 6.25)⁽¹⁵⁾ y fibra detergente neutro⁽¹⁶⁾, calcio y fósforo mediante digestión ácida de las cenizas y su concentración fue evaluada mediante espectrofotometría de absorción atómica y fotocolorimetría, respectivamente⁽¹⁵⁾, los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (Anova) y comparación de medias utilizando la prueba Tukey de acuerdo con el diseño experimental utilizado⁽¹⁷⁾.

Debido a que no se encontró efecto de interacción entre la densidad de siembra y el intervalo de cosecha en ninguna de las variables evaluadas, únicamente se discutirán los efectos principales. Se

diferencias ($P < 0.05$) between total dry matter yield and plant density and harvest frequency (Tables 1 and 2) were found. The upper annual dry matter yield (19.22 t ha⁻¹) was found in the 10 wk frequency/50,000 pl ha⁻¹ density, higher to that reported by Meléndez⁽²⁾, 13.9 t ha⁻¹ at 60 d harvest frequency. Other authors⁽¹⁶⁾ obtained 8.21 t ha⁻¹ in three cuts at 9 wk frequencies and 50,000 pl ha⁻¹ density. In *Tithonia diversifolia* planted at 13,333 pl ha⁻¹, 4.95 t ha⁻¹ dry matter were gathered⁽¹⁹⁾. In another study, on *Cratylia argentea* in three harvest frequencies (60, 90 and 120 d) and three plant densities (6,666, 10,000 and 20,000 pl ha⁻¹) differences in yield of 5.42, 6.74 and 9.10 t ha⁻¹ year⁻¹ for density and of 5.88, 6.53 and 9.24 t ha⁻¹ year⁻¹ for frequencies, respectively were found⁽²⁰⁾. In both cases biomass was lower to that obtained in rose of china, which confirms the latter's potential.

It has been said⁽²¹⁾ that forage trees planted at higher densities yield more edible biomass per area unit, however, competition for nutrients and light should be taken into account. This can be seen in the 120,000 pl ha⁻¹ density which yielded only 17.6 t ha⁻¹ dry matter, compared to the 19.2 t ha⁻¹ obtained in the 50,000 pl ha⁻¹ at 10 wk harvest frequency.

Cuadro 1. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y composición química del forraje de tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*)

Table 1. Effect of plant density on forage yield and chemical composition in "rose of china" (*Hibiscus rosa-sinensis*)

	Plant density		P > F	SE
	50,000	120,000		
Yield (t DM ha ⁻¹)	16.15	13.89	0.006	0.43
CP in leaf (N x 6.25; g kg ⁻¹ DM)	179.3	190.2	0.009	2.23
CP in stem (N x 6.25; g kg ⁻¹ DM)	84.6	84.8	0.945	2.85
NDF in leaf (g kg ⁻¹ DM)	344.9	350.6	0.443	4.71
NDF in stem (g kg ⁻¹ DM)	639.7	631.2	0.595	10.9
Phosphorous in leaf (g kg ⁻¹ DM)	3.31	3.13	0.356	0.13
Phosphorous in stem (g kg ⁻¹ DM)	2.36	2.53	0.399	0.14
Calcium in leaf (g kg ⁻¹ DM)	6.64	7.18	0.529	0.58
Calcium in stem (g kg ⁻¹ DM)	4.23	3.66	0.216	0.30

SE= Standard error; CP= crude protein; NDF= neutral detergent fiber; DM= dry matter.

encontraron diferencias ($P < 0.05$) para el rendimiento de materia seca total por efecto de la densidad de siembra y el intervalo de corte (Cuadros 1, 2). En el intervalo de corte de 10 semanas y la densidad de 50,000 plantas ha^{-1} se obtuvo el mayor rendimiento, con 19.22 t MS ha^{-1} por año, superior al encontrado por Meléndez⁽²⁾, con 13.9 t MS ha^{-1} por año a intervalos de corte de 60 días. Otros investigadores⁽¹⁸⁾ obtuvieron 8.21 t MS ha^{-1} en tres cortes a intervalos de nueve semanas y con una densidad de siembra de 50,000 plantas ha^{-1} . Trabajando con *Tithonia diversifolia* con una densidad de siembra de 13,333 plantas ha^{-1} , se cosecharon 4.95 t MS ha^{-1} ⁽¹⁹⁾. Mientras que, en otra investigación⁽²⁰⁾ con *C. argentea* con tres frecuencias de corte (60, 90 y 120 días) y tres densidades de siembra (6,666, 10,000 y 20,000 plantas ha^{-1}) encontraron diferencias en el rendimiento con 5.42, 6.74 y 9.10 t ha^{-1} año⁻¹ para las densidades y 5.88, 6.53 y 9.24 t ha^{-1} año⁻¹ para las frecuencias respectivamente. En ambos casos, la cantidad de biomasa fue inferior a la obtenida con el tulipán, con lo que se confirma su potencial forrajero.

Se ha postulado⁽²¹⁾ que los árboles forrajeros plantados con mayor densidad de siembra aportan mayor rendimiento de biomasa comestible por unidad de superficie; sin embargo, se debe

In general, crude protein content in rose of china leaves diminished ($P < 0.05$) when the harvest frequency was longer (Table 2), that is characteristic in grasses, however, this decrease in shrubs is smaller than in herbs⁽²²⁾, and even can improve in this shrub, as reported by Rojas *et al*⁽²⁾ who obtained 90 and 180 g crude protein kg^{-1} dry matter at 90 and 120 d harvest frequencies, respectively, while crude protein content in leaves was similar in both plant densities, averaging 185 g crude protein kg^{-1} dry matter. Crude protein content lies within the range reported for rose of china, 132⁽⁵⁾-260^(8,9,18,22) g crude protein kg^{-1} dry matter, depending if referred to leaves or whole plant.

If this crude protein content is compared to that of other forage species as "pixoy" (*Guazuma ulmifolia*) 16.1 %⁽²³⁾, "poró" (*Erythrina Americana*) 14.2 %⁽²⁾ and "morera" (*Morus alba*) 16.8 %⁽²⁴⁾, the values found in the present study are higher., which can be explained through the amount of nitrogen used and the relatively short harvest frequencies, because in the studies mentioned these frequencies varied between 90 and 120 d^(2,8,24), while Tun⁽¹⁸⁾ found 21.4 % crude protein in *Tithonia diversifolia* cut every 30 d.

Neutral detergent fiber content increased with harvest frequency and plant density ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Efecto del intervalo de cosecha sobre el rendimiento y composición química del forraje de tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*)

Table 2. Effect of cutting frequency on forage yield and chemical composition in "tulipán" (*Hibiscus rosa-sinensis*)

	Cutting frequency (weeks)			P > F	SE
	6	8	10		
Yield (t DM ha^{-1})	10.24	16.43	18.39	0.001	0.53
CP in leaf (N x 6.25; g kg^{-1} DM)	178.9	183.8	191.4	0.0335	2.73
CP in stem (N x 6.25; g kg^{-1} DM)	84.9	86.1	73.2	0.007	3.49
NDF in leaf (g kg^{-1} DM)	260.0	400.6	382.6	0.001	5.77
NDF in stem (g kg^{-1} DM)	588.6	634.5	683.4	0.003	13.39
Phosphorous in leaf (g kg^{-1} DM)	3.06	3.18	3.43	0.306	0.16
Phosphorous in stem (g kg^{-1} DM)	2.31	2.47	2.55	0.596	0.17
Calcium in leaf (g kg^{-1} DM)	6.36	7.27	7.11	0.638	0.71
Calcium in stem (g kg^{-1} DM)	5.67	3.37	2.79	0.001	0.37

SE= Standard error; CP= crude protein; NDF= neutral detergent fiber; DM= dry matter.

considerar el efecto de competencia por nutrientes y energía lumínica en estas condiciones, como fue el caso de usar 120 mil plantas por ha, en donde se obtuvieron solamente 17.6 t de MS ha⁻¹, en comparación con la densidad baja e intervalo de corte de 10 semanas, con 19.2 t de MS ha⁻¹.

En general, se observa que el nivel de proteína cruda en las hojas de tulipán disminuyó ($P < 0.05$) a medida que el intervalo de corte fue mayor (Cuadro 2), lo cual es característico de las gramíneas, sin embargo, el decremento en las arbustivas es menor que en las herbáceas⁽²²⁾, e incluso puede mejorar en el caso de esta arbustiva, como lo reportan Rojas *et al*⁽²⁾ quienes con intervalos de corte de 90 y 120 días en época de sequía, obtuvieron 90 y 180 g de PC kg⁻¹ de MS, respectivamente. Mientras que el contenido de PC en hoja fue similar en las dos densidades de siembra, con un promedio de 185 g kg⁻¹ de MS. El contenido promedio de PC encontrado está dentro del rango informado en tulipán, el cual se encuentra entre 132⁽⁵⁾ y 260 g kg⁻¹ de MS^(8,9,18,22), dependiendo si el análisis corresponde a la planta completa o únicamente a las hojas.

Si se compara el contenido de proteína con otras especies forrajeras como: pixoy (*Guazuma ulmifolia*) 16.1 %⁽²³⁾, poró (*Erythrina americana*) 14.2 %⁽²⁾ y morera (*Morus alba*) 16.8 %⁽²⁴⁾, los valores encontrados en el presente estudio son superiores, lo cual puede explicarse por la cantidad de nitrógeno utilizada y los intervalos de corte relativamente cortos, ya que en los trabajos mencionados los intervalos fueron de 90 a 120 días^(2,8,24). Mientras que Tun⁽¹⁸⁾ encontró un 21.4 % de PC en *Tithonia diversifolia* cosechada cada 30 días.

La concentración de FDN aumentó por efecto del intervalo de corte y la densidad de siembra ($P < 0.05$), por lo que el menor contenido (247 g kg⁻¹ de MS) se encontró cuando el intervalo de cosecha se realizó cada seis semanas y la densidad de siembra fue de 50,000 plantas ha⁻¹, en tanto que con el intervalo de 8 semanas y la densidad de 120,000 plantas ha⁻¹, se observó el mayor porcentaje de FDN (401 g kg⁻¹ de MS). En relación al contenido de FDN encontrado en arbustivas

Thus, the lower (247 g kg⁻¹ dry matter) was found in the 6 wk harvest frequency and 50,000 pl ha⁻¹ density and the higher (401 g kg⁻¹ dry matter) in the 8 wk harvest frequency and 120,000 pl ha⁻¹ density. In relation to NDF in forage shrubs, other authors found values of 367 and 350 g kg⁻¹ dry matter for rose of china leaves^(8,25). Similar results were found in the present study in the 8 and 10 wk harvest frequencies, higher than in the 6 wk harvest frequency.

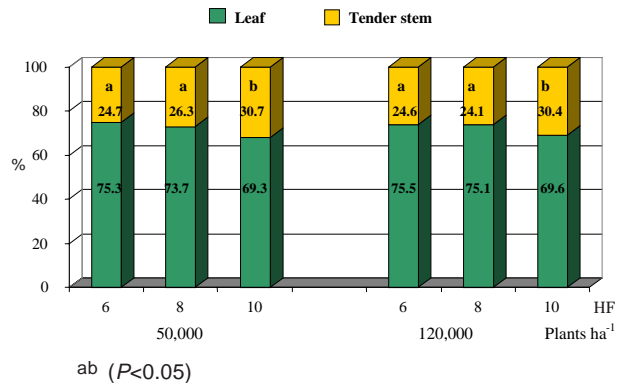
Both yield and biomass quality produced by non legume forage shrubs is modified by harvest frequency, plant density and especially by nitrogen fertilization, being the N amount required annually^(6,24,25) between 480 and 1,000 kg ha⁻¹.

As can be seen in Figure 1, all the harvested forage was edible, as no mature stems were gathered, which can be explained through plant density and harvest frequencies used in this study. Differences ($P < 0.05$) in leaf percentage due to harvest frequency, the higher average (75.4 %) found in the 6 wk frequency, while that of tender stems (30.6 %) was found in the 10 wk frequency, with no differences found between plant densities.

These results are lower than those observed by Meléndez⁽²⁾ in rose of china, who found 91.0,

Figura 1. Proporción de los componentes de la biomasa de tulipán según el intervalo de corte y la densidad de siembra (%)

Figure 1. Biomass components in "rose of china" in response to harvest frequency (HF) and plant density (%)



forrajeras, otros autores encontraron valores de 367 y 350 g kg⁻¹ de MS para la hoja de tulipán^(8,25). Resultados similares fueron encontrados en el presente trabajo con los intervalos de corte de ocho y diez semanas pero mayores al encontrado en el intervalo de seis semanas.

Tanto el rendimiento como la calidad de la biomasa producida por las arbustivas forrajeras no leguminosas, se modifica por efecto de la frecuencia de corte, densidad de siembra y principalmente por los niveles de fertilización nitrogenada, habiéndose encontrado que la cantidad requerida de N ha⁻¹ al año fluctúa entre 480 y 1000 kg^(6,24,25).

Como se puede observar en la Figura 1, el total del forraje cosechado fue biomasa comestible, ya que no se obtuvo tallo maduro, lo cual puede deberse a las densidades estudiadas y a los cortos intervalos utilizados. Se encontraron diferencias en la proporción de hojas ($P < 0.05$) por efecto del intervalo de corte, el mayor valor promedio de hojas fue 75.4 % correspondiente al intervalo de corte de seis semanas, mientras que para los intervalos de corte de diez semanas, la proporción de tallos tiernos fue 30.6 %; sin que se observasen diferencias entre densidades de siembra.

Estos resultados son inferiores a los encontrados por Meléndez⁽²⁾ con tulipán, quien obtuvo 91.0, 81.0 y 72.0 % de hoja con intervalos de 30, 60 y 90 días, respectivamente y de 9.0, 19.0 y 28.0 % de tallo tierno en los mismos intervalos de cosecha. La proporción de hojas de esta especie son comparables a los observados con morera (*Morus Alba*) en La Habana, Cuba, en donde obtuvieron 87.4, 76.7 y 65.8 % de hojas a intervalos de corte de 45, 60 y 75 días, respectivamente⁽²⁶⁾.

Al evaluar moté (*Erythrina americana*) y guacimo (*Guazuma ulmifolia*) en Tabasco, México se encontraron valores de 91.0, 70.0 y 59.0 % de hoja para la primera arbustiva y de 65.0, 56.0 y 53.0 % para la segunda, con frecuencias de corte de 30, 60, 90 y 60, 90, 120 días, respectivamente⁽²⁾. A medida que se aumenta el intervalo entre cortes disminuye la proporción de

81.0 and 72.0 leaf percentages for 30, 60 and 90 d harvest frequencies, respectively, and 9.0, 19.0 and 28.0 % of tender stems for the same frequencies. Leaf percentages in this specie are comparable to those observed in "morera" (*Morus alba*) in Havana (Cuba), 87.4, 76.7 and 65.8 % of leaves for 45, 60 and 75 d harvest frequencies, respectively⁽²⁶⁾.

When "mote" (*Erythrina Americana*) and "guacimo" (*Guazuma ulmifolia*) were assessed in Tabasco, Mexico, 91.0, 70.0 and 59.0 % of leaves in the first specie and 65.0, 56.0 and 53.0 % of leaves in the second were found for 30, 60, 90 and 60, 90 and 120 d harvest frequencies, respectively⁽²⁾. Leaf percentage decreases when harvest frequency lengthens, owing to a natural aging process, which goes together with stem lengthening and leaf senescence⁽²⁷⁾. Besides, plant height is a variable to be taken into account, because it influences its ability to compete with other plants for nutrients and light, its recovery potential and its possibility of access to animals⁽²⁸⁾. Plant height was not affected by plant density, but harvest frequency influenced plant height which increased with longer frequencies.

Rose of china's forage yield increases with longer harvest frequencies, the harvested biomass being completely edible. Crude protein content in leaves decreases as the harvest frequency lengthens, while neutral detergent fiber increases. Leaf percentage decreases as the harvest frequency lengthens, while that of tender stems increases. Plant density does not influence this variable.

End of english version

hojas, debiéndose esto a un proceso natural de envejecimiento en la planta, que va acompañado de un mayor desarrollo de tallos largos y un aumento en la senescencia que ocurre en las hojas⁽²⁷⁾. Asimismo, la altura de la planta es una variable que debe ser considerada, ya que de ella depende la capacidad de competencia con otras plantas, el acceso de los animales al follaje, la

facilidad de la cosecha manual y la recuperación potencial de la planta⁽²⁸⁾. La altura de las plantas no se vio afectada por las densidades de siembra, pero sí por los intervalos de corte, puesto que a medida que se incrementó este, la altura de las plantas aumentó.

Se concluye que el rendimiento de forraje de tulipán aumenta a medida que el intervalo de corte es mayor, siendo el total cosechado biomasa comestible. El contenido de PC en las hojas de tulipán presenta una disminución a medida que el intervalo de corte aumenta, en tanto el de FDN se incrementa. La proporción de hojas del forraje de tulipán disminuye con el incremento del intervalo de corte, observándose un comportamiento inverso en la proporción de tallos tiernos. La densidad de siembra no influye en esta variable.

LITERATURA CITADA

- López G, Benavides J, Kass M, Faustino J. Efecto de la frecuencia de poda y la aplicación de estiércol sobre la producción de biomasa de amapola (*Malvaviscus arboreus*). En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Benavides JE editor. Informe Técnico No. 236. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1994;(II):535-536.
- Rojas J, Vallejo M, Benavides J. Observaciones sobre la producción de biomasa de jocote (*Spondias pupurea*) y clavellón (*Hibiscus rosa-sinensis*) en la época de sequía según diferentes intervalos de poda. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Benavides JE editor. Informe Técnico No. 236. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1994;(II):545-557.
- Meléndez NF. Potencial forrajero de algunos arbustos tropicales en Tabasco. II Reunión nacional sobre sistemas agrosilvopastoriles. Villahermosa, Tabasco; 2000.
- Benavides JE. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El Chasqui (C.R.) 1991;(25):6-35.
- Nguyen THN. Effect of *Sesbania grandiflora*, *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosa-sinensis* and *Ceiba pentadra* on intake, digestion and rumen environment of growing goats. Livest Res Rural Develop 1998. [on line] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/3/nhan1.htm>. Acceded Ago 13, 2004.
- Martín G, Hernández I, García JC, Sánchez E, Benavides JE. Estudio del efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de biomasa en Morera (*Morus alba*). Memoria IV taller internacional de sistemas silvopastoriles. Estación Experimental de Pasto y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 2000.
- Romero FMZ, Hernández SD, Hernández GA, Ibáñez AEM, Bolaños AED. Morera y Tulipán: Crecimiento estacional y calidad nutritiva en la época seca [resumen]. XL Reunión nacional de investigación pecuaria. México; 2004:219.
- Flores OI, Bolívar DM, Botero JA, Ibrahim MA. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de ruminantes en el trópico. Livest Res Rural Develop 1998. [on line] <http://www.lrrd.net/search/lrrd/lrrd10/1/cati101.htm>. Acceded Ago 20, 2004.
- Sosa REE, Pérez RD, Ortega RL, Zapata BG. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. Téc Pecu Méx 2004;(42):29-144.
- Jegou D, Waelput JJ, Brunschwig G. Consumo y digestibilidad de la material seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus* sp.) y Amapola (*Malvaviscus arboreus*) en cabras lactantes. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Benavides JE editor. Informe Técnico No. 236. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1994;(I):155-162.
- López GZ, Benavides JE, Kass M, Faustino J. Efecto de la suplementación con follaje de Amapola (*Malvaviscus arboreus*) sobre la producción de leche en cabras estabuladas. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Benavides JE editor. Informe Técnico No. 236. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1994;(I):321-339.
- García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª ed. Instituto de Geografía, UNAM 1973.
- FAO. Food and Agriculture Organization. World reference base for soil resources. Inter Soc Soil Sci. Rome. 1998.
- Guerra MRR, Lara LPE, Sanginés GJR. Abonado del pasto tanner (*Brachiaria radicans*) con purines: Rendimiento y extracción de nutrimentos Téc Pecu Méx 2002;40(3):265-274.
- AOAC. Official methods of analysis 17th ed. Association of Official Analytical Chemist. Arlington, VA. USA. 2000.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 1991;74:3583-3597.
- Steel RG, Torrie JH. Bioestadística. Principios y procedimientos. México: Ed. McGraw-Hill; 1988.
- Nguyen XB, Le Duc N. Evaluation of some unconventional trees/plants as ruminant feeds in Central Vietnam. Livest Res Rural Develop 2003. [on line] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/6/ba156.htm> Acceded Ago 20, 2004.
- Tun MLM. Efecto de la edad de corte y distancia de siembra en el rendimiento y calidad de *Tithonia diversifolia* [tesis Maestría]. Conkal, Yuc, México. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2; 2004.
- Enríquez QJ, Hernández GA, Pérez PJ, Quero CA, Moreno CJ. Densidad de siembra y frecuencias de corte en el rendimiento de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en el sur de Veracruz. Téc Pecu Méx 2003;(41):75-84.
- Francisco PG. Las defoliaciones en árboles dentro de los sistemas de corte y acarreo. Pastos y Forrajes 2000;(21):191-200.
- Benavides JE. Árboles y arbusto forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. 1992 [on line] <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/bnvdes23.htm>. Consultado 18 mayo, 2003.
- Santander C, Campos J. El Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), especie forestal de uso múltiple para los trópicos húmedos. Sn. José, Costa Rica, Consultoría y Asesoría Agroforestal. 1988.
- Ramos O. Niveles crecientes de nitrógeno y su efecto en su rendimiento de forraje de morera (*Morus alba*) [tesis Maestría].

- Conkal, Yuc, México: Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2; 2000.
25. Domínguez FRA. Evaluación agronómica de la morera (*Morus alba*) como alternativa forrajera para Yucatán [tesis Maestría]. Conkal, Yuc, México. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2; 2002.
26. Benavides JE. Utilización de la morera (*M. alba*) en sistemas de producción animal. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. 1998. [en línea] <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/bnvdes12.htm>. Consultado 15 junio, 2003.
27. Martín G, Reyes F, Hernández I, Milera M. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. *E.E.P.F. Pastos y Forrajes* 2000;(23):323-331.
28. Razz R, González R, Faria J, Esparza D, Faria N. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el rendimiento de materia seca de la *Leucaena leucocephala*. 1992. [en línea] <http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v09.1/090/z020.html>. Consultado 15 junio, 2003.