

Conducta ingestiva de bovinos Cebú adultos en leucaena manejada a dos alturas diferentes

Ingestive behavior of adult Zebu cattle grazing leucaena at two heights

Luis Ortega Reyes^a, Javier E. Castillo Huchim^a, Fernando A. Rivas Pantoja^a

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la altura de corte de la Leucaena (L90 y L120 cm) sobre la conducta ingestiva (CI) de bovinos ($n=10$) en las épocas de nortes, sequía y lluvias. Con observaciones directas de los animales se tomaron datos de velocidad de bocados ($b \text{ min}^{-1}$), tiempo de pastoreo por estación (seg) alimenticia (TPE) y tiempo de tovimiento (seg) entre estaciones (TME); se estimó el tamaño de bocado ($g \text{ bocado}^{-1}$) y la velocidad de consumo ($g \text{ min}^{-1}$). El manejo de la leucaena a diferentes alturas tuvo un efecto sobre algunos componentes de la CI de los bovinos. La interacción altura x época resultó significativa ($P < 0.05$) para las variables velocidad y tamaño de bocado y velocidad de consumo. Una mayor ($P < 0.05$) cantidad de bocados min^{-1} se obtuvo en L90 comparada con L120 en lluvias (39 vs 37) y seca (38 vs 34). Los bovinos también cosecharon más $g \text{ bocado}^{-1}$ en L90 ($> 0.50 g$) que en L120 (0.46 g) en la seca y nortes, y consumieron más $g \text{ min}^{-1}$ en esas épocas. TPE sólo fue significativo para el efecto principal época, en donde los bovinos pasaron más tiempo pastoreando en las épocas de lluvias, seguido de los nortes y la sequía. No se detectaron diferencias ($P > 0.05$) en el TME. El manejo de la leucaena a 90 cm de altura favoreció una mayor velocidad de ingestión de MS al corto plazo en dos de las tres épocas estudiadas.

PALABRAS CLAVE: Pastoreo de ganado, Altura de leucaena, Velocidad de bocados, Tamaño de bocado, Velocidad de consumo.

ABSTRACT

An evaluation was done of the effect of leucaena height (90 and 120 cm) on the ingestive behavior (IB) of Zebu cattle ($n=10$) during three annual seasons (northwind, dry and rainy) in dry tropical vegetation in Yucatan state, Mexico. Bite rate ($b \text{ min}^{-1}$), grazing time (sec) per feeding station (GTS) and movement time (sec) between feeding stations (MTS) were documented by direct observation. Bite size ($g \text{ bite}^{-1}$) and intake rate ($g \text{ min}^{-1}$) were calculated. Leucaena height affected some IB components. The height x season interaction was significant ($P < 0.05$) for bite rate, bite size and intake rate. Bite rate was higher in the 90 cm treatment than in the 120 cm treatment during the rainy (39 vs 37) and dry seasons (38 vs 34). Bite size was larger in the 90 cm treatment ($> 0.50 g$) than in 120 cm treatment (0.46 g) in the dry and northwind seasons; intake rate followed the same pattern. GTS was only significantly different for the main effect of season; it was highest during the rainy season, following by the northwind and dry seasons. MTS did not differ ($P > 0.05$) between treatments. A leucaena height of 90 cm favored higher total and available DM yield, which resulted in a higher intake rate over the short-term in two of the three studied seasons.

KEY WORDS: Grazing cattle, Leucaena height, Bite rate, Bite size, Intake rate.

INTRODUCCIÓN

La comprensión de la dinámica del consumo de forraje, estudiado por medio de la conducta ingestiva, es fundamental para el manejo de los

INTRODUCTION

Use of ingestive behavior measurements in study of the feed intake dynamic is fundamental to proper management of grazing-based production

Recibido el 25 de marzo de 2008. Aceptado para su publicación el 27 de octubre de 2008.

^a Campo Experimental Mochá, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 25.5 Antigua Carretera Mérida-Mochá, Mochá, Yucatán. Tel. (991) 916 2215. ortega.luis@inifap.gob.mx. Correspondencia primer autor.

sistemas de producción con base en el pastoreo^(1,2). Se conoce que los rumiantes consumen selectivamente la vegetación en respuesta, entre otros, a la calidad y cantidad del forraje disponible⁽³⁾. Debido a esto, el pastoreo selectivo ha sido catalogado como el factor principal de conducción en la dinámica de los sistemas de pastoreo, porque afecta a ambos, animales y vegetación⁽²⁾. La selectividad al pastar determina que el animal pueda maximizar la ingesta de nutrientes, de ahí que su cuantificación esté considerada como una de las herramientas más importantes para la producción de animales en pastoreo, ya que de ella depende que los animales puedan escoger de manera efectiva y eficiente las plantas⁽⁴⁾.

En el trópico, las especies arbustivas forrajeras, como la leucaena, son una buena alternativa por su potencial para ser utilizado en sistemas de producción de rumiantes en pastoreo⁽⁵⁾. Diversos estudios agronómicos se han llevado a cabo con la finalidad de determinar la productividad de esta planta bajo diferente manejo^(6,7) pero poco se ha hecho para valorar la interacción planta-animal y como el manejo agronómico afecta el consumo de forraje de animales en pastoreo.

El consumo de forraje por periodo está considerado como el producto del tamaño de bocado, velocidad de bocado por tiempo de pastoreo y tiempo de pastoreo^(8,9). Los componentes del consumo de forraje de animales en pastoreo son comunes para todos, sin embargo existen diferencias entre especies de rumiantes y dentro de especie, lo que lleva a los animales a variar su estrategia de pastoreo en respuesta a cambios en fenología, estructura y disponibilidad de forraje^(10,11).

Varios estudios han identificado la importancia de la interacción entre los componentes del consumo con la estructura de la planta⁽¹¹⁾, lo que ha incrementado el conocimiento de cómo pastan los animales las gramíneas templadas y tropicales^(12,13,14). Sin embargo, en pasturas que contiene especies forrajeras arbóreas, los estudios de esta naturaleza son escasos, lo que indica la necesidad de generar información cuantitativa sobre conducta ingestiva

systems^(1,2). Ruminants are known to selectively consume vegetation in response to forage quality and quantity⁽³⁾, and consequently selective grazing is considered to be the principal behavioral factor in the grazing system dynamic since it affects both animals and vegetation⁽²⁾. Selectivity allows an animal to maximize nutrient intake by effectively and efficiently choosing plants, and its quantification is a vital tool in management of grazing production systems⁽⁴⁾.

Because of their utility in grazing ruminant production systems, browse species such as leucaena *Leucaena leucocephala* are good feed alternatives in the tropics⁽⁵⁾. Research has been done to determine this species' productivity under different management systems^(6,7), but no data exists to date on its effect in the plant-animal interaction and/or how agronomic management practices affect leucaena forage intake.

Feed intake over time is a result of bite size, grazing time and bite rate per grazing time^(8,9). The components of feed intake are common among grazing animals, although differences do exist between and within ruminant species; species adapt their grazing strategy depending on forage phenology, structure and availability^(10,11).

Research on the interaction between intake components and plant structure⁽¹¹⁾, has helped to better understand how animals graze temperate and tropical grass species^(12,13,14). However, very little work has been done using pastures containing browse species and basic quantitative data is needed on ingestive behavior to improve management of this vegetation type⁽¹⁵⁾. The present study aim was to evaluate the effect of two heights in leucaena on the ingestive behavior of adult Zebu cattle during three seasons in dry tropical vegetation in Yucatan state, Mexico.

MATERIALS AND METHODS

The study area is located in San José Kuché, Mochochá, Yucatan (21° 08' N, 89° 28' W). Area elevation is 9 m asl, climate is predominantly warm sub-humid with summer rains, average annual

que permita mejorar el manejo de dicho tipo de vegetación⁽¹⁵⁾.

La presente investigación se planteó con el objetivo de evaluar el efecto de la altura de corte de la Leucaena sobre la conducta ingestiva de bovinos cebú, en las épocas de nortes, sequía y lluvias en el trópico seco del estado de Yucatán, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en San José Kuché, Mochochá, Yucatán, localizado a 21° 08' N, 89° 28' O y 9 msnm, a unos 15 km al noreste de Mérida. El clima predominante es cálido sub húmedo con lluvias en verano, con precipitación media anual de 984 mm y temperatura media anual de 26.8° C. El suelo es Leptosol, dominado por material calcáreo; es somero y pedregoso⁽¹⁶⁾.

Para la realización de la investigación se estableció *Leucaena leucocephala* en un área de 2 ha, a una distancia de 2 m entre hileras y una densidad de siembra de 8 kg ha⁻¹ de semilla escarificada; dicha superficie fue dividida en dos partes iguales, donde se alojaron los tratamientos que consistieron en mantener a 90 cm de altura (L90) y a 120 cm (L120). Antes de introducir los bovinos a pastar, se estimó la producción de forraje (t MS ha⁻¹, total, comestible y no comestible), mediante la selección al azar y cosecha de forraje de cuatro plantas en ocho parcelas de diferentes hileras de cada tratamiento. Se consideró material comestible a las hojas y a los tallos < 6 mm⁽⁵⁾, el resto fue considerado no comestible.

La estimación de la conducta ingestiva (CI) de los bovinos en ambas alturas de la leucaena se llevó a cabo en las épocas de lluvias (junio a octubre), nortes (noviembre a febrero) y seca (marzo a mayo). Para la toma de datos de la CI se utilizaron 10 bovinos Cebú Brahman adultos, de una edad y peso promedio de 5 años y 470 kg, respectivamente. Antes del estudio, los bovinos tuvieron un periodo de adaptación al observador de 30 días, lo que permitió tomar datos sin interferir con la conducta normal de pastoreo y a una distancia no mayor a 3 m. Esto facilitó la observación visual y acústica del bocado.

rainfall is 984 mm and average annual temperature is 26.8 °C. Soils are shallow, rocky Leptosols dominated by calcareous material⁽¹⁶⁾.

Leucaena leucocephala was planted in a 2 ha area at a distance of 2 m between rows and an overall seeding rate of 8 kg ha⁻¹ scarified seed. The area was divided into two equal parts, one of which was assigned the 90 cm height treatment (L90) and the other the 120 cm height treatment (L120). Before the cattle were introduced into the area, forage production (t DM ha⁻¹, total, edible and inedible) was estimated by random selection and harvest of four plants each in eight parcels per treatment. Leaves and stems < 6 mm were defined as edible material⁽⁵⁾, and the remaining plant material as inedible.

Ingestive behavior (IB) was documented at both leucaena heights during the three annual seasons which occur in the region: rainy (June – October); northwind (November - February); and dry (March - May). Data for IB were generated using 10 adult Zebu Brahman cattle (average age = 5 years; average weight = 470 kg). Before beginning experimental grazing, the animals were submitted to a 30-d observer adaptation period to facilitate visual and acoustic bite observation, and during which normal grazing behavior was documented without interference at a distance no greater than 3 m.

During each season, sampling was first done in the L90 treatment followed by five days of grazing an alternative area, and then the L120 treatment. To ensure that IB data were representative of the season, observations were made during the middle month of each season between 0600 and 1000 for five consecutive days per treatment. Animal observations were done randomly and each animal was observed individually four times a day.

Ingestive behavior was quantified using the variables bite rate, grazing time per feeding station (GTS), movement time between feed stations (MTS) and bite size. Bite rate (bites min⁻¹) is the number of bites per animal in a 60 sec period, and a bite was defined as the tearing sound that occurred when the forage was severed from the plant⁽¹⁷⁾. The GTS is the time in seconds that an animal spends

En cada época de muestreo los bovinos fueron introducidos primero al tratamiento de L90, seguido de cinco días de pastoreo en un área alterna y posteriormente a L120. Para asegurar que los datos de la CI fueran representativos de la época, las observaciones de los animales se hicieron en el mes intermedio de cada época, entre las 0600 y 1000 por cinco días consecutivos por época del año en cada tratamiento. El orden de observación de los animales se hizo en forma aleatoria y cada animal fue observado individualmente cuatro veces por día.

La conducta ingestiva se caracterizó mediante las variables: a) velocidad de bocados (bocados min^{-1}), contando el número de bocados dados por cada animal en un tiempo de 60 seg, y un bocado se definió como el sonido de rasgado que ocurre cuando el forraje es removido de la planta⁽¹⁷⁾; b) tiempo de pastoreo por estación (seg) alimenticia (TPE), y una estación alimenticia se define como la acción del animal cuando se detiene, baja su cabeza y empieza a comer una planta⁽¹⁸⁾, c) tiempo de movimiento entre estaciones (seg) alimenticias (TME), d) tamaño de bocado (g bocado^{-1}), el cual se determinó como el producto del peso seco de la muestra colectada con animales fistulados dividida entre el número de bocados durante la colecta⁽⁸⁾. Para tal fin, se emplearon tres bovinos con fistula esofágica de raza y pesos similares a los utilizados en las mediciones de CI. Los fistulados colectaron las muestras de forraje por espacio de 45 min durante cinco días consecutivos en cada época y por cada tratamiento. Los bovinos fistulados muestrearon la leucaena al mismo tiempo que estuvieron pastoreando los bovinos de la CI. Para evitar la contaminación de la muestra por regurgitamiento durante el muestreo, los animales fueron ayunados la noche anterior⁽⁸⁾. La muestra de forraje colectada fue secada a 60 °C por 48 h, el peso resultante en base seca fue dividido entre la duración del muestreo (45 min) para calcular la variable velocidad de consumo (g min^{-1}).

Con la finalidad de estabilizar las varianzas, los datos de conducta ingestiva expresados como conteo fueron transformados para su análisis en raíz cuadrada. Los datos fueron analizados mediante un

at a station and a feeding station is defined as the action of an animal stopping, lowering its head and beginning to eat⁽¹⁸⁾. The MTS is the time in seconds an animal takes to move from one feeding station to the next. Bite size (g bite^{-1}) was calculated as the dry weight of a sample collected from a fistulated animal divided by the number of bites taken during the collection⁽⁸⁾. Data for this variable were generated using three animals with esophageal fistula and of similar breed and size to those used in the IB measurements. These fistulated animals were allowed to graze for 45 min for each of the five sampling days per season and treatment, and at the same time the animals generating IB data were grazing. The fistulated animals were not fed the night before sample collection to avoid sample contamination by regurgitation⁽⁸⁾. Samples taken for bite size were dried at 60 °C for 48 h, and the resulting weight divided by sample period (45 min) to calculate intake rate (g min^{-1}).

The IB data expressed as counts were transformed to stabilize variances and allow square-root analysis. Data were processed using a factorial variance analysis (2 heights x 3 seasons) with measurements repeated over time, a completely random design with 8 repetitions per forage sampling treatment and 10 replications for IB; processing was done with the PROC MIXED function of the SAS program⁽¹⁹⁾. Least mean squares were separated by paired “t” tests⁽²⁰⁾.

RESULTS AND DISCUSSION

Total and available edible biomass production at both leucaena heights before sampling was not different ($P > 0.05$) between seasons. However, L90 produced more edible material in each season than L120 (Table 1). Stems and leaves were produced beginning at 30 cm above ground level in both heights, meaning that biomass in L90 occurred between 30 and 90 cm whereas in L120 it occurred between 30 and 120 cm, leading to greater biomass dispersion in the latter treatment. Cut height has a significant effect on branching and forage production in bush species⁽²¹⁾, and the consequent changes in plant structure in L90 and L120 had a significant effect on some IB components.

análisis de varianza factorial (2 alturas x 3 épocas), con medidas repetidas en el tiempo, utilizando PROC MIXED de SAS⁽¹⁹⁾ en un diseño completamente al azar con 8 repeticiones por tratamiento para el muestreo de forraje y 10 para la conducta ingestiva. La separación de medias mínimo cuadráticas se efectuaron por pruebas de “t” pareadas⁽²⁰⁾.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de biomasa total y comestible disponible para los bovinos antes del muestreo en cada época fue similar en ambas alturas de manejo de la leucaena ($P > 0.05$). No obstante lo anterior, el corte a 90 cm produjo más material comestible en cada época que el corte a 120 cm (Cuadro 1). Además, en las plantas de ambas alturas de corte la emisión de ramas y follaje se presentó a partir de los 30 cm del suelo. Esto trajo como consecuencia que la biomasa producida en L90 estuvo distribuida entre los 30 y los 90 cm, mientras que en L120 entre los 30 y los 120 cm, lo que indica una mayor dispersión de la biomasa en la segunda. Esto se debe a que, por lo general, la altura de corte en especies arbustivas tiene un efecto importante en la ramificación y producción de forraje⁽²¹⁾. Como consecuencia, estos cambios en la estructura de la planta tuvieron un efecto significativo sobre algunos componentes de la conducta ingestiva de los bovinos.

La interacción altura x época resultó significativa ($P < 0.05$) para las variables de velocidad de bocado (bocados min^{-1}), tamaño de bocado (g bocado $^{-1}$) y velocidad de consumo (g min^{-1} ; Cuadro 2). Con la excepción de los nortes, se observó un mayor número de bocados min^{-1} ($P < 0.05$) en las épocas de sequía y lluvias cuando los animales pastorearon L90. En la época de lluvias, el porcentaje de forraje comestible fue de al menos 85 %, lo que permitió a los bovinos obtener 39 bocados min^{-1} en L90 y 37 en L120. De la misma manera, el manejo de la leucaena a las dos alturas resultó en un mayor ($P < 0.05$) número de bocados en L90 en la época de sequía (38) que los que obtuvieron los bovinos en L120 (34). Aunque se ha establecido que el proceso que determina la selección del bocado por

Cuadro 1. Biomasa de leucaena manejada a dos diferentes alturas en tres épocas del año en Mocochá, Yucatán, México

Table 1. Biomass of leucaena at two heights during three annual seasons in Mocochá, Yucatan, Mexico

Seasons	Height (cm)	Biomass (t DM ha ⁻¹)		
		Total	Edible	Inedible
Rainy	90	0.824 ^a	0.709 ^a	0.115 ^a
	120	0.739 ^a	0.667 ^a	0.126 ^a
Northwind	90	1.473 ^a	0.965 ^a	0.508 ^a
	120	1.125 ^a	0.848 ^a	0.277 ^a
Dry	90	1.753 ^a	0.639 ^a	1.113 ^a
	120	0.805 ^a	0.343 ^a	0.462 ^b

ab Values with different letters are significantly different ($P < 0.05$), by column and season.

The leucaena height x season interaction had a significant ($P < 0.05$) effect on bite rate (bites min^{-1}), bite size (g bite $^{-1}$) and intake rate (g min^{-1}) (Table 2). In L90, bite rate was higher ($P < 0.05$) during the dry and rainy seasons than during the northwind season. Percentage of edible forage was at least 85 % in the rainy season, which allowed the animals to reach a bite rate of 39 bites min^{-1} in L90 vs 37 bites min^{-1} in L120 (Table 2). In the dry season, bite rate was also higher in L90 (38 bites min^{-1}) than in L120 (34 bites min^{-1}). The bite selection process by animals under grazing conditions is similar for different plants and is mainly dictated by plant morphology and form of growth⁽²²⁾. In the present study, the animals selected bites from within the same treatment during a given grazing period, but the treatments differed in terms of edible material and forage distribution due to their different heights, which produced different bite rates in each treatment.

In the dry and northwind seasons, larger bite size in L90 caused the amount of forage ingested by the animals in this treatment (≥ 0.50 g) to be higher ($P < 0.05$) than in L120 (Table 2). In the rainy season, bite size was larger in L120 (0.44 g) than in L90 (0.40 g), although the amount of available edible DM did not differ ($P > 0.05$) between treatments.

los animales en condiciones de pastoreo es similar para diferentes plantas, la toma de éste depende principalmente de la morfología de la planta y su forma de crecimiento⁽²²⁾. En este estudio los bovinos seleccionaron el bocado de una misma planta pero con diferente relación de material comestible y distribución del forraje como resultado del manejo, lo que a su vez indujo los cambios observados en el número de bocados.

El manejo de la leucaena a una altura en 90 cm también favoreció la cantidad de forraje cosechado por los animales. El tamaño de bocado obtenido por los bovinos en esta altura fue mayor ($P < 0.05$) en las épocas de seca y nortes (≥ 0.50 g) en comparación con el obtenido cuando consumieron la L120 (≤ 0.46 g; Cuadro 2). En lo que respecta a la época de lluvias, a pesar de que no hubo diferencia significativa entre alturas de corte en la cantidad de MS comestible disponible, el tamaño de bocado fue mayor en L120 (0.44 g) comparado con L90 (0.40 g).

En diversos estudios de la CI de bovinos pastando en gramíneas se ha establecido una relación entre la altura de la planta y la cantidad de forraje que un rumiante puede cosechar^(11,23); conforme se incrementa la altura de la planta, la distribución del forraje permite a los rumiantes incrementar hasta cierto punto el área de bocados, facilitando la remoción de forraje y obtención de un mayor tamaño de bocado⁽²⁴⁾. Aunque esto generalmente ocurre con el pastoreo de gramíneas, no necesariamente sucede cuando se pastorean especies arbustivas y arbóreas, como se determinó en este estudio, en donde el tamaño de bocado cosechado por los animales fue mayor a menor altura en dos de las tres épocas. En este caso, la cantidad de forraje que los bovinos cosecharon parece tener mayor relación con la disponibilidad y distribución del forraje comestible que con la altura de la planta. Otros estudios han encontrado resultados similares y concuerdan en que, cuando se pastorean especies arbóreas, esta característica tiene más relación con la biomasa de las hojas que con la altura^(11,25).

La ingesta diaria de forraje en animales en pastoreo es el resultado del producto del tiempo de pastoreo x velocidad de consumo⁽²⁶⁾, compuesta esta última

Cuadro 2. Medias mínimo cuadráticas de velocidad de bocado, tamaño de bocado y velocidad de consumo obtenidas por bovinos Cebú en plantaciones de leucaena manejada a dos alturas en tres épocas del año

Table 2. Least means squares for bite rate, bite size and intake rate of Zebu cattle grazing leucaena at two heights during three annual seasons

Season	Height (cm)	Bite rate (bites min ⁻¹)	Bite size (g bite ⁻¹)	Intake rate (g min ⁻¹)
Rainy	90	39 a	0.40 b	15.5 b
	120	37 b	0.44 a	16.3 a
Northwind	90	33 a	0.53 a	17.2 a
	120	34 a	0.46 b	15.4 b
Dry	90	38 a	0.50 a	19.3 a
	120	34 b	0.42 b	14.2 b

ab Values within seasons with different letters are different ($P < 0.05$).

When cattle graze grasses, there is a relationship between plant height and the amount of forage a ruminant can harvest^(11,23); as plant height increases, the resulting forage distribution allows ruminants to increase bite area up to a certain point, thus removing more forage and obtaining a larger bite size⁽²⁴⁾. The present results indicate this is not necessarily the case when foraging browse species because bite size was larger in L90 in two of the three seasons. In this case, the amount of harvested forage seems to be more dependent on edible forage distribution and availability than on plant height. This coincides with studies indicating that, when grazing tree species, bite size is linked more to leaf biomass than to plant height^(11,25).

Daily forage intake in grazing animals is a function of grazing time x intake rate⁽²⁶⁾; the latter is a combination of number of bites and individual bite size (g bite⁻¹), although bite size has a greater effect on intake rate⁽¹⁾. The larger bite size in L90 favored higher ($P < 0.05$) bite rates (g min⁻¹) in the dry (19.3 vs 14.2) and northwind (17.2 vs 15.4) seasons (Table 2). Larger bite size was also responsible for the higher ($P < 0.05$) bite rate during the rainy season in L120. Bite size and consequent

por el número de bocados y el peso individual del bocado. De estos, los g bocado⁻¹ tienen el mayor efecto sobre velocidad de consumo⁽¹⁾. El mayor tamaño de bocado cosechado por los bovinos en L90, favoreció una mayor ($P < 0.05$) velocidad de bocado (g min⁻¹) en las épocas de sequía (19.3 vs 14.2) y nortes (17.2 vs 15.4; Cuadro 2). Asimismo, los gramos consumidos por bocado por los bovinos en L120 en la época de lluvias fue determinante para que los animales obtuvieran más g min⁻¹ ($P < 0.05$) comparado con L90. El tamaño de bocado y por consiguiente la velocidad de consumo también tienen una relación con la cantidad de forraje disponible al momento del pastoreo, es decir, a mayor cantidad de forraje presente los animales tienden a maximizar la velocidad de consumo^(27,28), lo cual fue consistente con diferencias observadas en los gramos consumidos por tiempo entre L90 y L120 en sequía y nortes, pero no en las lluvias (Cuadro 2). Esto probablemente se debió a la accesibilidad del forraje para el animal en esa altura, debido a que la ingesta de forraje no solamente controla la velocidad de cosecha, sino que también influye en la velocidad de consumo de los herbívoros conforme pastorean la vegetación⁽²⁹⁾. En condiciones en donde la cantidad de forraje disponible no es una limitante, y si la diferencia observada en la velocidad de consumo de los bovinos se mantiene constante durante las horas de pastoreo del día, se esperaría que los bovinos en L90 pudieran obtener un mayor consumo de forraje en los nortes y la sequía y en L120 en época de lluvias.

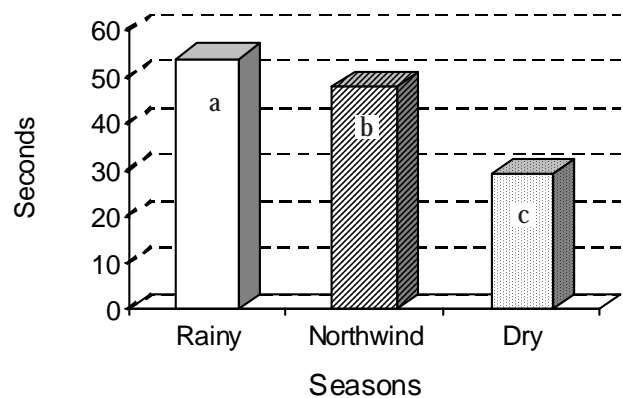
La interacción altura x época no resultó significativa ($P = 0.09$) para la variable TPE, pero sí resultó diferente ($P < 0.05$) para el efecto principal de época del año; los bovinos permanecieron más tiempo consumiendo forraje en un mismo lugar en la época de lluvias, seguido de nortes y seca (Figura 1). Aunque el TPE está estrechamente relacionado con la disponibilidad y calidad de forraje de esa área de alimentación^(13,28), los bovinos permanecieron más TPE en la época de lluvias (54 seg) comparado con la de nortes (48 seg), no obstante que una mayor producción de forraje comestible estuvo disponible para los bovinos antes del pastoreo en la época de nortes. Esto se pudo haber debido a

intake rate are also related to the amount of forage available when grazing in that a larger amount of available forage tends to maximize intake rate^(27,28). This would explain the differences in intake rate between L90 and L120 during the dry and northwind seasons, but not during the rainy season (Table 2). Forage availability at this height probably accounts for this difference since forage intake is controlled by harvest rate as well as intake rate⁽²⁹⁾. Under conditions in which forage availability is not a limiting factor, and if the difference observed here in intake rate remained constant during the grazing period, the animals would exhibit greater overall forage intake during the northwind and dry seasons in L90 and during the rainy season in L120.

The height x season interaction had no effect ($P = 0.09$) on GTS, but this variable did differ ($P < 0.05$) by season in that animals spent more time at the same station ingesting forage during the rainy season, followed by the northwind and dry seasons (Figure 1). Although GTS is reported as being closely linked to forage availability and quality in the feeding zone^(13,28), in the present study GTS was higher in the rainy season (54 sec) than in the

Figura 1. Tiempo de pastoreo por estación alimenticia por bovinos Cebú en plantaciones de leucaena en tres épocas del año

Figure 1. Time per feeding station of Zebu cattle grazing leucaena at two heights during three annual seasons



abc ($P < 0.05$).

que la diferencia en disponibilidad de forraje comestible entre estas épocas no fue tan marcada como la observada entre nortes y lluvias con sequía (Cuadro 1). Esto también puede significar que los cambios en disponibilidad de forraje para los bovinos tienen que ser mayor a la observada en las lluvias para poder afectar el TPE. En contraste, cuando la disminución en la disponibilidad de forraje es más marcada el TPE declina también⁽³⁰⁾. Esto se debe a que los animales que pastorean tienden a utilizar las estaciones alimenticias de tal manera que les permita remover la mayor cantidad de forraje comestible⁽³¹⁾. Este fue el caso de la época de seca, en donde se observó que tan pronto como los bovinos obtenían la mayoría de las hojas y ramas comestibles de una determinada estación, se movían a la siguiente para continuar pastando. El menor tiempo que permanecieron los bovinos en un solo lugar consumiendo la leucaena en la época de seca es también consistente con las estrategias de forrajeo que siguen los animales de acuerdo a los cambios estacionales y disponibilidad de forraje en las plantas⁽³²⁾.

En el caso del TME, la interacción altura por época del año y los efectos principales no resultaron diferentes ($P > 0.05$). Los TME fluctuaron entre 1.6 seg en la época de seca hasta 2.4 en las lluvias (Figura 2), lo que indica que los bovinos emplearon en las dos alturas y en todas las épocas pocos segundos en el proceso de búsqueda de una nueva estación de pastoreo. En áreas en donde la vegetación tiene una distribución dispersa, esta búsqueda por lo general ocupa entre el 20 a 30 % del tiempo de pastoreo, y se considera un mecanismo de ajuste asociado con la calidad del forraje⁽¹⁾. El poco tiempo que les llevó a los animales seleccionar una nueva estación de pastoreo en este estudio se atribuye a la forma de siembra en hileras continuas de la leucaena en ambos tratamientos, lo que facilitó a los bovinos una rápida selección de una nueva estación de pastoreo.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

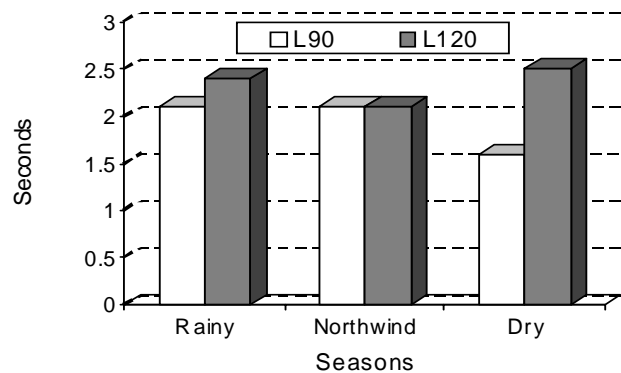
En las condiciones en que se condujo el presente estudio, se puede afirmar que el manejo de la leucaena a 90 cm de altura favoreció una mayor

northwind season (48 sec) even though pre-grazing edible forage production was higher during the northwind season. This may have resulted from the relatively minor difference in GTS between the rainy and northwind seasons when compared to their respective differences with the dry season (Table 1). In addition, this could mean that changes in forage availability for cattle must be greater than observed here during the rainy season to affect GTS, since when decreases in available forage are greater the decline in GTS is also greater⁽³⁰⁾. This occurs because grazing animals tend to use feeding stations in a way that allows them to remove the largest amount of edible forage⁽³¹⁾. For example, in the dry season the animals changed stations as soon as they had removed most of the leaves and edible stems from a given station. The fact that the animals spent less time at stations during the dry season agrees with reported changes in foraging strategies according to seasonal changes and forage availability⁽³²⁾.

No differences ($P > 0.05$) were observed in the height x season interaction or the main effects for MTS, which ranged from 1.6 sec in the dry season to 2.4 sec in the rainy season (Figure 2), meaning that the animals used very little time in searching for the next feeding station, in both height

Figura 2. Tiempo de movimiento entre estaciones alimenticias por bovinos Cebú en plantaciones de leucaena manejada a 90 y 120 cm en tres épocas del año

Figure 2. Movement time between feeding stations of Zebu cattle grazing leucaena at two heights (90 and 120 cm) during three annual seasons



cantidad de materia seca total y comestible que en la leucaena manejada a 120 cm, lo cual llevó a una mayor velocidad de ingestión de MS al corto plazo en dos de las tres épocas estudiadas. A reserva de confirmar estos hallazgos con otros estudios, se recomendaría mantener una altura de 90 cm en la leucaena que se pastoree con bovinos cebú en el trópico seco de la península de Yucatán.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONACyT por el apoyo financiero complementario recibido mediante el proyecto Clave: 25475- B

LITERATURA CITADA

1. Stuth JW. Foraging Behavior. In: Heitschmidt RK, Stuth JW editors. Grazing management: An ecological perspective. Portland, Oregon, USA: Timber Press; 1991:65-84.
2. Hirata M, Sakou A, Terayama Y, Furuya M, Nanba T. Selection of feeding areas by cattle in a spatially heterogeneous environment: selection between two tropical grasses. J Ethol 2007 [on line]. [http:// www.springerlink.com/content/h6j1v76r068608n6](http://www.springerlink.com/content/h6j1v76r068608n6). Accessed March 7, 2008.
3. Bailey DW, Gross JE, Laca EA, Rittenhouse LR, Coughenour MB, Swift DM, Sims PL. Mechanism that result in large herbivore grazing distribution patterns. J Range Manage 1996;49:386-400.
4. Lippke H. Estimation of forage intake by ruminants on pastures. Crop Sci 2002;42:869-872.
5. Sánchez A, Romero C, Araque C, Flores R. Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* a diferentes edades de corte y épocas del año bajo un sistema de riego artesanal. Zoot Trop 2005;23:39-47.
6. Tewari SK, Katiyar RS, Balak R, Misra PN. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. Biomass and Bioenergy 2004;26:229-234.
7. Camacaro S, Machado W. Producción de biomasa y utilización de *Leucaena leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos. Zoot Trop 2005;23:91-103.
8. Forbes TDA. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behavior in grazing animals. J Anim Sci 1988;66:2369-2379.
9. Penning PD, Rutter SM. Ingestive behaviour. In: Penning PD editor. Herbage intake handbook. 2nd ed. Reading, United Kingdom: British Grassland Society; 2004:151-175.
10. Stuth JW, Brown JR, Olson PD, Araujo MR, Aljoe HD. Effects of stocking rate on critical plant-animal interactions in a rotational grazed *Schizachyrium-paspalum* savanna. In: Grazing-land treatments and in all seasons. In contrast, in areas with more disperse vegetation this search generally occupies from 20 to 30 % of grazing time and is considered an adjustment mechanism associated with forage quality⁽¹⁾. The short time required for animals to find a new feeding station in the present study is attributed to the seeding distribution of leucaena (continuous lines) in both treatments, which facilitated a quick feeding station selection.

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

Use of a 90 cm leucaena height produced greater total and edible dry matter in leucaena than did the 120 height, leading to higher short-term dry matter intake rate in two of the studied seasons. Until these results are confirmed or refuted by future research it is recommended that leucaena pastures be managed at a 90 cm height for Zebu cattle grazing in the dry tropics of the Yucatan Peninsula.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was partially funded by the CONACyT (Project 25475- B).

End of english version

research at the plant-animal interface. Morrilton, Arkansas, USA: Winrock Intl; 1987:115-139.

11. Burns JC, Sollenberger LE. Grazing behavior of ruminants and daily performance from warm-season grasses. Crop Sci 2002;42:872-881.
12. Sanderson MA, Soder KJ, Brzezinski N, Taube F, Klement K, Muller LD, Wachendorf M. Sward structure of simple and complex mixtures of temperate forages. Agron J 2006;98:238-244.
13. Hirata M, Kanemaru E, Tobisa M. Match choice by cattle grazing tropical grass swards: A preliminary study. Appl Anim Behav Sci 2006;97:134-144.
14. Boval M, Fanhone A, Archime'de H, Gibb MJ. Effect of structure of a tropical pasture on ingestive behaviour, digestibility of diet and daily intake by grazing cattle. Grass Forage Sci 2007;62:44-54.
15. Pinto R, Gómez H, Martínez B, Hernández A, Medina F, Ortega L, Ramírez L. Especies forrajeras utilizadas bajo silvopastoreo en el centro de Chiapas. Avances en Investigación Agropecuaria 2004;8(2):53-67.

16. Duch GJ. Fisiografía de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo; 1991.
17. Erlinger LL, Tolleson DR, Brown CJ. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. *J Anim Sci* 1990;68:3578-3587.
18. Roguet C, Dumont B, Prache S. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: a review. *Ann Zootech* 1998;47:225-244.
19. Little RC, Miliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD. SAS Systems for mixed models. Cary, NC. 1996.
20. Lentner M, Bishop T. Experimental design and analysis. Blacksburg, VA, USA: Valley Book Co.; 1993.
21. Vencomo HB. Comportamiento agronómico de una asociación de *Leucaena* con otras especies vegetales. *Pastos y Forrajes* 2005;28:221-232.
22. Milne JA. Diet selection by grazing animals. *Proceed Nutrition Soc* 1991;50:77-85.
23. Bergman CM, Fryxell JM, Gates CC. The effect of tissue complexity and sward height on the functional response of Wood Bison. *Functional Ecology* 2000;14:61-69.
24. Edwards GR, Parsons AJ, Penning PD, Newman JA. Relationship between vegetation state and bite dimensions of sheep grazing contrasting plant species and its implications for intake rate and diet selection. *Grass Forage Sci* 1995;50:378-388.
25. Gong Y, Hodgson J, Lambert MG, Gordon IL. Short-term ingestive behaviour of sheep and goats grazing grasses and legumes. 2. Quantitative relationships between sets of swards and ingestive behaviour variables. *NZ J Agr Res* 1996;39:75-82.
26. Gordon IJ. Animal-based techniques for grazing ecology research. *Small Rum Res* 1995;16(3):203-214.
27. Illus AW, Gordon IJ, Elston DA, Milne JD. Diet selection in goats: a test of intake-rate maximization. *Ecol* 1999;80:1008-1018.
28. Ogura S, Hasewaga H, Mirata M. Effects of herbage mass and herbage quality on spatially heterogeneous grazing by cattle in a bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture. *Trop Grass* 2002;36:172-179.
29. Shipley LA. The influence of bite size on foraging at larger spatial and temporal scales by mammalian herbivores. *Oikos* 2007;116:1964-1974.
30. Roguet C, Prache S, Petit M. Feeding station behaviour of ewes in response to forage availability and sward phenological stage. *Appl Anim Behav Sci* 1998;56:187-201.
31. Searle KR, Hobbs NT, Shipley LA. Should I stay or should I go? Patch departure decisions by herbivores at multiple scales. *Oikos* 2005;111:417-424.
32. Ginnett TF, Dankosky JA, Deo G, Demment MW. Patch depression in grazers: the roles of biomass distribution and residual stems. *Functional Ecology* 1999;13:37-44.