

Composición de la biomasa en una asociación de pasto señal con clitoria pastoreada a diferentes asignaciones de forraje

Biomass composition of a mixed pasture signal grass-clitoria grazed at different forage allowance

Régulo Jiménez Guillén^a, Adrián Raymundo Quero Carrillo^b, Jorge Pérez Pérez^b, Pedro Arturo Martínez Hernández^c, Alfonso Hernández Garay^b, Jorge Leonardo Tovar Salinas^b, Claudia Isabel Hidalgo Moreno^b, Saúl Rojas Hernández^d

RESUMEN

La asociación forrajera gramínea-leguminosa ha mostrado respuestas favorables bajo pastoreo; sin embargo, es necesario evaluar su comportamiento en diferentes condiciones de manejo. El objetivo del estudio fue determinar la biomasa presente y su composición, en una pradera de pasto señal asociado con clitoria en trópico seco, pastoreada a asignaciones de forraje de: 2.5, 4.0, 5.5 y 7.0 kg MS por 100 kg⁻¹ PV día⁻¹. La unidad experimental consistió en una pradera de 400 m². Se utilizaron como defoliadores, becerros en pastoreo rotacional con 3 días de ocupación y 42 de descanso, en la época de lluvias. Las variables evaluadas fueron: biomasa total y sus componentes: pasto señal, clitoria, otras especies, hoja, tallo, vaina, y material vivo y material muerto. La distribución de los tratamientos en campo fue en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las alturas de gramínea y leguminosa, se modificaron por la asignación de forraje ($P<0.05$). Pastorear a una asignación de 2.5 kg MS por 100 kg⁻¹ PV d⁻¹, produjo más baja cantidad de biomasa ($P<0.05$) antes y después del pastoreo. El pasto señal y sus componentes estructurales fueron afectados por la asignación de forraje, pero no clitoria. Una asignación de 4.0 kg MS por 100 kg⁻¹ PV d⁻¹ es una opción para el mejor desempeño de esta asociación, permite conservar ambos componentes en comparación con la asignación de 5.5 y 7.0 kg MS por 100 kg⁻¹ PV d⁻¹; además, aporta mayor cantidad de hoja y material vivo de señal, similar a las asignaciones mayores.

PALABRAS CLAVE: *Brachiaria decumbens*, *clitoria ternatea*, Pastoreo bovinos, Asignación forraje, Composición biomasa.

ABSTRACT

Grass-legume association has been recognized for improving animal response but is necessary to better understand components performance under different prairie management practices. The main purpose was to define produced biomass and botanical composition within a clitoria and Signal grass associated prairie for dry tropic conditions, using different levels of forage allowances: 2.5, 4.0, 5.5, and 7.0 kg DM 100 kg⁻¹ LW d⁻¹. Experimental unit consisted of 400 m² plots. Post-weaned calves were used as defoliators under a rotational grazing system, using three days for grazing and 42 d of rest. Four grazing periods were evaluated during the rainy season. The response variables estimated were: biomass and its components: Signal grass, clitoria, other species, leaf, stem, pod, live matter, and death matter. The treatments were distributed in camp through a randomly blocked design using four repetitions. Data was analyzed by GLM procedure of SAS program. Heights of grass and legume were modified by forage allowances. Grazing using a 2.5 kg DM by 100 kg⁻¹ LW d⁻¹ of forage assignation produced the lowest forage biomass ($P<0.05$) pre and post grazing. Signal grass and his components were sensible to forage allowances but not in clitoria. Forage assignation of 4.0 kg DM by 100 kg⁻¹ LW d⁻¹ may be the best option for the long term persistence of this association, preserve their components and produce bigger amounts of leaf and live matter of Signal grass at forage assignations of 5.5 and 7.0 kg DM by 100 kg⁻¹ LW d⁻¹.

KEY WORDS: *Brachiaria decumbens*, *clitoria ternatea*, Bovines grazing, Forage allowances, Biomass composition.

Recibido el 10 de diciembre de 2010. Aceptado el 1 de julio de 2011.

^a Campo Experimental Iguala. CIR-Pacífico Sur. INIFAP. Carr. Iguala-Tuxpan km 2.5. 40000. Iguala, Gro. México. Jimenez.regulo@inifap.gob.mx. Correspondencia al primer autor.

^b Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. México.

^c Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México.

^d Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. México.

La marcada estacionalidad en la producción de forraje y la limitada calidad de las especies forrajeras tropicales, se han señalado como los factores más limitantes en la baja productividad ganadera, particularmente en regiones con bajas precipitaciones o cuando éstas se concentran durante periodos cortos⁽¹⁾. Con la selección de gramíneas y leguminosas forrajeras, adaptadas a los suelos predominantes en el trópico, es posible establecer praderas asociadas, que han mostrado beneficios en términos de un incremento de peso de los animales⁽²⁾. Al respecto, se ha mencionado que las leguminosas representan la mejor oportunidad de retorno ecológico y económico, para la producción en pastoreo⁽³⁾. La rentabilidad de los sistemas de pastoreo depende no solo del rendimiento de forraje, también de la eficiencia con la cual se produce y es cosechado por el pastoreo con animales⁽⁴⁾. La asignación de forraje tiene gran impacto en el consumo y en la respuesta animal en los sistemas de pastoreo⁽⁵⁾. La asignación de forraje, afecta la dinámica de rebrote, la estructura del dosel y la morfología de la planta⁽⁶⁾. En el trópico seco del sur de México, se ha observado que la asociación de pasto señal con clitoria puede tener buena adaptación, pero su adopción ha sido limitada por los productores. El objetivo de este estudio fue determinar la composición de la biomasa de una pradera de pasto señal (*Brachiaria decumbens* Stapf.), asociado con clitoria (*Clitoria ternatea* L.) variedad Tehuana, pastoreadas con bovinos a diferente asignación de forraje.

El estudio se realizó en la región de Tierra Caliente del estado de Guerrero, a 18° 59' N y 100° 02' O, y altitud de 630 m. El clima es Aw₀ cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 22 °C y precipitación pluvial promedio de 1,005 mm anuales⁽⁷⁾. Para establecer la pradera asociada se utilizó un arreglo de siembra de tres surcos con pasto señal y dos surcos de clitoria. Entre surcos hubo una distancia de 70 cm y la siembra se realizó regando la semilla a flujo continuo en el fondo del surco. El área total fue dividida

The marked seasonality in forage production and the limited quality of tropical forage species, have been identified as the most limiting factors to livestock productivity, particularly in low rainfall areas or short rainy season⁽¹⁾. With the selection of legume and grass forage adapted to the predominant soils in the tropics, it is possible to establish mixed pastures, which have shown benefits in terms of an increase in animal weight⁽²⁾. In this regard, legumes represent the best opportunity for ecological and economic returns from grazing production⁽³⁾. The profitability of grazing systems not only depends on forage yield, but on the efficiency and productivity when harvested by grazing animals⁽⁴⁾. The herbage allowance has great impact on intake and on the response of animal in grazing systems⁽⁵⁾. The herbage allowance, affects the dynamics of regrowth, canopy structure and plant morphology⁽⁶⁾. In the dry tropics of Southern Mexico, the association signal grass-clitoria has good adaptation, but its adoption has been limited by the producers. The objective of this study was to determine the composition of the biomass of a pasture of signal grass (*Brachiaria decumbens* Stapf.), associated with clitoria (*Clitoria ternatea* L.) cv Tehuana, grazed with cattle at different herbage allowance.

The study was carried out at the region of Tierra Caliente in the State of Guerrero, at 18° 59' N and 100° 02' W, and altitude of 630 m. The climate is Aw₀ warm subhumid with rains in summer, average annual temperature of 22 °C and annual rainfall average of 1,005 mm⁽⁷⁾. To establish the associated pasture an array of planting three furrows with signal grass and two rows of clitoria was used. There was a distance of 70 cm between furrows and sowing was performed in the bottom of the furrow with continuous flow of the seed. The total area was divided into four 1,600 m²-blocks. Each block was divided into four paddocks of 400 m², where the different allowances were distributed: 2.5, 4.0, 5.5 and 7.0 kg of dry matter per 100 kg of animal body weight. Once the pasture was established, 120 d after sowing,

en cuatro bloques, cada uno de 1,600 m². Cada bloque se dividió en cuatro potreros de 400 m², donde se distribuyeron las diferentes asignaciones: 2.5, 4.0, 5.5 y 7.0 kg de materia seca por 100 kg de peso vivo animal. Una vez establecida la pradera, 120 días después de la siembra, se utilizaron becerros destetados como cosechadores de forraje, con un peso promedio de 187 kg y la carga animal se ajustó a la disponibilidad de forraje. El manejo de los animales en pastoreo, consistió en dejar que estos cosecharan el forraje en tres días y dejar las praderas 42 días de recuperación entre pastoreos.

El estudio se realizó por un periodo de seis meses, iniciándose en la época de lluvias, y se efectuaron cuatro ciclos completos de pastoreo. Antes del muestreo del forraje, se midió la altura de la gramínea y de la leguminosa. La cantidad de forraje presente se determinó antes y después de cada pastoreo; para esto se tomaron muestras pareadas usando un transecto; a un lado, se tomó la muestra de forraje ofrecido y al lado opuesto, la muestra de forraje residual. Para cada determinación se tomaron tres muestras de un metro cuadrado y el forraje se mezcló y pesó, para determinar rendimiento en forraje fresco. Del forraje total se tomaron cuatro submuestras de 250 g, para determinar porcentaje de materia seca, composición botánica, hojas y tallos en la gramínea y además vaina en la leguminosa y la última para material vivo y material muerto, respectivamente. Para determinar el porcentaje de materia seca de los componentes de la biomasa, las submuestras se secaron a 55 °C por 48 h. Los cuatro tratamientos se distribuyeron de acuerdo a un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los datos se analizaron con el procedimiento Modelo General Lineal (GLM) del paquete estadístico del SAS, y la comparación de medias entre tratamientos se utilizó con la prueba de Tukey⁽⁸⁾.

La respuesta de la pradera asociada, se discute para los pastoreos 2, 3 y 4, ya que el efecto de las asignaciones se expresa, principalmente, después de aplicar la misma intensidad de cosecha

weaned calves with an average weight of 187 kg were used as forage harvesters, and the stocking rate was adjusted to forage availability. Grazing scheme was 3/42 d of grazing and rest, respectively.

The study was conducted for a period of 6 mo at the onset of the rainy season, yielding four full grazing periods. Before forage sampling grass and legume heights were measured. The amount of forage present was determined before and after each grazing using a fixed transect along which paired quadrants were located: one for forage on-offer and the other for residual forage. For both on-offer and residual forage three one square meter quadrant were used, herbage within quadrant was cut, mixed and weighed on the field to determine fresh forage yield. Then four subsamples of 250 g each were taken to determine dry matter content, botanical composition, leaf and stem proportions; and green and dead material. Dry matter content was determined by weighing after drying at 55 °C for 48 h. Experimental design was a complete block with four replications. Data were analyzed with the General Linear Model (GLM) of SAS statistical package, and Tukey test for mean comparisons⁽⁸⁾.

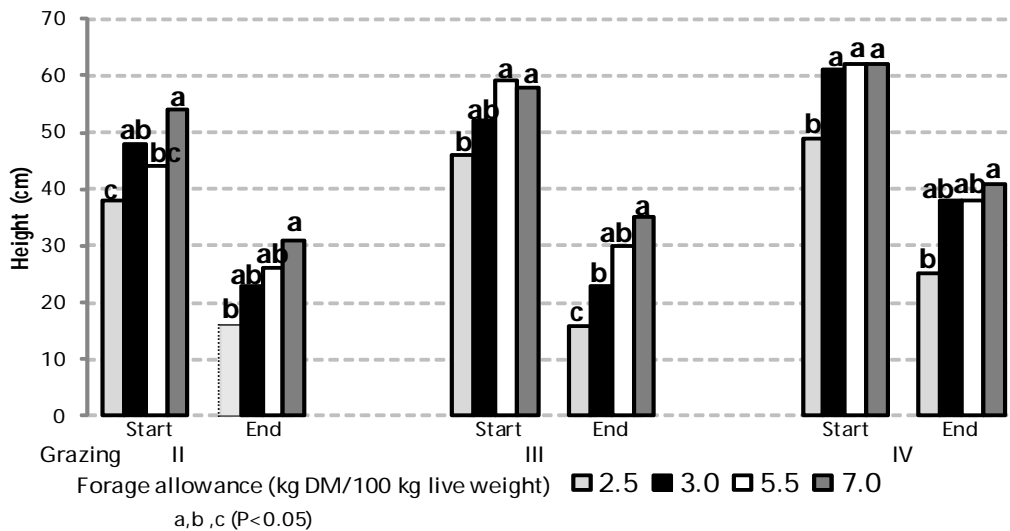
The response of the associated pasture is discussed for the 2nd, 3rd and 4th grazing periods, because the effect of the allowances is expressed, mainly, after applying the same intensity of harvest throughout several consecutive grazings; furthermore, before the first grazing there was not yet effects of treatments (purpose of this experiment).

Height of forage species

Herbage allowance significantly affected ($P<0.05$) initial and final height of signal grass, as the allowance was higher so it was grass height (Figure 1). This is explained because at larger allowance, animals had no need to defoliate closer to the ground level; while at small allowance, animals were forced to graze close to ground level to achieve the daily

Figura 1. Altura de pasto señal al inicio y final de los pastoreos realizados en una pradera asociada con clitoria y pastoreada a diferente asignación de forraje

Figure 1. Height of signal grass at the beginning and end of grazings in a mixed pasture with clitoria to different herbage allowance



en varios pastoreos consecutivos; además, antes del primer pastoreo aún no se tenían efectos de los tratamientos, propósito de este experimento.

Altura de los componentes botánicos

El pastoreo a las cuatro asignaciones de forraje probadas, afectó significativamente ($P<0.05$) la altura inicial y final del pasto señal, a mayor asignación de forraje, se logró mayor altura de la gramínea (Figura 1). Esto se explica debido a que en las asignaciones mayores, los animales no tuvieron la necesidad de defoliar los estratos inferiores de la planta; mientras que, a menor asignación los animales se vieron obligados a pastorear de forma más intensa la pradera para cubrir sus necesidades diarias de forraje. Estos resultados coinciden con otro estudio en pasto insurgente⁽⁹⁾. En *B. decumbens*, diferentes intensidades de cosecha aplicadas con diferentes cargas animal, ocasionaron diferente altura de tallos y estructura de la pradera⁽¹⁰⁾.

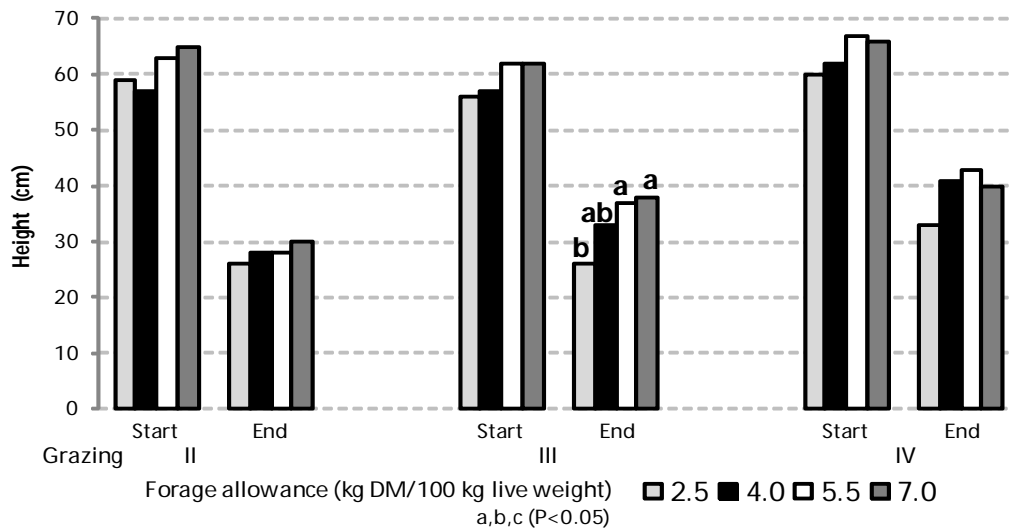
Sólo al final del pastoreo 3, la asignación de 2.5 kg provocó un descenso en la altura de la

amount of forage needed. These results are consistent with another study on insurgente grass⁽⁹⁾. In *B. decumbens*, different harvest intensities achieved by different stocking rates, caused different stem height and structure of the pasture⁽¹⁰⁾.

Only at the end of the third grazing, 2.5 kg allowance caused a decrease in the height of clitoria, in relation to 5.5 and 7.0 kg DM allowances (Figure 2). It is likely that the lower amount of the legume on-offer as the allowance was lower along with the higher preference to be grazed by animals induced a more intense harvest and then a decrease of its height. The linear effect of forage allowances in the height of the grass is also reported in insurgente grass (*Brachiaria brizantha* Hochst.) Staff.) with allowances of 5, 10, 15 and 20 kg DM per 100 kg⁻¹ LW d⁻¹; the increase in plant height was associated with a larger interception of the incident radiation⁽⁴⁾. Height of forage species before grazing, could be used as criterion of grazing management instead of measurements of light interception, regardless of the time of year⁽¹¹⁾.

Figura 2. Altura de clitoria al inicio y final de los pastoreos realizados en una pradera asociada con pasto señal y pastoreada a diferente asignación de forraje

Figure 2. Height of clitoria at the beginning and end of grazings in a mixed pasture with signal grass at different herbage allowance



clitoria, que fue diferente a las asignaciones de 5.5 y 7.0 kg de MS (Figura 2). Es probable que una menor oferta de forraje de la leguminosa y su mayor apetencia, provocaran una cosecha más intensa y con ello disminución de su altura. El efecto lineal de las asignaciones de forraje en la altura de la gramínea, también es reportado para el pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Staff.) con asignaciones de 5, 10, 15 y 20 kg MS por 100 kg⁻¹ PV d⁻¹; este aumento en la altura de la pradera se asoció con una mayor interceptación de la radiación incidente⁽⁴⁾. La altura de las especies forrajeras antes del pastoreo, podría ser utilizado como criterio de manejo del pastoreo en sustitución de las mediciones de interceptación luminosa, independientemente de la época del año⁽¹¹⁾.

Biomasa aérea total

La cantidad de biomasa aérea total ofrecida varió ($P<0.05$) entre las asignaciones en los últimos tres pastoreos (Figura 3). En promedio, la biomasa fue de 2865, 4204 y 4552 kg MS ha⁻¹ para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente. En el pastoreo 2, la asignación

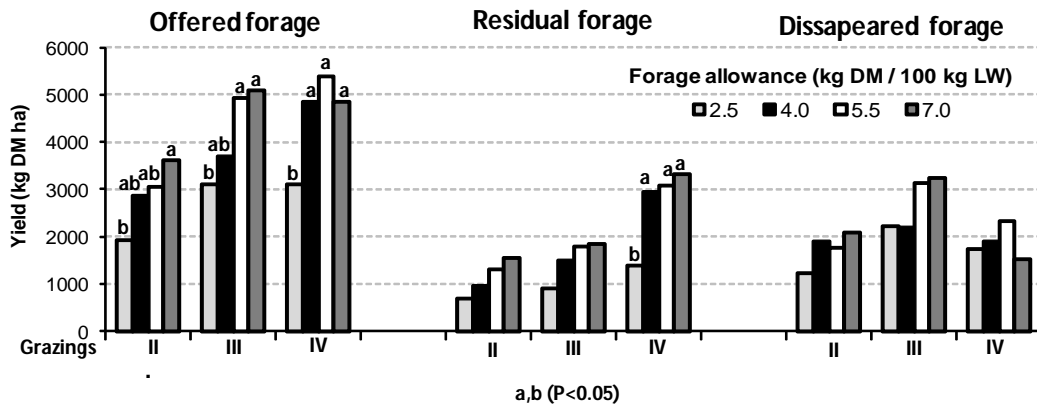
Total aerial biomass

Total amount of forage on-offer was different ($P<0.05$) among allowances in the the three grazing periods (Figure 3). On average, forage on-offer was 2,865, 4,204 and 4,552 kg DM ha⁻¹ for grazings 2, 3 and 4, respectively. On the second grazing, 2.5 kg allowance showed the lowest and 7.0 kg allowance the highest ($P<0.05$) forage on-offer; on the third grazing, the 7.0 kg allowance maintained the highest forage on-offer and by the fourth grazing, the lowest allowance yielded the lowest forage on-offer. The trend was towards lower forage on-offer at the lowest allowance as the grazings went by. A mixed pasture of stargrass (*Cynodon plectostachyus*) and clitoria (*Clitoria ternatea*) showed a similar response pattern to changes in allowance⁽¹²⁾.

Residual biomass was different ($P<0.05$) among allowances on the fourth grazing, as the allowance was lower so it was the residual biomass. Residual biomass, on average across all allowances, increased 139 % from the second to the fourth grazing, which indicates that there was a herbage accumulation from one grazing

Figura 3. Biomasa aérea total, ofrecida, residual y desaparecida en una pradera de pasto señal asociado con clitoria y pastoreada a diferente asignación de forraje

Figure 3. Total aerial biomass, offered, residual and disappeared in a mixed pasture signal grass-clitoria grazed to different forage allowance



de 2.5 kg fue diferente con la de 7.0 kg ($P<0.05$); en el 3, la diferencia fue entre las asignaciones de 5.5 y 7.0 kg y para el pastoreo 4, las diferencias fueron entre la menor asignación y las demás. Esta respuesta en la biomasa ofrecida indica que, a medida que transcurren los efectos del pastoreo, la diferencia entre la menor asignación, con el resto de las asignaciones, es más evidente. Resultados similares se encontraron en una asociación de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) y clitoria⁽¹²⁾.

La biomasa residual fue diferente ($P<0.05$) entre asignaciones en el pastoreo 4, donde la menor asignación fue distinta de las asignaciones mayores. La biomasa residual, en promedio para todas las asignaciones se incrementó en 139 % del segundo al cuarto pastoreo, lo que indica gran acumulación de forraje por el efecto de pastoreos consecutivos; por el contrario, las asignaciones de forraje evaluadas provocaron diferencias ($P<0.05$) en la biomasa desaparecida. Al respecto, en otro estudio también se reportan diferencias en el porcentaje de utilización de la biomasa, en una asociación gramínea-leguminosa⁽¹²⁾. La respuesta de cada asociación, al efecto de la asignación de forraje, es diferente y está relacionada con las especies

to the next; however, the allowance applied caused difference ($P<0.05$) in the amount of disappeared biomass. In this regard, another study also reported that the allowance applied determines the proportion of harvested biomass by cattle⁽¹²⁾. The specific effect of the herbage allowance on a mixed pasture depends on the plant species in the pasture and environment and management factors imposed on the pasture. A high herbage allowance, could provide a higher production per animal and a lower grazing intensity; on the other hand, a low herbage allowance promotes both a higher grazing intensity and animal production per unit area but can lower forage accumulation in the pasture⁽¹³⁾. In *B. brizantha* pastures increasing the herbage mass before grazing with high forage allowance, gave a constant decrease in grazing intensity⁽⁴⁾.

Signal grass

Signal grass contributed 42, 43 and 44 % to the total biomass from the second to the fourth grazing, respectively. The herbage allowance influenced the amount of signal grass on-offer in the third and fourth grazing ($P<0.05$) in both the response pattern was similar (Figure 4). Signal grass on-offer at the 2.5 kg allowance was lower than at 5.5 and 7.0 kg allowances,

vegetales que la componen, el ambiente y el manejo de la pradera. El incremento de la asignación de forraje, como una estrategia de manejo, para hacer más eficiente la respuesta animal, reduce la intensidad del pastoreo; por otra parte, la reducción en la asignación de forraje incrementa la intensidad del pastoreo y maximiza la ganancia por unidad de área y puede reducir la acumulación de forraje⁽¹³⁾. En *B. brizantha* el incremento en la masa de forraje antes del pastoreo, en praderas con altas asignaciones de forraje, resultó en un decremento constante en la intensidad del pastoreo⁽⁴⁾.

Pasto señal

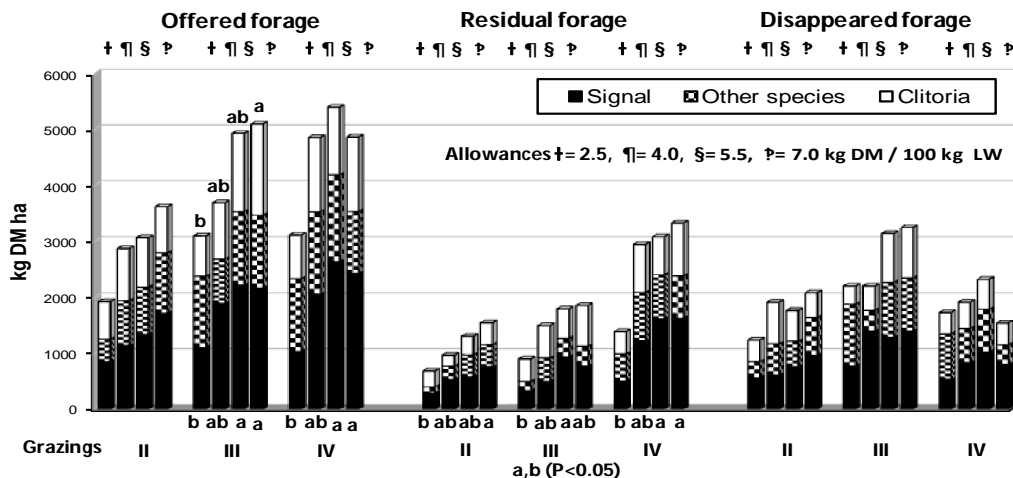
El pasto señal representó el 42, 43 y 44 % de la biomasa aérea total para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente. La asignación de forraje influyó en la cantidad de pasto señal ofrecido en los pastoreos 3 y 4 ($P < 0.05$), y en ambos casos la respuesta fue similar (Figura 4). El pasto señal ofrecido en la menor asignación fue menor al ofertado en las asignaciones de 5.5 y 7.0 kg, las cuales fueron similares entre sí ($P > 0.05$). Resultados similares se encontraron en la asociación de pasto estrella con clitoria⁽¹²⁾, donde se obtuvieron también diferencias en los

which showed similar ($P > 0.05$) amount of signal grass on-offer. A star grass-clitoria mixed pasture⁽¹²⁾ and an insurgente grass pasture⁽⁹⁾ showed the same trend of higher amount of grass as the allowance was higher at the last grazing recorded. However, kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Hoechts.) and insurgente grasses^(14,15) showed a decrease in grass biomass as the allowance was higher, indicating that other factors besides allowance are playing a part in determining grass biomass.

Residual forage of signal grass was determined by allowance in all three grazings. On the second grazing, residual forage increased as the allowance was higher; on the other two grazings 2.5 kg allowance showed the lowest ($P < 0.05$) residual forage of signal grass with no difference ($P > 0.05$) between 5.0 and 7.0 kg allowances. Thus, as grazings went by, the two major allowances showed a similar response while the lowest allowance remained with the lowest amount of residual forage. These results are consistent with those found in kikuyu, where the lowest allowance gave the lowest amount of residual grass from the second grazing on⁽¹⁴⁾. The amount of signal grass disappeared was

Figura 4. Pasto señal, clitoria y otras especies, ofrecidos, residuales y desaparecidos en una pradera asociada y pastoreada a diferente asignación de forraje

Figure 4. Signal grass, clitoria and other species, offered, residual and disappeared in a mixed pasture to different forage allowance



últimos pastoreos, con mayores cantidades de la gramínea en las asignaciones más altas; y lo mismo encontraron en pasto insurgente⁽⁹⁾. Por el contrario, se reportaron resultados contrarios, en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochts.) y en pasto insurgente^(14,15).

La asignación de forraje también modificó la cantidad de pasto señal residual, en los tres pastoreos. En el 2, el menor forraje residual ocurrió con la menor asignación, superado sólo por la mayor asignación; mientras que en el pastoreo 3, las diferencias ocurrieron entre las asignaciones de 2.5 y 5.0 kg y en el último pastoreo, la asignación menor fue diferente a las asignaciones de 5.0 y 7.0 kg ($P < 0.05$). Así, se ha observado que conforme se efectúan los pastoreos, las asignaciones mayores tienden a ser similares entre sí, pero diferentes a la asignación menor. Estos resultados concuerdan con los encontrados en kikuyo, donde la menor asignación, presentó la menor cantidad de la gramínea residual en el pastoreo 2⁽¹⁴⁾. La cantidad de pasto señal desaparecido no fue diferente ($P > 0.05$) entre las asignaciones, en los tres pastoreos; sin embargo, esta gramínea que comúnmente tiene menor valor nutritivo que la leguminosa, en esta asociación los resultados indican que fue consumida preferentemente por el ganado. La masa de forraje desaparecido en *B. brizantha*, no sólo se atribuyó al consumo, sino también a pérdidas por el pastoreo⁽⁴⁾. Al respecto, se reportan diferencias en el pasto estrella, en los periodos de pastoreo intermedios, que no coinciden con este estudio⁽¹²⁾; asimismo, a medida que se incrementa la asignación, el forraje ofrecido para cada animal es mayor, pero se llega a un punto en que, por más alta que sea la cantidad de forraje ofrecido, el potencial de consumo del animal se mantiene al mismo nivel, debido a una saciedad física^(16,17). Es ampliamente admitido que el llenado del rumen, es el principal factor limitante en la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales⁽¹⁸⁾.

Clitoria

clitoria representó el 30, 28 y 26 % de la biomasa aérea total, para los pastoreos 2, 3 y

not different ($P > 0.05$) among allowances in any of the three grazings; the preference of cattle to graze clitoria over signal grass could explain that no matter the allowance animals tended to graze the same amount of grass. In addition, in *B. brizantha* it was found that forage disappearance was not only due to intake but also trampling was a major factor⁽⁴⁾. In a study with star grass⁽¹²⁾ forage disappearance did not show the same trend as the one found in this study. Forage intake by grazing cattle depends on the amount of forage on-offer and of the physical satiety^(16,17), then once the grazing animal reaches this physical satiety, the forage intake will be maintained independently of the amount of forage on-offer. It is widely admitted that filling of the rumen, is the main limiting factor in feeding ruminants with tropical forages⁽¹⁸⁾.

Clitoria

Clitoria represented 30, 28 and 26 % of the total aerial biomass from the second to the fourth grazing, respectively. Only in the third grazing the amount of clitoria on-offer was different ($P < 0.05$) among allowances, the 2.5 kg allowance showed lower amount of clitoria than the 7.0 kg allowance (Figure 4). In other study clitoria on-offer increased as the allowance went above 3.0 kg⁽¹²⁾. Most of the legumes do not persist in a mixed pasture, requiring a specific management to overcome this low persistence under grazing⁽¹⁹⁾. Therefore, clitoria pasture management should be grazing at an herbage allowance of 4.0 kg; increasing grazing intensity by lowering the herbage allowance could bring a drastic reduction in biomass on-offer and in the persistence of this legume in the pasture. The amount of residual clitoria did not differ ($P > 0.05$) among allowances throughout the season; however, there was a trend towards higher residuals as the season went on, indicating that some plant components were not harvested by cattle and they accumulated along the season. The amount of the legume disappeared was similar ($P > 0.05$) across allowances. The amount of clitoria in

4, respectivamente. La leguminosa varió sólo en la cantidad ofrecida en el pastoreo 3, cuando la asignación de 2.5 fue inferior a la de 7.0 kg (Figura 4). Estos resultados coinciden con un estudio en clitoria en el cual se señaló que la leguminosa fue menor en la asignación del 3.0 kg, respecto a las asignaciones mayores⁽¹²⁾. La mayoría de las leguminosas rastreras no persisten en la pradera, ya que éstas, requieren de cuidados especiales para superar su problema de poca persistencia bajo pastoreo⁽¹⁹⁾. Por lo anterior, el manejo de clitoria podría ser con una asignación de forraje de 4.0 kg, ya que una intensidad de cosecha mayor reduce la oferta de biomasa y podría afectar la persistencia de esta leguminosa en la pradera. La cantidad de clitoria residual no varió ($P>0.05$) entre asignaciones, en ninguno de los tres pastoreos; sin embargo, mostró incrementos conforme transcurrieron los pastoreos, lo que indica que algunos componentes de la planta no son consumidos y se acumulan en los pastoreos siguientes. La cantidad de la leguminosa desaparecida tampoco fue diferente ($P>0.05$), en las asignaciones evaluadas. La cantidad de clitoria en el pastoreo 4, tendió a ser menor, lo que sugiere que ocurrió un menor consumo, observación que es reforzada por un incremento en la leguminosa residual en el mismo pastoreo, y nos indican la preferencia del ganado bovino por la gramínea en la época de lluvias. Estos resultados coinciden con otro estudio, en que tampoco se encontró diferencia en la clitoria desaparecida, a diferentes asignaciones de forraje⁽¹²⁾.

Otras especies

La cantidad de otras especies, que incluían gramíneas diferentes a *B. decumbens* y especies de hoja ancha distintas a *C. ternatea*, fue una variable poco sensible a los cambios ($P>0.05$) en la asignación de forraje; sin embargo, su participación en la biomasa total fue muy importante, ya que fue de 27, 29 y 31 % para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente (Figura 4). El mayor incremento de otras especies en el forraje ofrecido, ocurrió en la asignación de

the fourth grazing, tended to be lower, suggesting a lower intake, observation that is reinforced by an increase in the residual legume in the same pasture, and indicate the preference of cattle for the grass in the rainy season. These results are consistent with another study, in which disappearance of clitoria was the same across herbage allowances⁽¹²⁾.

Other species

The amount of other species, including grasses other than *B. decumbens* and broad leaf species other than *C. ternatea*, was less sensitive ($P>0.05$) to changes in herbage allowance; however, their participation in the total biomass was very important, 27, 29 and 31 % for the second to the fourth grazing, respectively (Figure 4). The highest increase of other species in the biomass on-offer was at the 2.5 kg allowance (268 %) and the lowest at the 7.0 kg allowance with 3 %, when going from the second to the fourth grazing. In pastures where there are legumes, it is more frequent the invasion by running species which colonize open areas that receive solar radiation within the pasture, mainly if grazing is at high intensity⁽²⁰⁾.

Leaf and stem of signal grass

Leaf on-offer, residual and disappeared varied among allowances (Figure 5-A). On the average, leaf on-offer was 583, 868 and 793 kg DM ha⁻¹ for the second to the fourth grazing, respectively making 45, 48, and 41 % of grass biomass on-offer. At the third and fourth grazings, leaf on-offer was the lowest ($P<0.05$) when grazing at the 2.5 kg allowance, from the 4.0 to the 7.0 kg allowances there was no difference in leaf on-offer. Star grass⁽¹²⁾ showed similar response pattern in leaf on-offer to changes in allowances; however, insurgent grass^(9,15) kept the same amount of leaf on-offer across different allowances. The effect of herbage allowance on leaf on-offer might be influenced by forage species and other environmental conditions. Amount of residual leaf showed effect ($P<0.05$) of allowance in the second grazing, only; the highest allowance gave more

2.5 kg y fue del 268 % y el menor incremento se presentó en la asignación del 7.0 kg con 3 %, al comparar el pastoreo 2 con el 4. Cuando se tienen praderas con leguminosas, es más frecuente la invasión con algunas especies de hábito de crecimiento postrado, que colonizan áreas abiertas a la radiación solar en la pradera, principalmente cuando son pastoreadas con alta intensidad⁽²⁰⁾.

Hoja y tallo de pasto señal

La hoja de pasto señal fue sensible a los cambios en las asignaciones, en el forraje ofrecido, residual y desaparecido (Figura 5-A). En promedio, la cantidad de hoja antes del pastoreo fue de 583, 868 y 793 kg MS ha⁻¹, para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente; representando 45, 48 y 41 % de la cantidad total de la gramínea. En la hoja ofertada las diferencias ocurrieron en los pastoreos 3 y 4, con un mismo patrón de respuesta. La menor cantidad de hoja ($P<0.05$) se expresó en la asignación de 2.5 kg, diferente a la hoja presente en las asignaciones de 4.0, 5.5 y 7.0 kg que fueron similares entre sí. Estos resultados son coincidentes con los reportados en pasto estrella⁽¹²⁾; por el contrario, en otros estudios no se encontraron diferencias en la

than two times residual leaf than the lowest allowance (173 vs 60 kg DM ha⁻¹). Disappeared leaf was different ($P<0.05$) between 2.5 and 4.0 kg allowances. On the contrary, in insurgente grass, disappeared leaf was higher at the lowest allowance⁽¹⁵⁾.

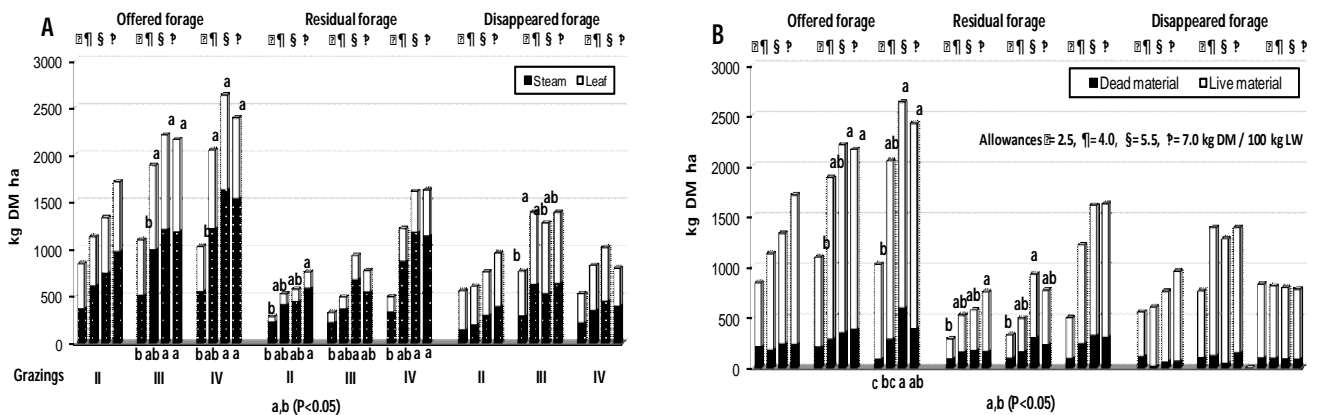
The amount of signal stem on-offer varied ($P<0.05$) among allowances at the last two grazings (3rd and 4th); the 2.5 kg allowance yielded lower amount of signal stem than the 5.5 and 7.0 kg allowances. Similar results were found with other investigations on tropical grasses^(9,12,21). The herbage allowance influenced the amount of residual stem in all grazings, the general trend was lower ($P<0.05$) amount of residual stem of signal grass as the allowance was also lower. The amount of disappeared stem was similar ($P>0.05$) in all grazings.

Green and dead signal grass tissue

Allowance influenced amount of green tissue in the signal grass biomass on-offer at the third and fourth grazings and in the residual biomass at the 2nd and 3rd grazings (Figure 5-B). The amount of green tissue left in one grazing influenced the amount of green tissue in the

Figura 5. Hoja y tallo (A) y material vivo y material muerto de pasto señal (B) en una pradera de esta gramínea asociada con clitoria y pastoreada a diferente asignación de forraje

Figure 5. Leaf and stem (A) and live and dead material of signal grass (B) in a mixed pasture with clitoria grazed to different forage allowance



hoja ofertada en pasto insurgente^(9,15). La asignación de forraje modificó ($P<0.05$) la cantidad de hoja residual de pasto señal en el pastoreo 2, y la menor asignación con 60 kg MS ha⁻¹ fue diferente a la mayor asignación con 173 kg MS ha⁻¹; sin embargo, este efecto no fue constante para los pastoreos subsiguientes. La cantidad de hoja desaparecida fue diferente ($P<0.05$) entre las asignaciones de 2.5 y 4.0 kg. Por el contrario, se reporta que en el pasto insurgente la proporción de hoja removida fue mayor en la asignación más baja⁽¹⁵⁾.

La cantidad de tallo de pasto señal ofrecido también varió ($P<0.05$) entre las asignaciones de forraje en los pastoreos 3 y 4; el patrón de respuesta fue similar en ambos pastoreos, la asignación de 2.5 fue diferente a la de 5.5 y 7.0 kg. Resultados similares se encontraron en otras investigaciones con gramíneas tropicales^(9,12,21). La asignación de forraje influyó en la cantidad de tallo residual en los tres pastoreos, aunque con respuesta variable, prevalece que a menor asignación se tiene la menor cantidad de tallo ($P<0.05$). El uso de asignaciones de forraje altas, resultó en un detrimento en la acumulación de forraje de *B. brizantha*⁽⁴⁾. Por otra parte, en el estudio que aquí se reporta, la cantidad de tallo que desapareció no varió ($P>0.05$) en ninguno de los tres pastoreos.

Material vivo y material muerto de pasto señal

El material vivo de pasto señal fue sensible a los cambios en la asignación de forraje; estos cambios se expresan en los pastoreos 3 y 4 del forraje ofertado y en los pastoreos 2 y 3 del forraje rechazado (Figura 5-B). En esta investigación se evidenció que el forraje residual de un pastoreo, afecta el forraje ofrecido para la siguiente cosecha por los rumiantes. En el forraje vivo antes del pastoreo se observó el mismo patrón, la menor cantidad se encontró en la asignación de 2.5 kg, que resultó diferente ($P<0.05$) al material vivo en las asignaciones de 5.5 y 7.0 kg. El forraje vivo residual también

consecutiva grazing. As the allowance was lower, so it was the amount of green tissue, with no difference between the two highest allowances tested (5.5 and 7.0 kg). Green tissue of residual signal grass was the lowest ($P<0.05$) at the 2.5 kg allowance, the other allowances did not show a constant trend among themselves in the amount of green tissue. Star grass also showed lower residual green tissue as the allowance was lower, but green tissue in forage on-offer gave a different response pattern to allowance to the one found in this study⁽²²⁾. Disappeared signal grass green tissue was not influenced ($P<0.05$) by allowance. Signal grass dead tissue in the biomass on-offer varied ($P<0.05$) among allowances, at the 4th grazing the 2.5 kg allowance gave the lowest (90 kg DM ha⁻¹) and the highest (595 kg DM ha⁻¹) was at the 5.5 kg allowance. Grass responses to the forage allowance applied are evident after some consecutive grazings. Kikuyu grass accumulated a larger amount of dead tissue as the allowance increased⁽¹⁴⁾. Disappeared dead tissue in residual forage did not vary among forage allowances in any of the three grazings. The average for the four allowances of dead tissue in the residual signal grass was 151, 200 and 243 kg ha⁻¹ and of disappeared dead tissue was 66, 107 and 100 kg ha⁻¹, for the 2nd to the 4th grazing, respectively.

Leaf, stem and pod in clitoria

Leaf and stem components were only different ($P<0.05$) among allowances in the biomass on-offer at the 3rd grazing (Figure 6-A). The amount of leaf on-offer was on the average of 293, 451 and 455 kg DM ha⁻¹ and represented 39, 35 and 39 % of the total clitoria, from the 2nd to the 4th grazings, respectively. The amount of leaf on-offer at the 2.5 and 4.0 kg allowances was different ($P<0.05$) to the found at the 7.0 kg allowance. This response is similar to that reported in kudzu (*Pueraria phaseoloides*) and in clitoria^(12,21). In three investigations, increasing the allowance gave a higher leaf yield of the legume. The amount of stem of clitoria in the forage on-offer was different ($P<0.05$)

presentó la menor cantidad ($P<0.05$) en la asignación más baja; sin embargo, la respuesta entre las otras asignaciones no fue similar en los dos pastoreos. Los resultados que se reportaron en pasto estrella son diferentes para el forraje ofrecido, pero coinciden para el material residual⁽²²⁾. Las asignaciones de forraje evaluadas no impactaron en la cantidad de forraje vivo desaparecido ($P>0.05$). El material muerto de pasto señal se modificó ($P<0.05$) por las asignaciones de forraje en la biomasa ofrecida del pastoreo 4, con 90 y 595 kg MS ha⁻¹ para las asignaciones de 2.5 y 5.5 kg. Por esta respuesta, se puede inferir que las diferencias se expresan después de varios pastoreos consecutivos, con la misma intensidad de cosecha. Resultados semejantes se reportaron en pasto kikuyo, que mostró mayor cantidad de material muerto en la asignación mayor⁽¹⁴⁾. El material muerto del forraje residual y desaparecido no varió entre asignaciones de forraje en los tres pastoreos. El promedio para las cuatro asignaciones de forraje, para el material muerto residual de pasto señal fue de 151, 200 y 243 kg MS ha⁻¹ y para el material muerto desaparecido fue de 66, 107 y 100 kg MS ha⁻¹, para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente.

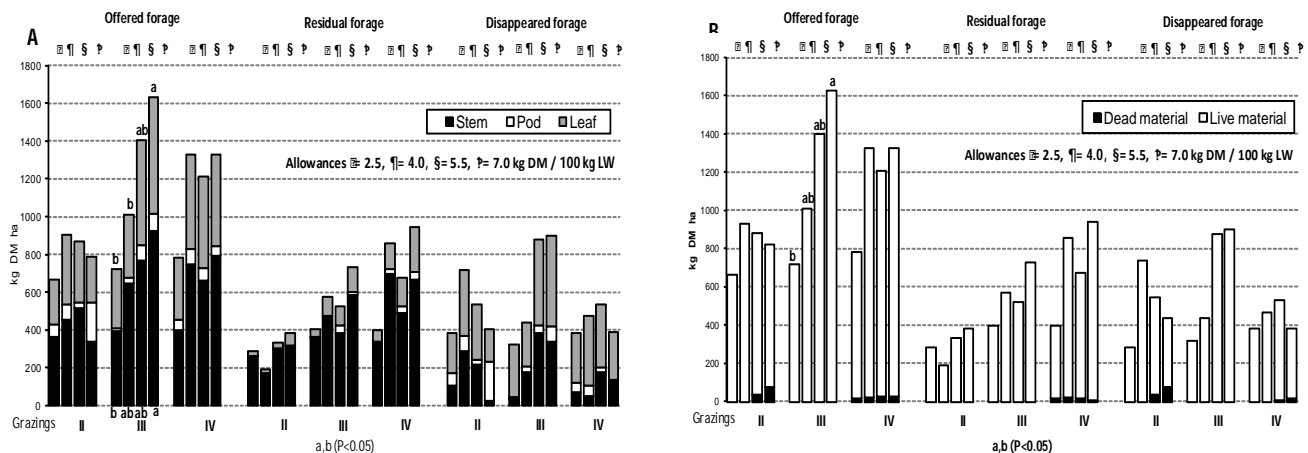
between extreme allowances, the highest (925 kg DM ha⁻¹) and the lowest (392 kg DM ha⁻¹) were found at the 2.5 and 7.0 kg allowances, respectively. On the other hand, the herbage allowance did not influence ($P>0.05$) the amount of residual and disappeared leaf and stem. On the average, the amount of leaf in the residual biomass was 37, 93 and 147 kg DM ha⁻¹, while disappeared amount of leaf was 257, 362 and 305 kg; stem in residual clitoria biomass was 260, 449 and 544 kg and disappeared stem was 260, 233 and 104 kg, all these values from the 2nd to the 4th grazing. Contribution of pods in the forage on-offer, residual and disappeared was the same across allowances; on the average yields were 97, 53 and 63 kg in the forage on-offer, 1.5, 15 and 29 kg in the residual biomass and amount disappeared 96, 39 and 34 kg; each from the 2nd to the 4th grazings, respectively. In residual forage, after the 4th grazing, it was evident that the stem was the structural component that prevailed, probably by its high fiber content, and therefore with a higher rejection by livestock than leaves.

Green and dead clitoria tissue

Clitoria green tissue was different ($P<0.05$) among allowances in the 3rd grazing (Figure 6-B),

Figura 6. Hoja, tallo y vaina (A) y material vivo y material muerto de clitoria (B) en una pradera asociada con pasto señal y pastoreada a diferente asignación de forraje

Figure 6. Leaf, stem and pod (A) and live and dead of clitoria (B) in a mixed pasture with signal grass to different forage allowance



Hoja, tallo y vaina de clitoria

Para clitoria sólo hubo diferencias ($P < 0.05$) entre asignaciones antes del pastoreo 3 en los componentes hoja y tallo (Figura 6-A). La cantidad de hoja ofrecida fue en promedio de 293, 455 y 451 kg MS ha⁻¹ y representaron el 35, 39 y 39 % del total de clitoria, para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente. Para hoja, las cantidades de las asignaciones de 2.5 y 4.0 kg fueron diferentes ($P < 0.05$) a las encontradas en la asignación de 7.0 kg. Esta respuesta es semejante a la reportada en kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y en clitoria^(12,21). En las tres investigaciones, la mayor asignación también presentó la mayor cantidad de masa foliar de las leguminosas.

La cantidad de tallo de clitoria ofrecido, se modificó ($P < 0.05$) entre las asignaciones extremas, la de 7.0 kg tuvo 925 kg MS ha⁻¹, superior a los 392 kg de la asignación de 2.5 kg. Por otra parte, la asignación de forraje no influyó ($P > 0.05$) en la cantidad de hoja y tallo rechazada y desaparecida. En promedio la cantidad de hoja residual fue de 37, 93 y 147 kg MS ha⁻¹, la hoja desaparecida fue de 257, 362 y 305 kg; para tallo residual las cantidades fueron de 260, 449 y 544 kg y tallo desaparecido de 260, 233 y 104 kg. Finalmente las cantidades de vaina en las tres categorías, no variaron entre asignaciones, en promedio fueron para ofrecida de 97, 53 y 63 kg MS ha⁻¹, para residual de 1.5, 15 y 29 kg y para desaparecida de 96, 39 y 34 kg; en todos los casos para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente. En el forraje residual, después de los cuatro pastoreos, fue evidente que el componente estructural que predominó fue el tallo, lo cual es probable que se deba a que es un material con alto contenido de fibra y, por lo tanto, poco seleccionado por el ganado en su dieta.

Material vivo y material muerto de clitoria

El forraje vivo ofrecido de clitoria fue diferente entre asignaciones ($P < 0.05$) en el pastoreo 3 (Figura 6-B); se incrementó de la asignación de 2.5 kg, respecto a la de 7.0 kg. El forraje

it was higher at the 2.5 than at 7.0 kg allowance. Dead tissue and disappeared tissue was similar ($P > 0.05$) at all allowances. The amount of green tissue in the residual biomass of clitoria was 298, 702 and 557 kg DM ha⁻¹ and the amount disappeared was 500, 634 and 436 kg, from the 2nd to the 4th grazings, respectively. Dead tissue in any, on-offer, residual and disappeared biomass was the same at all allowances. Averages across allowances from the 2nd to the 4th grazings were: on-offer 28, 0 and 23 kg; residual, 0, 0 and 17 kg; and disappeared, 28, 0 and 6 kg. Clitoria showed high amounts of green tissue in on-offer and residual biomass, suggesting that the recovery period was not so long as to promote accumulation of dead tissue. Similarly, there were no differences in dead tissue among allowances in a mixed pasture clitoria-star grass⁽¹²⁾.

The forage allowance determined plant height at the beginning and at the end of the grazing, mainly in the grass component. Grazing signal grass-clitoria pasture at 2.5 kg DM per 100 kg⁻¹ PV d⁻¹ allowance, decreases biomass on-offer to grazing animals, promoting a decrease in residual forage, while an allowance above 5.5 kg does not improve on-offer and residual biomass. Contributions of signal grass components were responsive to the allowance applied. Changes in the mixed pasture were evident after applying the same grazing pressure in consecutive events. Amount of signal grass leaf disappeared is the only component that shows changes, so it can be inferred that it was the component with preference by the grazing cattle. Clitoria shows a high amount of green tissue; however, much of this component is stem, with a poor preference by cattle. An allowance of 4.0 kg DM per 100 kg⁻¹ PV d⁻¹ can be the best grazing alternative of signal grass-clitoria association, since grass and legume components are kept in balance; moreover, it does provides a higher amounts of leaf in signal grass and green tissue.

End of english version

vivo rechazado y desaparecido de esta leguminosa no fue sensible ($P>0.05$) a las asignaciones de forraje evaluadas. La cantidad de material vivo de clitoria residual fue de 298, 557 y 702 kg MS ha⁻¹ y desaparecida de 500, 634 y 436 kg, en los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente. El material muerto de clitoria es un componente que tampoco sufrió cambios entre asignaciones, ya sea ofrecida, residual o desaparecida. Los promedios para este material fueron: 28, 0 y 23 kg MS ha⁻¹ de ofrecido; 0, 0 y 17 kg MS ha⁻¹ de residual y de 28, 0 y 6 kg MS ha⁻¹ de desaparecido, para los pastoreos 2, 3 y 4, respectivamente. Durante el periodo de evaluación la clitoria ofrecida y residual, mostró altas cantidades de material vivo, lo que sugiere que el periodo de recuperación no fue tan prolongado que permitiera la formación y acumulación de material muerto. De manera similar, se ha reportado que no existieron diferencias entre asignaciones en el material muerto de clitoria asociado con pasto estrella⁽¹²⁾.

Las diferentes asignaciones de forraje modificaron la altura al inicio y al final de los pastoreos, principalmente de la gramínea. El pastoreo de una pradera asociada de pasto señal con clitoria, a una asignación de 2.5 kg limitó la biomasa ofrecida a los animales en pastoreo, promoviendo menor forraje residual, mientras que el incremento de la asignación superior al 5.5 kg no mejoró la biomasa ofrecida y residual. Los componentes estructurales del pasto señal se modificaron más por efecto de la asignación de forraje. Los cambios en la pradera asociada fueron más evidentes después de utilizar la misma presión de pastoreo en cosechas continuas. La hoja de señal es el único componente que expresó cambios en el forraje desaparecido, por lo que se puede inferir que es un elemento más consumible. Clitoria muestra gran cantidad de material verde; sin embargo, mucho de este componente es tallo, poco seleccionado por los rumiantes en el pastoreo. Una asignación de 4.0 kg MS por 100 kg⁻¹ PV d⁻¹ puede ser una opción para el mejor manejo del pastoreo de la asociación de pasto

señal con clitoria, ya que permite conservar los componentes gramínea y leguminosa; además, aporta una mayor cantidad de hoja de señal y material vivo.

LITERATURA CITADA

1. Enríquez QJF, Meléndez NF, Bolaños AED. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC, Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico No. 7. Veracruz, México. 1999.
2. Mosquera P, Lascano C. Producción de leche de vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso a bancos de proteína. Pasturas Tropicales 1992;(14):2-10.
3. Quero CAR, Enríquez QJF, Miranda JL. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. Interciencia 2007;32(8):566-571.
4. Braga GF, Pedreira CGS, Herling VR, Luz PHC, Lima CG. Sward structure and herbage yield of rotationally stocked pastures of Marandu Palidasegrass (*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf) as affected by herbage allowance. Sci Agric 2006;63(2):121-129.
5. BovallM, Cruz P, Peyraud JL, Penning PD. The effect of herbage allowance on daily intake by Creole heifers tethered on natural *Dichanthium* spp. pasture. Grass Forage Sci 2000;(55):201-208.
6. Kim TH, An KW, Jung WJ. Effects of daily herbage allowance on the organic reserves at the end of grazing and the accumulation of herbage during regrowth. Aust J Agric Res 2001;(52):883-890.
7. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 1981.
8. Steel RGD, Torrie JJ. Bioestadística: Principios y procedimientos. Martínez BR (trad.) 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana de México, S.A.; 1996.
9. Mena UMA, Hernández GA, Enríquez QJF, Pérez PJ, Zaragoza R JL, Velasco ZME, Avellaneda CJ. Efecto de asignaciones de forraje en pastoreo sobre pasto Insurgente y producción de vaquillas en el trópico húmedo. Agrociencia 2007;(41):1-12.
10. Busque J, Herrero M. Sward structure and patterns of defoliation of signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures under different cattle grazing intensities. Trop Grasslands 2001;(35):193-204.
11. Sila CDS, Hernández GA. Manejo del pastoreo en praderas tropicales. En: Velasco ZME, Hernández GA, Peresgrovas GR, Sánchez MB editores. Los forrajes y su impacto en el trópico. Primera ed. Chiapas, México: 2010:63-95.
12. Ramírez RO, Pérez PJ, Hernández GA, Herrera HJG, Martínez HPA. Evaluación del rendimiento y la utilización de la asociación estrella-clitoria cosechada a diferente asignación de forraje. Téc Pecu Méx 2003;41(2):219-230.
13. Virkajarvi P, Sailramen A, Nousiamen II, Khalili H. Effect of herbage allowance on pasture utilization, regrowth and milk

COMPOSICIÓN DE BIOMASA EN UNA ASOCIACIÓN DE PASTO SEÑAL CON CLITORIA

- yield at dairy cows in early, mid and late season. Anim Feed Sci Technol 2002;(97):23-40.
14. Hernández MO, Pérez PJ, Martínez HPA, Herrera HJG, Mendoza MGD, Hernández GA. Pastoreo de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechts.) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje. Agrociencia 2000;(34):127-134.
 15. Hernández GA, Martínez HPA, Mena UMA, Pérez PJ, Enríquez QJF. Dinámica de rebrote en pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Staff.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Téc Pecu Méx 2002;(40):193-205.
 16. Avendaño MJC, Borel R, Cubillos G. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba 1986;(36):137-146.
 17. Hodgson JC. Grazing management: Science into practice. Hong Kong: Longman; 1990.
 18. Fanchone A, Archimede H, Baumont R, Boval M. Intake and digestibility of fresh grass fed to sheep indoors or at pasture, at two herbage allowances. Anim Feed Sci Technol 2010;(157):151-158.
 19. Quero CAR, Hernández GA, Miranda JL, Pérez PJ, Sánchez HM. Recursos genéticos para el pastoreo extensivo. En: Velasco ZME, Hernández GA, Peresgrovas GR, Sánchez MB editores. Los forrajes y su impacto en el trópico. Primera ed. Chiapas, México. 2010:1-21.
 20. Jones RM, Jones RJ. Effect of stoking rates on animal gain, pasture yield and composition, and soil properties from setaria-nitrogen and setaria-legume pastures in coastal south-east Queensland. Trop Grasslands 2003;(37):65-83.
 21. Castillo HJE. Comportamiento productivo y compatibilidad de insurgente y estrella en monocultivo y asociados con kudzu bajo pastoreo con borregos [tesis maestría]. Texcoco, México. Colegio de Postgraduados. 1996.
 22. Jiménez GR, Martínez HPA, Pérez PJ, Herrera HJG. Comportamiento de Estrella de África pastoreada con bovinos a diferentes asignaciones de forraje. Arch Latinoam Prod Anim 1997;5(Supl 1):76-78.

