

Producción de materia seca de forrajes en condiciones de Trópico Húmedo en México*

Dry matter production of fodder in Humid Tropical conditions in Mexico

Juan Carlos Muñoz-González¹, Maximino Huerta-Bravo², Alejandro Lara Bueno^{2,8}, Raymundo Rangel Santos², Jorge Luis de la Rosa Arana³

¹Posgrado en Innovación Ganadera- Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. México. Tel: 595 952 1621. (agronojuan@hotmail.com). ²Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. México. Tel: 595 952 1621. (mhuertab@taurus.chapingo.mx; rangelsr@correo.chapingo.mx). ³Secretaría de Salud de México. Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos. Francisco de Paula Miranda 117, México, D. F., C. P. 01480. Tel: 555 062 1600. (jorgeluis.delarosa@yahoo.com). ⁸Autor para correspondencia: alarab_11@hotmail.com.

Resumen

Con el objetivo de determinar la producción de materia seca (MS) de los forrajes en un sistema de producción de bovinos de doble propósito en el sureste de México, se utilizaron jaulas de exclusión para determinar: altura (ALT), tasa de crecimiento (TC), peso seco acumulado (PSA) y producción anual de materia seca (PAMS), en forrajes de cinco ranchos ganaderos del trópico húmedo de Chiapas, a través del año. El análisis de los datos consideró los efectos fijos de rancho, mes del año, época del año y especie forrajera. Hubo efectos ($p \leq 0.001$) de las interacciones rancho*mes del año, rancho*época del año y mes del año*especie forrajera en ALT, PSA y TC. Se concluye que la producción de forraje en el trópico húmedo mexicano es afectada por el mes y la época del año ya que los forrajes en los meses de la época de lluvias tuvieron 82 y 121% más altura que en la época de nortes y secas, respectivamente; asimismo, los forrajes en la época de lluvias tuvieron 30 y 115% más peso seco acumulado (PSA) y tasa de crecimiento (TC) que en la época de nortes y secas, respectivamente.

Palabras clave: bovinos, doble propósito, épocas del año, tasa de crecimiento.

Abstract

With the objective to determine the production of dry matter (MS) of fodder in a production system of dual purpose cattle in southeastern Mexico, exclusion cages were used to determine: height (ALT), growth rate (TC), accumulated dry weight (PSA) and annual production of dry matter (PAMS) in forages five cattle ranches in the humid tropics of Chiapas, throughout the year. The data analysis considered the fixed effects ranch month of the year, time of year and forage species. There were no effects ($p \leq 0.001$) of the interactions ranch*month of the year, ranch*time of year and month of the year*forage species in ALT, PSA and TC. It is concluded that forage production in the Mexican humid tropics is affected by the month and the season as fodder in the months of the rainy season were 82 and 121% more height than in the windy season and dry, respectively; also forages in the rainy season were 30 and 115% more dry weight accumulated (PSA) and growth rate (TC) in the windy season and dry, respectively.

Keywords: cattle, dual purpose, growth rate, seasons.

* Recibido: marzo de 2016
Aceptado: junio de 2016

Introducción

El crecimiento de las plantas es afectada directamente por el genotipo y por las condiciones ambientales en las que se incluyen los factores de manejo. Factores ambientales como la luz, CO₂, minerales, agua y temperatura afectan procesos de fotosíntesis, absorción de nutrientes y desarrollo de las plantas determinando la productividad (Nurjaya y Tow, 2001).

La tasa de crecimiento de cualquier especie forrajera, es más sensible a la temperatura ambiental, comparado con la tasa de fotosíntesis y respiración, esto es debido a que la temperatura ambiental interviene en la aparición y expansión de la lámina foliar, aparición y muerte de tallos y estolones, y el crecimiento radical por lo que las especies forrajeras logran su mayor producción de biomasa cuando se encuentran sus rangos óptimos de temperatura (McKenzie *et al.*, 1999). Además, la composición química de los forrajes varía con la edad fisiológica, tiempo de pastoreo o de cosecha, especie y variedad de las pasturas grado de contaminación y la fracción botánica (Adesogan *et al.*, 2000). Según Jarillo-Rodríguez *et al.* (2011), la época del año es el principal factor que afecta la calidad nutritiva del forraje, sobre todo en la temporada de lluvias, debido a la alta producción de forraje y al aumento en el contenido de pared celular, con lo que disminuye el contenido de proteína y la digestibilidad de la pared celular.

Por otro lado, la región noreste del estado de Chiapas se caracteriza por tener tres épocas en el año bien definidas que son la época de "nortes" (octubre-enero), la época de lluvias (junio a septiembre), y la época seca (febrero a mayo), siendo esta última la más crítica, caracterizada por la escasez de forraje que conlleva a una disminución de la producción de leche y de la condición corporal de los animales, agravados por la falta de manejo rotacional de los potreros. De acuerdo con Gray *et al.* (1987), el conocimiento de la distribución de la producción y la calidad de los forrajes durante el año, es una herramienta para planear su utilización.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la producción de forraje y la tasa de crecimiento de los forrajes estudiados en un sistema de producción de bovinos doble propósito en pastoreo para detectar las épocas críticas y las limitantes en cuanto a la cantidad del forraje ofrecido y proponer medidas correctivas.

Introduction

The plant growth is directly affected by genotype and environmental conditions in which management factors are included. Environmental factors such as light, CO₂, minerals, water and temperature affect processes of photosynthesis, nutrient uptake and plant growth determining productivity (Nurjaya and Tow, 2001).

The growth rate of any forage species is more sensitive to environmental temperature, compared to the rate of photosynthesis and respiration, this is because the ambient temperature is involved in the development and expansion of the leaf blade, appearance and death of stems and stolons, and root growth so the forage species achieve their highest biomass production when they meet their optimal temperature ranges (McKenzie *et al.*, 1999). In addition, the chemical composition of forages varies with age physiological time grazing or harvesting, species and variety of pastures degree of contamination and botany fraction (Adesogan *et al.*, 2000). According Jarillo-Rodríguez *et al.* (2011), the time of year is the main factor affecting the nutritional quality forage, especially in the rainy season due to high forage production and increased content of cell wall, thus reducing the protein content and digestibility of cell wall.

On the other hand, the northeastern region of the state of Chiapas is characterized by three times in the well-defined year is the time to "norths" (october to january), the rainy season (june to september), and the dry season (february to may), the latter being the most critical, characterized by a shortage of fodder which leads to a decrease in milk production and body condition of the animals, aggravated by the lack of rotational pasture management. According to Gray *et al.* (1987), knowledge of the distribution of production and quality of forage during the year, is a tool to plan utilization.

Therefore, the objective of this research was to determine forage production and the rate of growth of forages studied in a system of production of dual purpose cattle grazing to detect critical times and limitations as to the amount of forage offered and propose corrective measures.

Materiales y métodos

Localización y características del área de estudio

El trabajo se realizó de octubre de 2012 a septiembre de 2013 en cinco ranchos ganaderos con un sistema de producción de bovinos doble propósito en pastoreo, situados en el ejido Punta Arena, Municipio de Catazajá, Chiapas, México. Esta comunidad está ubicada entre las coordenadas 17° 46' 50" latitud norte con 92° 06' 50" longitud oeste y 17° 43' 13" latitud norte con 92° 01' 03" longitud oeste, con clima cálido húmedo con lluvias todo el año (Af) (57.41%) y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Aw) (42.59%), con precipitación promedio anual de 2 600 mm (Tamayo, 1985) y temperatura media anual de 26 °C (INEGI, 2009), con alturas que van de 9 a 10 msnm. La región se caracteriza por tener tres épocas en el año bien definidas similares a las descritas por Escobedo (1989) que son la época de "nortes" (octubre- enero) con bajas temperaturas y cielo nublado, la época de lluvias de moderadas a intensas (junio a septiembre), y la época seca (febrero a mayo) con falta de humedad, mayor irradiación solar y temperaturas elevadas. Los forrajes predominantes en los potreros son: *Paspalum notatum* (ranchos 1, 3 y 4), *Brachiaria humidicola* (Rancho 2), *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria híbrida* (Rancho 5).

Obtención de muestras

Se tomaron muestras de forraje mensualmente, de octubre de 2012 a septiembre de 2013. Para estimar la acumulación del forraje cada 30 días, se colocaron jaulas de exclusión considerando el procedimiento propuesto por Mannetje y Jones (2000). Se utilizaron 30 jaulas de exclusión de 0.5 m de ancho x 1 m de largo x 1 m de alto hechas con varilla corrugada de media pulgada de grosor recubierta de una malla metálica. La ubicación de las jaulas consideró la variación de la altura del forraje seleccionando tres estratos: bajo, medio y alto, colocando aleatoriamente dos jaulas de exclusión por cada estrato, para un total de seis jaulas por cada rancho ganadero. En el mes de septiembre de 2012 (30 días antes de comenzar el muestreo), se cortó el forraje en el área de la jaula de exclusión a una altura de 2 a 3 cm del suelo (Pérez-Prieto y Deleгарde, 2012). Las muestras de forraje se tomaron utilizando un cuadrante de 0.25 m² dentro de la jaula. Primero, dentro del cuadrante se hicieron 20 mediciones de altura del forraje, posteriormente, se cortó el forraje a la misma altura (de 2 a 3 cm del suelo), después se cortó

Materials and methods

Location and characteristics of the study area

The work was done from October 2012 to September 2013 in five cattle ranches with cattle production system in grazing dual purpose, located in the common Punta Arena, Catazajá Municipality, Chiapas, Mexico. This community is located between the coordinates 17° 46' 50" north latitude 92° 06' 50" west longitude and 17° 43' 13" north latitude 92° 01' 03" west longitude, with warm humid climate with rain all year (Af) (57.41%) and warm humid with abundant summer rains (Aw) (42.59%), with average annual rainfall of 2 600 mm (Tamayo, 1985) and annual average temperature of 26° C (INEGI, 2009), with heights ranging from 9 to 10 meters. The region is characterized by three times similar to those described by Escobedo (1989) are the days of "norths" (October- January) at low temperatures and cloudy sky well defined year, the rainy season moderate to severe (June to September), and the dry season (February to May) with lack of moisture, increasing sunlight and high temperatures. The predominant forage in pastures are: *Paspalum notatum* (ranches 1, 3 and 4), *Brachiaria humidicola* (ranch 2), *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria híbrida* (ranch 5).

Sampling

Forage samples were taken monthly from October 2012 to September 2013. To estimate the accumulation of forage every 30 days, exclusion cages were placed considering the proposed Mannetje and Jones (2000) procedure. The 30 exclusion cages 0.5 m wide x 1 m long x 1 m high made of rebar half an inch thick covered with a metal mesh used. The location of the cages considered the height variation forage selecting three layers: low, medium and high, randomly placing two cages exclusion each stratum, for a total of six cages per cattle ranch. In September 2012 (30 days before sampling), he cuts forage in the area of the cage exclusion at a height of 2 to 3 cm from the floor (Pérez-Prieto and Deleгарde, 2012). The forage samples were taken using a quadrant of 0.25 m² within the cage. First, within the quadrant 20 measurements forage height became subsequently forage at the same height (2 to 3 cm of soil) was cut, then the remaining at the same height fodder cut in and around the area exclusion cage to avoid interference from adjacent forage sunlight.

The forage samples were placed in paper bag and were weighed on a digital scale. Subsequently, the collected fodder was dried in a forced air oven at 65 °C for 48 h; dry forage

el forraje restante a la misma altura dentro y alrededor del área de la jaula de exclusión para evitar interferencia de luz solar del forraje adyacente.

Las muestras de forraje fueron colocadas en bolsa de papel y fueron pesadas en una báscula digital. Posteriormente, el forraje colectado fue secado en una estufa de aire forzado a 65 °C durante 48 h; las muestras secas de forraje se pesaron para determinar el peso seco de cada muestra. Adicionalmente, durante el año se tomaron los datos de precipitación pluvial (PP) y temperatura (T°) de la estación meteorológica ubicada en la ciudad de Catazajá, Chiapas a cargo del departamento de Protección Civil Municipal.

Variables analizadas

Acumulación mensual y anual del forraje

La acumulación mensual de forraje se calculó determinando el peso seco acumulado (PSA) del forraje y se estimó pesando mensualmente la materia seca (MS) acumulada en las jaulas de exclusión, mientras la acumulación anual de forraje se estimó determinando la producción anual de materia seca (PAMS) y se estimó sumando la materia seca mensual. Ambos se expresan en kg MS ha⁻¹.

Tasa de crecimiento del forraje

La tasa de crecimiento (TC) del forraje (Chapman y Lemaire, 1993) se calculó con base en la cantidad de materia seca del forraje acumulada en las jaulas de exclusión, dividida entre el intervalo de corte del forraje, y se expresa en kg MS ha⁻¹ d⁻¹.

$$TC = PSA/t$$

Donde: TC= tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); PSA= peso seco acumulado del forraje; t= días de intervalo entre cortes.

Análisis estadísticos

Los datos de ALT, PSA, TC y PAMS se analizaron mediante el modelo lineal general (GLM) del programa SAS (2004) para un diseño completamente al azar. El modelo estadístico para los datos de ALT, PSA y TC, consideró los efectos de rancho (R_i) [1, 2, 3, 4, 5], mes del año (M_j) [octubre, noviembre...septiembre], época del año (E_k) [nortes, secas, lluvias], especie forrajera (S_i) [*B. brizantha*, *B. humidicola*, *B. híbrido*, *P. notatum*] y las interacciones (R*M_{ij}), (R*E_{ik}), (R*S_{il}), (M*S_{jl}) y (E*S_{ks}). Los datos de PAMS solo se

samples were weighed to determine the dry weight of each sample. Additionally, during the year the rainfall data (PP) and temperature (T°) of the weather station located in the city of Catazajá, Chiapas by the Municipal Civil Protection Department were taken.

Variables analyzed

Monthly and annual accumulation forage

The monthly forage accumulation was calculated by determining the cumulative (PSA) forage dry weight and was estimated to weigh monthly dry matter (MS) accumulated in the exclusion cages, while the annual forage accumulation was estimated by determining the annual production of dry matter (PAMS) and monthly it estimated by adding the dry matter. Both are expressed in kg MS ha⁻¹.

Forage growth rate

The growth rate (TC) forage (Chapman and Lemaire, 1993) was calculated based on the amount of dry matter accumulated forage in the exclusion cages divided by the cutting range forage, and is expressed in kg MS ha⁻¹ d⁻¹.

$$TC = PSA/t$$

Where: TC= growth rate (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); PSA= accumulated forage dry weight; t= days between cuts.

Statistical analysis

The ALT, PSA, TC and PAMS data were analyzed using the general linear model (GLM) of the SAS program (2004) for a completely randomized design. The statistical model for data ALT, PSA and TC, considered the effects ranch (R_i) [1, 2, 3, 4, 5], month of the year (M_j) [October, November... September], time of year (E_k) [norths, dry, rains], forage species (S_i) [*B. brizantha*, *B. humidicola*, *B. híbrido*, *P. notatum*] and interactions interacciones (R*M_{ij}), (R*E_{ik}), (R*S_{il}), (M*S_{jl}) y (E*S_{ks}). The PAMS data only used for comparison between ranches. Tukey test (Steel *et al.*, 1997) was used to compare treatment means.

Results and discussion

Monthly forage accumulation

There was effect ($p \leq 0.05$) of the interaction ranch*month of the year, ranch*season and forage species*month of the year ALT and PSA forage. For a better view of the

utilizaron para la comparación entre ranchos. Se utilizó la prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997) para la comparación de medias de tratamientos.

Resultados y discusión

Acumulación mensual de forraje

Hubo efecto ($p \leq 0.05$) de la interacción rancho*mes del año, rancho*época del año y especie forrajera*mes del año en ALT y PSA del forraje. Para una mejor observación del comportamiento productivo de los forrajes estudiados, en la Figura 1 se presenta la precipitación pluvial (PP), temperatura (T°), ALT y PSA a través del año en la zona de estudio. Como se observa, la mayor altura y producción de forraje corresponde a los meses con mayor PP (junio a septiembre) y seguido de la época de nortes (octubre a enero), mientras la menor producción corresponde a la época seca (febrero a mayo), cuando T° es mayor y PP es menor.

La interacción rancho*mes del año en ALT se debió a que fue diferente ($p \leq 0.05$) en todos los ranchos en el mes de agosto siendo mayor en el Rancho 2 (55.05 cm), seguido de los ranchos 4, 5, 3 y 1 con 37.55, 34.23, 27.98 y 22.33 cm, respectivamente; mientras en el mes de septiembre los ranchos 2, 4 y 5 con 19.93, 19.05, y 17.72 cm, respectivamente, tuvieron mayor ALT en sus forrajes respecto a los ranchos 1 y 3 con 14.63 y 15.87 cm, respectivamente. La Figura 2 compara ALT y PSA en los ranchos evaluados a través de los meses del año.

production behavior of forages studied, in Figure 1 rainfall (PP), temperature (T°), ALT and PSA are presented throughout the year in the study area. As shown, the higher and forage production corresponds to the months with the highest PP (june to september) and followed by the windy season (october to january), while lower production corresponds to the dry season (february to may) when T° is greater and PP is lower.

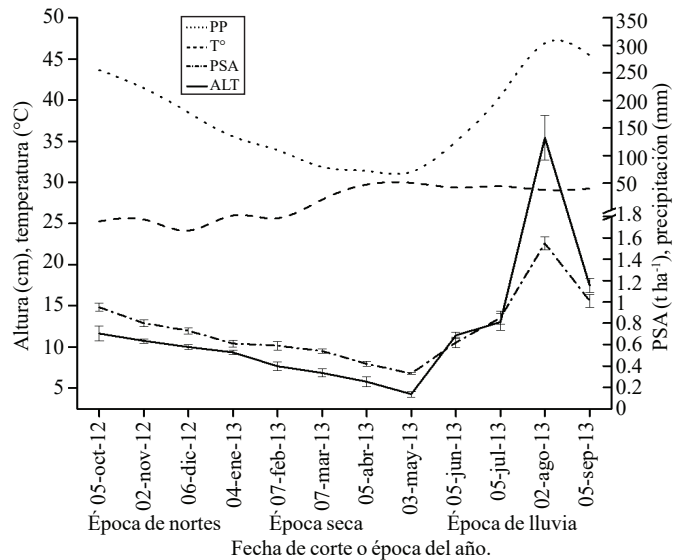


Figura 1. Precipitación pluvial (PP), temperatura (T°), peso seco acumulado (PSA; $n = 720$) y altura (ALT; $n = 7200$) del forraje durante el año en condiciones de Trópico Húmedo en el sureste de México.

Figure 1. Rainfall (PP), temperature (T°), accumulated dry weight (PSA; $n = 720$) and height (ALT; $n = 7200$) of forage during the year in Humid Tropical conditions in southeastern Mexico.

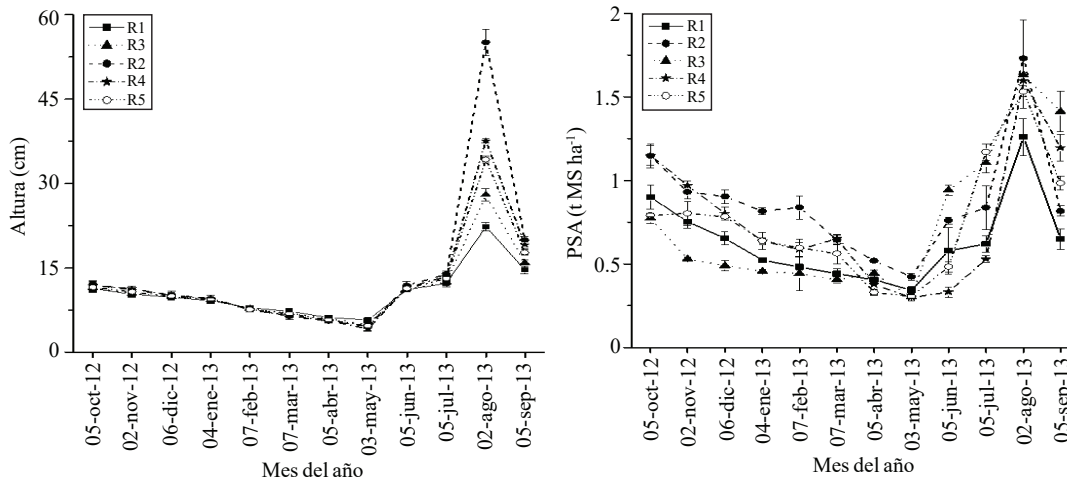


Figura 2. Altura (ALT; $n = 7200$) y peso seco acumulado (PSA; $n = 720$) del forraje durante el año en condiciones de Trópico Húmedo en el sureste de México.

Figure 2. Height (ALT; $n = 7200$) and cumulative (PSA; $n = 720$) dry weight of forage during the year in Humid Tropical conditions in southeastern Mexico.

La interacción rancho*mes del año de PSA, se debió a que en octubre hubo mayor PSA en los forrajes de los ranchos 2 y 4 (1.15 y 1.15 t MS ha⁻¹), cuando el PSA en los ranchos 1, 3 y 5 (0.90, 0.77 y 0.79 t MS ha⁻¹) fueron menores; mientras en noviembre los ranchos 2 y 4 (0.93 y 0.97 t MS ha⁻¹) tuvieron mayor PSA que el resto de los ranchos; sin embargo, el Rancho 2 tuvo mayor PSA que los demás ranchos en diciembre, enero, febrero, abril y mayo con 0.90, 0.82, 0.84 0.52 y 0.42 t MS ha⁻¹, respectivamente; en marzo la interacción se debió a que PSA en los ranchos 1 y 3 (0.44 y 0.41 ton MS ha⁻¹) fue menor comparado con los otros ranchos; sin embargo, el Rancho 4 tuvo mayor PSA en junio y julio (0.33 y 0.53 t MS ha⁻¹) que los demás ranchos; en agosto la interacción se debió a que el Rancho 1 (1.26 t MS ha⁻¹) tuvo menor PSA que el resto de los ranchos, mientras en septiembre todos los ranchos tuvieron diferente PSA con 0.65, 0.82, 1.41, 1.20 y 0.98 para los ranchos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos considerar que ALT y PSA fueron altos en los meses de junio, julio, agosto y septiembre (época de lluvias), intermedios en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero (época de nortes) y bajos en los meses de febrero, marzo, abril y mayo (época seca). Esto se debe a que durante los meses de junio julio, agosto y septiembre las temperaturas y humedad disponibles fueron mayores.

Arteaga (2014) también reporta mayor PSA de junio a septiembre con un comportamiento similar de la estacionalidad en la producción de forraje en el trópico subhúmedo de Puebla. Algunos estudios han correlacionado positivamente el nivel de precipitación con la altura y la producción de materia seca de los forrajes (Ramírez *et al.*, 2009), ya que los pastos tropicales dependen del balance entre la tasa fotosintética y la tasa de respiración de la planta para la acumulación de materia seca (Taiz y Zeiger, 2002).

La interacción rancho*época en ALT se debió a la diferencia entre los ranchos en la época de lluvias, así, el Rancho 2 (25.18 cm) tuvo mayor ALT comparado con el Rancho 1, 3, 4 y 5 (15.08, 16.89, 20.38 y 19.11 cm), mientras en la época de nortes y secas ALT fue similar en todos los ranchos. Como se observa en la Figura 3, los forrajes crecen más en la época de lluvias, seguida de la época de nortes, alcanzando la menor altura en la época seca.

The interaction ranch * month of the year in ALT was because it was different ($p \leq 0.05$) in all ranches in august was higher in ranch 2 (55.05 cm), followed by ranches 4, 5, 3 and 1 with 37.55, 34.23, 27.98 and 22.33 cm, respectively; while in september ranches 2, 4 and 5, 19.93, 19.05, and 17.72 cm, respectively, had higher ALT in their fodder regarding ranches 1 and 3 with 14.63 and 15.87 cm, respectively. The Figure 2 compares ALT and PSA assessed on ranches throughout the months of the year.

The interaction ranch*month of the year of PSA was because there was a higher PSA in october fodder ranches 2 and 4 (1.15 and 1.15 t ha⁻¹) when the PSA on ranches 1, 3 and 5 (0.90, 0.77 and 0.79 t MS ha⁻¹) were lower; while in november ranches 2 and 4 (0.93 and 0.97 t MS ha⁻¹) had higher PSA than the rest of the ranches; however, the ranch 2 had higher PSA than other ranches in December, January, February, April and May with 0.90, 0.82, 0.52 and 0.42 0.84 t ha⁻¹, respectively; in march interaction was due to PSA on ranches 1 and 3 (0.44 and 0.41 ton MS ha⁻¹) was lower compared to the other ranches; however, the ranch 4 had higher PSA in June and July (0.33 and 0.53 t ha⁻¹) than the other ranches; in august the interaction was because the ranch 1 (1.26 t MS ha⁻¹) had lower PSA than the rest of the ranches, while in September all ranches had different PSA with 0.65, 0.82, 1.41, 1.20 and 0.98 for ranches 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. According to the results, we can consider that ALT and PSA were higher in the months of June, July, August and September (rainy season), intermediate in the months of October, November, December and January (windy season) and low in the months of February, March, April and May (dry season). This is because during the months of June, July, August and September temperatures and higher humidity were available.

Arteaga (2014) also reported higher PSA from june to september with a similar pattern of seasonality in forage production in the humid tropics of Puebla. Some studies have positively correlated the level of precipitation height and dry matter production of forage (Ramírez *et al.*, 2009) as tropical grasses depend on the balance between photosynthetic rate and respiration rate of the plant for the accumulation of dry matter (Taiz and Zeiger, 2002).

The ranch*time interaction ALT was due to the difference between the ranches in the rainy season, so the ranch 2 (25.18 cm) had higher ALT compared to ranch 1, 3, 4 and 5 (15.08,

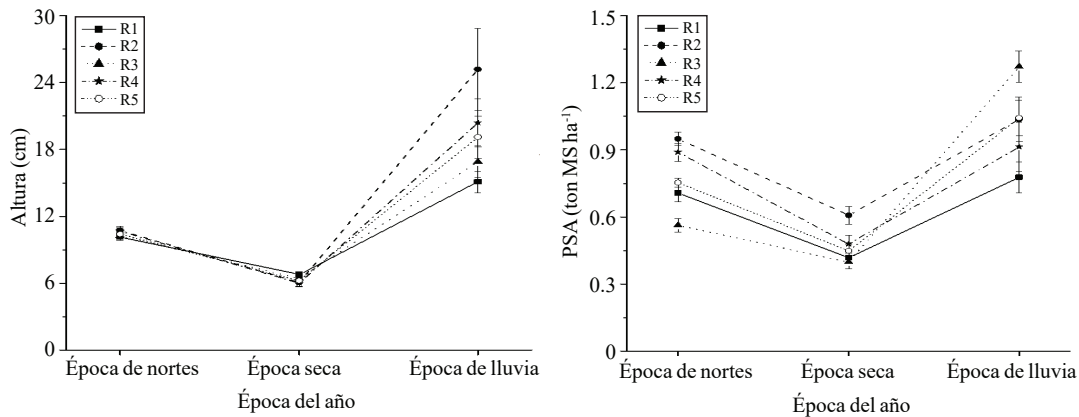


Figura 3. Altura (ALT) y peso seco acumulado (PSA) de forrajes de cinco ranchos en tres épocas del año en condiciones de Trópico Húmedo en el sureste de México.

Figure 3. Height (ALT) and cumulative (PSA) Forage five ranches in three seasons in Humid Tropical conditions in southeastern Mexico dry weight.

Los forrajes en la época de lluvias (19.33 cm) tuvieron 82% más ALT que en la época de nortes (10.44 cm) y 121% más ALT que la época y secas (6.30 cm), respectivamente. Según Castillo *et al.* (2009) mencionan que la altura de la pradera, presenta una relación positiva con el forraje presente, concluyendo que se puede estimar con confiabilidad la materia seca presente a partir de la altura estimada antes del pastoreo. Hodgson (1990) menciona que la altura de la pradera, aunada a la densidad de forraje, determina la cantidad de forraje que se produce, mientras que la diversidad de las especies determina la calidad de la materia seca disponible.

La interacción rancho*época en PSA se debió a que el Rancho 2 tuvo mayor PSA ($p < 0.05$) durante la época de nortes comparado con las praderas de los ranchos 1, 3, 4 y 5 (0.95 vs 0.71, 0.56, 0.89 y 0.75 t ha⁻¹), representando el 34, 69, 7, y 26% más PSA, respectivamente. También en la época seca, el Rancho 2 tuvo mayor producción de forraje seco ($p < 0.05$) comparado los ranchos 1, 3, 4 y 5 (0.61 vs 0.42, 0.40, 0.48 y 0.45 t ha⁻¹, respectivamente), lo que representa el 45, 52, 27 y 35% más, respectivamente. Mientras, en la época de lluvias, el Rancho 3 tuvo mayor PSA ($p < 0.05$) comparado con los ranchos 1, 3, 4 y 5 (1.27 vs 0.78, 1.04, 0.91, 3.66 y 1.04 t ha⁻¹, respectivamente) lo que representa el 64, 23, 39 y 22% más, respectivamente. De este modo, las diferencias entre los ranchos en cada época del año en la producción de forraje (ALT y PSA) pueden atribuirse a las condiciones de precipitación, temperatura de la época del año y manejo de las praderas en cada rancho. Por ejemplo, el Rancho 2 tuvo mayor PSA comparado con las praderas de los ranchos 1, 3, 4 y 5 con (0.87 vs 0.63, 0.74, 0.76, 0.75 ton ha⁻¹, respectivamente), lo que representa que PSA en

16.89, 20.38 and 19.11 cm), while in the rainy and dry ALT were similar in all ranches. As shown in Figure 3, forages grow more in the rainy season, followed by the windy season, reaching the lowest level in the dry season.

The forages in the rainy season (19.33 cm) had 82% higher ALT in the windy season (10.44 cm) and 121% more than the time ALT and dry (6.30 cm), respectively. According to Castillo *et al.* (2009) mention that the height of the prairie, has a positive relationship with this fodder, concluding that can be estimated reliably dry matter present from the estimated height before grazing. Hodgson (1990) mentions that the height of the prairie, coupled forage density determines the amount of forage produced, while the diversity of species determines the quality of the dry matter available.

The ranch*time interaction PSA was because the ranch 2 had higher PSA ($p < 0.05$) during the windy season compared to prairie ranches 1, 3, 4 and 5 (0.95 vs 0.71, 0.56, 0.89 and 0.75 t ha⁻¹), representing 34, 69, 7, and 26% PSA, respectively. Also in the dry season, the ranch 2 had increased production of dry forage ($p < 0.05$) compared ranches 1, 3, 4 and 5 (0.61 vs 0.42, 0.40, 0.48 and 0.45 t ha⁻¹, respectively), which it represents 45, 52, 27 and 35%, respectively. Meanwhile, in the rainy season, the ranch 3 had higher PSA ($p < 0.05$) compared to ranches 1, 3, 4 and 5 (1.27 vs 0.78, 1.04, 0.91, 3.66 and 1.04 t ha⁻¹, respectively) is representing 64, 23, 39 and 22%, respectively. Thus, the differences between ranches in each season in forage production (ALT and PSA) can be attributed to the conditions of precipitation, temperature of the season and pasture management at each ranch. For

el Rancho 2 fue de 36, 16, 14 y 16% más, los 1, 3, 4 y 5, respectivamente, debido a que este rancho tiene registro de fertilizaciones a las praderas de manera periódica.

Por otro lado, la media de PSA anual de forraje fue de 9.00 t ha⁻¹, del cual, en los meses de la época de lluvias se produjo el 45% (4.03 kg ha⁻¹), en los meses de la época de nortes el 34% (3.09 kg ha⁻¹) y en los meses de la época seca el 21% (1.88 kg ha⁻¹). Lo que significa que en la época de lluvias se produjo 30 y 115% más PSA que en la época de nortes y secas, respectivamente. Arteaga (2014) reportó PSA anual mayor a este estudio de 9.331 kg ha⁻¹, del cual, en la época de lluvias se produjo 53% (4.975 kg ha⁻¹), en la época de nortes el 26% (2.388 kg ha⁻¹) y en la época seca 21% (1.968 kg ha⁻¹). Aunque este autor reporta mayor PSA, el comportamiento estacional de la producción de forraje es similar al de este estudio. De acuerdo a Villarreal-Castro (1994); Velasco *et al.* (2001) la materia seca se incrementa conforme avanza la edad o crecimiento de la planta, siendo mayor la producción de materia seca de las especies tropicales cuando se registra la máxima precipitación pluvial.

Así, la mayor producción de materia seca en la época de lluvias respecto a la época de nortes y secas, puede atribuirse a las lluvias observadas en ese periodo permitiendo una mayor humedad del suelo. En el caso de la época seca, las bajas producciones de MS pueden deberse al estrés por sequía y calor lo que provoca un estrés oxidativo puede conducir a la inhibición de los procesos de fotosíntesis y respiración y, por tanto, el crecimiento de la planta (Jagtap y Bhargava, 1995; Dat *et al.*, 1998), ya que la época seca presentó mayor temperatura y menor precipitación pluvial.

La interacción especie forrajera*mes del año en ALT ocurre en el mes de agosto cuando *B. humidicola* (43.87 cm) presenta mayor altura que *B. brizantha* (33.03 cm), *B. híbrida* (35.43 cm) y *P. notatum* (30.84 cm), mientras que en el resto de los meses la altura entre las especies forrajeras son similares. La Figura 4 compara la altura y la producción de materia seca de cuatro especies forrajeras a través de año.

La interacción especie forrajera*mes del año en PSA se debió a que *B. humidicola* tuvo mayor PSA en octubre, abril y mayo (1.07, 0.48 y 0.41 t MS ha⁻¹) que el resto de las especies, mientras *P. notatum* tuvo menor PSA en diciembre y febrero (0.65 y 0.50 t MS ha⁻¹) comparado con el resto de las especies forrajeras; en julio *B. híbrida* tuvo mayor PSA (1.26 t MS ha⁻¹), pero en septiembre *P. notatum* (1.16 t MS ha⁻¹) tuvo mayor PSA que las demás especies. Así, la altura y PSA de las especies

example, the ranch 2 had higher PSA compared to prairie ranches 1, 3, 4 and 5 (0.87 vs 0.63, 0.74, 0.76, 0.75 t ha⁻¹, respectively), representing PSA at the ranch 2 was 36, 16, 14 and 16%, 1, 3, 4 and 5, respectively, because this ranch has records of all fertilizer to pastures periodically.

On the other hand, the average annual PSA forage was 9.00 t ha⁻¹, which, in the months of the rainy season occurred 45% (4.03 kg ha⁻¹), in the months of the season norths 34% (3.09 kg ha⁻¹) and in the months of the dry season 21% (1.88 kg ha⁻¹). Which means that in the rainy season produced 30 and 115% more PSA than in the windy season and dry, respectively. Arteaga (2014) reported higher annual PSA study of 9 331 kg ha⁻¹, which, in the rainy season there was 53% (4 975 kg ha⁻¹), in the windy season 26% (2 388 kg ha⁻¹) in the dry season and 21% (1 968 kg ha⁻¹). Although this author reported higher PSA, the seasonal behavior of forage production is similar to this study. According to Villarreal-Castro (1994); Velasco *et al.* (2001) dry matter increases as age or plant growth progresses, with a higher dry matter production of tropical species when the maximum rainfall is recorded.

Thus, the increased production of dry matter in the rainy season compared to the windy season and dry, it can be attributed to the rains observed in that period allowing greater soil moisture. For the dry season, low yields of MS may be due to drought and heat causing an oxidative stress can lead to inhibition of processes photosynthesis and respiration and thus the plant growth (Jagtap and Bhargava, 1995; Dat *et al.*, 1998), as the dry season showed higher temperatures and lower rainfall.

The interaction species forager*month of the year in ALT occurs in august when *B. humidicola* (43.87 cm) presents higher than *B. brizantha* (33.03 cm), *B. híbrida* (35.43 cm) and *P. notatum* (30.84 cm), while in the remaining months height between grass species they are similar. Figure 4 compares the height and dry matter production of four forage species through the year.

The interaction species forage*month of the year in PSA was because *B. humidicola* had higher PSA in october, april and may (1.07, 0.48 and 0.41 t ha⁻¹) than the rest of the species, while *P. notatum* had lower PSA in december and february (0.65 and 0.50 t ha⁻¹) compared to the rest of forage species; *B. híbrida* in july had increased PSA (1.26 t ha⁻¹), but in september *P. notatum* (1.16 t ha⁻¹) had PSA greater than other species. Thus, the height and PSA of the evaluated forages

forrajeras evaluadas son mayores en los meses de la época seca (junio, julio, agosto y septiembre), seguidas de los meses de la época de nortes (octubre, noviembre, diciembre y enero), y menores en los meses de la época seca (febrero, marzo, abril y mayo). De acuerdo a Juárez (2005) estos cambios productivos en la producción de forraje de estos pastos muestran el efecto del medio, ya que un mismo pasto modifica su producción al pasar de una condición ambiental a otra como en el caso de la época del año y la fertilización (Figura 4).

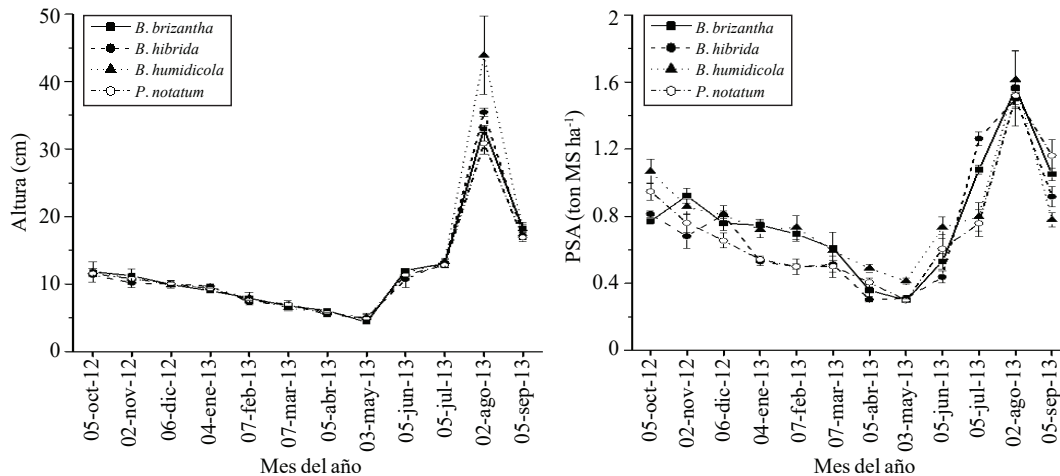


Figura 4. Altura (ALT) y peso seco acumulado (PSA) de cuatro especies forrajeras de cinco ranchos a través del año en condiciones de Trópico Húmedo en el sureste de México.

Figure 4. Height (ALT) and cumulative (PSA) of four forage species five ranches throughout the year in Humid Tropical conditions in southeastern Mexico dry weight.

Por otro lado, la producción media de PSA de *B. humidicola*, *B. hybrida*, *B. humidicola* y *P. notatum* fueron de 0.78, 0.80, 0.71, y 0.72 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados son menores con lo reportado por Juárez *et al.* (2004) quien presenta una producción de 2.75 t ha⁻¹ para *B. humidicola* y de 1.55 t ha⁻¹ para *P. notatum*. Sin embargo, el PSA de *B. humidicola*, fue similar a lo reportado por Peters *et al.* (2003) quien obtuvo rendimientos de 0.67 a 0.83 t MS ha⁻¹ para esta especie. Respecto la menor cantidad de MS seca producida en el Rancho 5 (*Brachiaria hybrida* y *Brachiaria brizantha*), respecto al Rancho 2, pueden deberse a las condiciones nutrimentales del suelo ya que en este rancho no se tiene registro de fertilizaciones anteriores.

Tasa de crecimiento y producción anual de MS

Hubo efecto ($p \leq 0.05$) de las interacciones rancho*mes del año, rancho*época del año y especie*mes del año para TC del forraje. El Cuadro 1 compara la TC de los forrajes de manera mensual y la PAMS de los cinco ranchos evaluados. La TC fue diferente ($p \leq 0.0001$) entre los meses del año en

are higher in the months of the dry season (June, July, August and September), followed by the months of the windy season (October, November, December and January), and lower in the months of the dry season (February, March, April and May). According to Juárez (2005) these production changes in forage production of these grasses show the effect of the medium as a single grass modifies its production going from an environmental condition to another as in the case of the season and fertilization (Figure 4).

On the other hand, the average production of PSA of *B. humidicola*, *B. hybrida*, *B. humidicola* and *P. notatum* were 0.78, 0.80, 0.71, and 0.72 kg DM ha⁻¹, respectively. These results are lower with those reported by Juárez *et al.* (2004) who presents a production of 2.75 t ha⁻¹ for *B. humidicola* and 1.55 t ha⁻¹ for *P. notatum*. However, the PSA of *B. humidicola* was similar to that reported by Peters *et al.* (2003) who obtained yields of 0.67 to 0.83 t ha⁻¹ for this species. Regarding the least amount of dry MS produced in ranch 5 (*Brachiaria hybrida* and *Brachiaria brizantha*), compared to ranch 2 may be due to nutritional soil conditions as this ranch is no record of previous fertilizations.

Annual growth rate and production of MS

There was effect ($p \leq 0.05$) of the interactions ranch*month of the year, ranch*season and species*month of the year for TC for forage. The Table 1 compares the TC fodder monthly basis and PAMS five ranches evaluated. The TC was different ($p \leq 0.0001$) between the months of the year in

todos los ranchos estudiados, excepto en el mes de agosto cuando todos los ranchos tienen TC similares ($p \geq 0.05$). También la PAMS fue diferente ($p \leq 0.007$) entre los ranchos.

all the ranches studied except in august when all the ranches have similar TC ($p \geq 0.05$). Also PAMS was different ($p \leq 0.007$) between ranches.

Cuadro 1. Tasa de crecimiento mensual (kg de MS d⁻¹) y producción anual de materia seca (kg ha⁻¹) de forrajes en cinco ranchos del sureste de México.

Table 1. Monthly growth rate (kg de MS d⁻¹) and annual production of dry matter (kg ha⁻¹) of fodder in five ranches in southeastern Mexico.

Fecha de corte	Rancho					EEM*	Pr>F
	1	2	3	4	5		
05-oct.-12	31.3 ^b	39.8 ^a	26.8 ^b	39.8 ^a	27.4 ^b	1.49	<.0001
02-nov.-12	26 ^b	32.4 ^a	18.2 ^c	33.5 ^a	27.9 ^{ab}	1.81	<.0001
06-dic.-12	22.7 ^b	31.6 ^a	17 ^c	27.8 ^{ab}	27.1 ^{ab}	1.31	<.0001
04-ene.-13	18 ^{cd}	28.1 ^a	15.8 ^d	21.9 ^{bc}	22.1 ^b	0.96	<.0001
07-feb.-13	16.6 ^b	29 ^a	15.2 ^b	20.3 ^{ab}	20.5 ^{ab}	2.21	<.0001
07-mar.-13	15.2 ^b	22.2 ^a	13.9 ^c	22.4 ^a	19.4 ^{ab}	1.21	<.0001
05-abr.-13	14 ^{ab}	18 ^a	15.3 ^{ab}	12.9 ^b	11.4 ^b	1.12	<.0001
03-may.-13	11.8 ^b	14.6 ^a	10.4 ^b	10.3 ^b	10.5 ^b	0.65	<.0001
05-jun.-13	20.1 ^b	26.2 ^{ab}	33 ^a	11.4 ^c	16.6 ^{bc}	2.41	<.0001
05-jul.-13	21.4 ^{cd}	29 ^{bc}	38.2 ^{ab}	18.3 ^d	40.4 ^a	2.4	<.0001
02-ago.-13	43.4 ^a	59.7 ^a	56.5 ^a	55.1 ^a	52.8 ^a	4.60	0.1617
05-sep.-13	22.5 ^d	28.3 ^{cd}	48.7 ^a	41.2 ^{ab}	34 ^{bc}	2.52	<.0001
PAMS**	7 627 ^b	10 400 ^a	8 952 ^{ab}	9 040 ^{ab}	8 988 ^{ab}	528	0.0087

^{abc}Medias en la misma fila sin una letra en común son diferentes ($p \leq 0.05$); *EEM= error estándar de la media; **PAMS= producción anual de materia seca.

Como se observa en la figura anterior, las mayores TC se dan en los meses correspondientes a la época de lluvias (de junio a septiembre) donde la disponibilidad de agua para las plantas, la cantidad de radiación solar incidente sobre la pradera y la temperatura ambiental son condiciones ambientales que no limitan el crecimiento de las plantas forrajeras (McKenzie *et al.*, 1999; Ramírez *et al.*, 2009; Cruz *et al.*, 2011). La mayor TC y PAMS en el Rancho 2 en la mayoría de los meses, puede justificarse por la fertilización con nitrógeno (N) en las praderas de este rancho para mejorar la productividad de los forrajes, ya que la aplicación de N mejora la tasa de crecimiento (Quero, 2007; Améndola *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2011).

La interacción rancho*época del año en TC de forraje se debió a que el Rancho 2 tuvo mayor TC ($p < 0.05$) en la época de nortes y época seca, comparado con las praderas de los demás ranchos. Sin embargo, en la época de lluvias, el Rancho 3 tuvo mayor producción de forraje ($p < 0.05$) comparado con los demás ranchos (Cuadro 2). Los forrajes en la época de lluvias tuvieron 30 y 115% más TC que en la época de nortes y secas, respectivamente. La menor TC en la época seca corresponde a la baja disponibilidad de agua para las plantas lo que limita su crecimiento. De acuerdo a Azcón-Bieto y Talón (2008), McKenzie *et al.* (1999) y

As shown in the figure above, the TC older are given in the corresponding months of the rainy season (june to september) where the availability of water for plants, the amount of solar radiation incident on the prairie and ambient temperature are environmental conditions that do not limit the growth of forage (McKenzie *et al.*, 1999; Ramírez *et al.*, 2009; Cruz *et al.*, 2011). Most TC and PAMS in ranch 2 in most months, can be justified by fertilization with nitrogen (N) in the grasslands of this ranch to improve productivity of forages, since the application of N improves the rate of growth (Quero, 2007; Améndola *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2011).

The interaction ranch*time of year of TC forage was because the ranch 2 had higher TC ($p < 0.05$) in the rainy and dry season, compared to the prairies of the other ranches. However, in the rainy season, the ranch 3 had higher forage production ($p < 0.05$) compared to other ranches (Table 2). Forages in the rainy season were 30 and 115% more TC than in the windy season and dry, respectively. TC lower in the dry season corresponds to the low availability of water for plants which limits their growth. According to Azcón-Bieto and Talón (2008), McKenzie *et al.* (1999) and Huerta (1997), the

Huerta (1997), la frecuencia y distribución de las lluvias, la cantidad de la radiación incidente sobre las praderas, la temperatura ambiental y nutrición de minerales son factores que afectan directamente la tasa de fotosíntesis.

frequency and distribution of rainfall, the amount of radiation incident on the prairies, ambient temperature and mineral nutrition are factors that directly affect the rate of photosynthesis.

Cuadro 2. Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) de forrajes en tres épocas del año en cinco ranchos del sureste de México. Table 2. Growth rate (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) of fodder in three seasons in five ranches in southeastern Mexico.

Época del año	Ranchos					EEM*	Pr>F
	1	2	3	4	5		
Época de nortes	24.49 ^c	32.98 ^a	19.43 ^d	30.73 ^{ab}	26.12 ^{bc}	3	<.0001
Época seca	14.38 ^b	20.94 ^a	13.7 ^b	16.49 ^b	15.49 ^b	8.7	0.0028
Época de lluvias	26.87 ^b	35.79 ^{ab}	44.09 ^a	31.49 ^b	35.93 ^{ab}	3.3	<.0001

^{abc}Medias en la misma fila sin una letra en común son diferentes ($p \leq 0.05$); *EEM= error estándar de la media.

La producción de biomasa se da mediante la transformación de la radiación en energía química (NADPH y ATP) que se utiliza para reducir el dióxido de carbono a sacarosa en el proceso enzimático del ciclo de Calvin (Salisbury y Ross, 1992). Este proceso ocurre en cada ciclo de crecimiento en una pradera, siempre regulado por las condiciones atmosféricas, originando cambios en la magnitud de la tasa de crecimientos según la cantidad de irradiación solar que incide en la parcela y la temperatura ambiental a la cual crecen las plantas (McKenzie *et al.*, 1999). La fotosíntesis es fuertemente influenciada por la humedad disponible, el nivel de fertilidad y propiedades físicas del suelo en la pradera (Matthew *et al.*, 2001; Moliterno, 2002). La interacción mes*especie forrajera se debió a que en el mes de enero *B. brizantha* presentó mayor TC ($p \geq 0.05$), comparado con el resto de las especies; en abril y mayo fue *B. humidicola* la especie con mayor TC; mientras en julio *B. híbrida* presentó mayor ($p \geq 0.05$) TC que las demás especies forrajeras (Cuadro 3).

Como se observa en el Cuadro 3, se presenta una marcada estacionalidad en TC de todas las especies, siendo en los meses con mayor precipitación pluvial (junio, julio, agosto y septiembre) cuando se presenta el mayor crecimiento de los forrajes. Otros ejemplos de la estacionalidad de la producción forrajera cuando los pastos pasan de la época de mínima precipitación a la época de máxima precipitación es lo encontrado por Ayala y Basulto (1992), donde el *Andropogon gayanus* incrementó su producción de MS de 2.26 a 11.34 t ha⁻¹, en *Brachiaria dictyoneura* de 1.99 a 10.99 t ha⁻¹, en *B. humidicola* de 1.91 a 7.81 ton ha⁻¹, en *B. decumbens* de 1.63 a 5.17 t ha⁻¹, en *B. ruziziensis* de 1.07 a 4.17 t ha⁻¹, en *P. maximum* de 1.24 a 5.21 t ha⁻¹, y en *Cynodon nlemfuensis* de 0.97 a 3.52 t ha⁻¹. De acuerdo a Juárez (2005), estos cambios en la producción de MS de forraje de estos pastos muestran el

The biomass production occurs by transforming chemical energy radiation (NADPH and ATP) used to reduce carbon dioxide to sucrose in the enzymatic process of the Calvin cycle (Salisbury and Ross, 1992). This process occurs in every cycle of growth in a meadow, always regulated by atmospheric conditions, causing changes in the magnitude of the rate of growth by the amount of solar radiation incident on the plot and the environmental temperature at which plants grow (McKenzie *et al.*, 1999). Photosynthesis is strongly influenced by the available moisture, the level of fertility and soil physical properties in the meadow (Matthew *et al.*, 2001; Moliterno, 2002). The interaction month*forage species was because in January *B. brizantha* presented higher TC ($p \geq 0.05$), compared with other species; in April and May was the species *B. humidicola* more TC; whereas in July *B. híbrida* showed higher ($p \geq 0.05$) TC other forage species (Table 3).

As shown in Table 3, a marked seasonality occurs in TC of all species and in the months with the highest rainfall (June, July, August and September) when the fastest growing fodder is presented. Other examples of the seasonality of forage production when the pastures pass the time of minimal rainfall to the time of maximum precipitation is found by Ayala and Basulto (1992), where the *Andropogon gayanus* increased its production of MS 2.26 to 11.34 t ha⁻¹, in *Brachiaria dictyoneura* 1.99 to 10.99 t ha⁻¹, in *B. humidicola* 1.91 to 7.81 t ha⁻¹, in *B. decumbens* 1.63 to 5.17 t ha⁻¹, in *B. ruziziensis* 1.07 to 4.17 t ha⁻¹, in *P. maximum* of 1.24 to 5.21 t ha⁻¹, and *Cynodon nlemfuensis* 0.97 to 3.52 t ha⁻¹. According to Juárez (2005), these changes in MS production of forage of these grasses show the effect of the environment,

efecto del medio ambiente, ya que un mismo pasto modifica su producción al pasar de una condición ambiental a otra como en el caso de la época del año y la fertilización.

because the same grass modifies its production going from an environmental condition to another as in the case of the time the year and fertilization.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) y producción anual de materia seca (kg ha⁻¹) de cuatro especies forrajeras en el sureste de México.

Table 3. Growth rate (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) and annual production of dry matter (kg ha⁻¹) four forage species in southeastern Mexico.

Fecha de corte	Especie forrajera				EEM*	Pr>F
	<i>B. brizantha</i>	<i>B. humidicola</i>	<i>B. híbrida</i>	<i>P. notatum</i>		
05-oct.-12	26.66 ^a	36.99 ^a	28.13 ^a	32.87 ^a	3.03	0.0753
02-nov.-12	32.28 ^a	29.69 ^a	23.46 ^a	26.23 ^a	2.91	0.2307
06-dic.-12	26.27 ^a	28.19 ^a	27.98 ^a	22.71 ^a	2.56	0.1184
04-ene.-13	25.85 ^a	24.83 ^{ab}	18.33 ^b	18.59 ^b	1.72	0.001
07-feb.-13	23.92 ^a	25.30 ^a	17.17 ^a	17.21 ^a	2.83	0.0211
07-mar.-13	21.08 ^a	20.43 ^a	17.76 ^a	17.24 ^a	2.04	0.2856
05-abr.-13	12.44 ^{ab}	16.87 ^a	10.44 ^b	13.95 ^{ab}	1.34	0.0106
03-may.-13	10.34 ^b	14.25 ^a	10.73 ^b	10.3 ^b	0.62	<.0001
05-jun.-13	18.18 ^a	25.34 ^a	14.96 ^a	21.09 ^a	4.29	0.3538
05-jul.-13	37.13 ^{ab}	27.58 ^{ab}	43.59 ^a	26.2 ^b	4.22	0.0217
02-ago.-13	53.89 ^a	55.65 ^a	51.65 ^a	52.46 ^a	5.71	0.9301
05-sep.-13	36.32 ^a	27.01 ^a	31.72 ^a	40.11 ^a	4.53	0.0311
PAMS**	9377 ^a	8577 ^a	9601 ^a	8651 ^a	330	0.0092

^{abc}Medias en la misma fila sin una letra en común son diferentes ($p \leq 0.05$); *EEM= error estándar de la media; **PAMS= Producción anual de materia seca.

En general, las Brachiarias de los ranchos 2 y 5 produjeron menos MS (9 185 kg ha⁻¹) que los 15 182 kg ha⁻¹ reportados por Arteaga (2014). Sin embargo, las gramas nativas en este estudio tuvieron una mayor producción anual de MS (8 651 kg ha⁻¹) que lo reportado por ese mismo autor (7 707 kg ha⁻¹).

In general, Brachiarias ranches 2 and 5 were fewer MS (9 185 kg ha⁻¹) than the 15 182 kg ha⁻¹ reported by Arteaga (2014). However, the native grasses in this study had a higher annual MS yield (8 651 kg ha⁻¹) than reported by the same author (7 707 kg ha⁻¹).

Conclusiones

La producción de forraje en el trópico húmedo mexicano es afectada por el mes y la época del año ya que los forrajes en los meses de la época de lluvias tuvieron 82 y 121% más altura que en la época de nortes y secas, respectivamente; asimismo, los forrajes en la época de lluvias tuvieron 30 y 115% más peso seco acumulado (PSA) y tasa de crecimiento (TC) que en la época de nortes y secas, respectivamente.

Conclusions

Forage production in the Mexican humid tropics is affected by the month and the season as fodder in the months of the rainy season were 82 and 121% more height than in the windy season and dry, respectively; also forages in the rainy season were 30 and 115% more dry weight accumulated (PSA) and growth rate (TC) in the windy season and dry, respectively.

End of the English version

Literatura citada

Adesogan, A. T.; Givens, D. I. and Owen, E. 2000. Measuring chemical composition and nutritive value in forages. *In*: Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research. Wallingford: CABI Publishing. UK. pp: 263-278.

Améndola-Massiotti, R.; Cach-Gómez, I.; Álvarez-Sánchez, E.; López-Cruz, I.; Burgueño-Ferreira, J.; Martínez-Hernández, P.; y Cristóbal-Acevedo, D. 2011. Balance de nitrógeno en maíz forrajero con diferente fertilización y fase de rotación con praderas. *Agrociencia*. 45(2):177-193.

- Arteaga, C. V. 2014. Estado nutricional del ganado y acumulación de forraje en una unidad de producción de becerros. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 91 p.
- Azcón-Bieto, J. y Talón, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2ª Ed. Interamericana-McGraw-Hill. 522 p.
- Castillo, E. G.; Valles, M. B. y Jarillo, R. J. 2009. Relación entre materia seca presente y altura en gramas nativas del trópico mexicano. *Técnica Pecuaria en México*. 47(1):79-92.
- Chapman, D. F. and Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In: International Grassland Congress*. 17:95-104.
- Cruz, H. A.; Hernández, G. A.; Enríquez, Q. J. F.; Gómez, V. A.; Ortega, J. E. y Maldonado, G. N. M. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria híbrida* 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2(4):429-443.
- Dat, J. F.; Lopez-Delgado, H.; Foyer, C. H. and Scott, I. M. 1998. Parallel changes in H₂O₂ and catalase during thermo tolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. *Plant Physiology*. 116:1351-1357.
- Escobedo, M. J. G. 1989. Estudios agronómicos y valor nutritivo del pasto Guinea (*Panicum maximum*) en la zona ganadera del Estado de Yucatán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 124 p.
- Gray, M. H.; Korte, C. J. and Christieson, W. M. 1987. Seasonal distribution of pasture production in New Zealand, XX. Waerengaokuri (Gisborne). *New Zealand Journal Experimental Agriculture*. 15:397-404.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing Management: Science into Practice*. Longman Group Ltd. United Kingdom. 203 p.
- INEGI. 2009. *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Catazajá, Chiapas. Clave geoestadística 07016. 9 p.
- Jagtap, V. and Bhargava, S. 1995. Variation in antioxidant metabolism of drought tolerant and drought susceptible varieties of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Exposed to high light, low water and high temperature stress. *Journal of Plant Physiology*. 145(1-2):195-197.
- Jarillo-Rodríguez, J.; Castillo-Gallegos, E.; Flores-Garrido, A. F.; Valles-de la Mora, B.; Ramírez, L.; Avilés, L.; Escobar-Hernández, R. and Ocaña-Zavaleta, E. 2011. Forage yield, quality and utilization efficiency on native pastures under different stocking rates and seasons of the year in the Mexican humid tropic. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13:417-427.
- Juárez, H. J. 2005. Estudio agrofisiológico y nutricional de la producción de materia seca y contenido de proteína en pastos tropicales. Tesis de Doctorado. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Cuba. 109 p.
- Juárez, H. J.; Bolaños-Aguilar, E. D. and Reinoso, P. M. 2004. Content of protein per unit of dry matter accumulated in tropical pastures. Winter. *Cuban Journal Agricultural Science*. 38(4):415-422.
- Lopes, M. N.; Pompeu, R. C. F. F.; Cândido, M. J. D.; Lacerda, C. F. D.; Silva, R. G. D. and Fernandes, F. R. B. 2011. Growth index in massai grass under different levels of nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40(12):2666-2672.
- Mannetje, L. and Jones, R. M. 2000. Measuring biomass of grassland vegetation. *In: Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. Wallingford: CABI Publishing. UK. pp: 151-177.
- Matthew, C.; Van Loo, E. N.; Tom, E. R.; Dawson, L. A. and Care, D. A. 2001. Understanding shoot and root development. *Proceedings of the XIX International Grassland Congress*. Sao Paulo, Brasil. 19-27 pp.
- McKenzie, B. A.; Kemp, P. D.; Moot, D. J.; Matthew, C. and Lucas, R. L. 1999. Environmental effects on plant growth and development. *In: New Zealand Pastures and Crop Science*. Oxford University Press. 323 p.
- Moliterno, E. A. 2002. Variables básicas que define el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia*. 6(1):40-52.
- Nurjaya, I. G. M. O. and Tow, P. G. 2001. Genotype and environmental adaptation as regulators of competitiveness. *In: Phillip, G. and Alec Lazenby (eds.). Competition and succession in pastures*. CABI Publishing. Wallingford UK. pp: 43-62.
- Pérez-Prieto, L. A. and Delagarde, R. 2012. Meta-analysis of the effect of pregrazing pasture mass on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows strip-grazing temperate grasslands. *Journal of Dairy Science*. 95:5317-5330.
- Peters, M.; Franco, L.; Schmidt, A. e Hincapié, B. 2003. *Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para productores de Centroamérica*. Publicación CIAT. No. 333. 113 p.
- Quero, C. A. R.; Enríquez, Q. J. F. y Miranda, J. L. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América Tropical, avances o status quo. *Interciencia*. 32(38):566-571.
- Ramírez, R. O.; Hernández, G. A.; Carneiro, Da S. S.; Pérez, P. J.; Enríquez, Q. J. F.; Quero, C. A. R.; Herrera, H. J. G. y Cervantes, N. A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 47:203-213.
- Salisbury, F. B. and Ross, C. W. 1992. *Plant Physiology*, Fourth Edition. California: Wadsworth Publishing Company. 682 p.
- SAS. 2004. *SAS/STAT 9.1. User's Guide*. Vol. 1-7. SAS Publishing. Cary, NC, USA. 5180 p.
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H. and Dickey, D. A. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 3rd ed. McGraw-Hill Series in Probability and Statistics. USA.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2002. *Plant physiology*. 3rd Ed. Sunderland (USA): Sinauer Associates Inc. 690 p.
- Tamayo, J. L. 1989. *Geografía moderna de México*. 9ª Edición. Trillas. D. F. México. 544 p.
- Velasco, Z. M. E. 2001. Dinámica de crecimiento, rendimiento y calidad de praderas de *Lolium perenne* L. y *Dactylis glomerata* L. en respuesta a la defoliación. Tesis doctoral. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México, México.
- Velasco, Z. M. E.; Hernández-Garay, A.; González, H. V. A.; Pérez, P. J.; Vaquera, H. H y Galvis, S. A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.). *Técnica Pecuaria en México*. 39(1):1-14.
- Villarreal-Castro, M. 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. Nutritive value of feed grasses and legumes in San Carlos, Costa Rica. *Pasturas*.