



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE RECURSOS GENETICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERIA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 23 GENOTIPOS DE
Brachiaria humidicola **EN EL TROPICO HUMEDO DE**
MÉXICO

PEDRO IXKIN CRUZ LOPEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. MÉXICO

2009

La presente tesis titulada: **Evaluación agronómica de 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* en el trópico húmedo de México**, realizada por el alumno: **Pedro Ixkin Cruz López**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERIA**

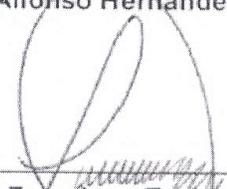
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



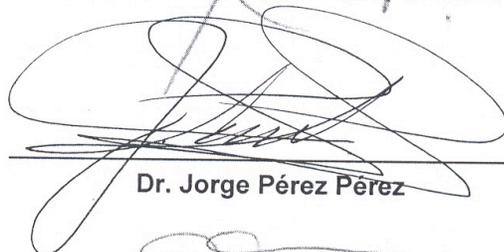
Ph. D. Alfonso Hernández Garay

ASESOR



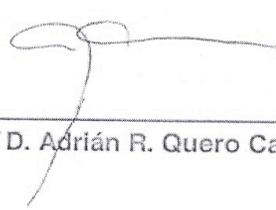
Dr. Javier Francisco Enriquez Quiroz

ASESOR



Dr. Jorge Pérez Pérez

ASESOR



Ph. D. Adrián R. Quero Carrillo

Montecillo, Texcoco, México, Julio de 2009.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 23 GENOTIPOS DE *Brachiaria humidicola* EN EL TROPICO HUMEDO DE MÉXICO

Pedro Ixkin Cruz López. M.C.

Colegio de Postgraduados, 2009

En la región tropical de México, donde la producción bovina se basa en sistemas extensivos bajo condiciones de pastoreo, los pastos del género *Brachiaria* han sido de gran importancia debido a su alto rango de adaptación, mayor rendimiento y calidad nutricional. El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento total, composición morfológica, tasa de crecimiento, densidad de tallos y dinámica de ahijamiento de 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido. El estudio se realizó de junio 2006 a mayo de 2007 en el Sitio Experimental “Papaloapan”, ubicado en Isla Veracruz. Los tratamientos fueron los 23 genotipos y un híbrido (evaluados cada 28 en la época de lluvias y 42 días en la época de nortes y seca) distribuidos aleatoriamente en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. En rendimiento total existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) mostrando el mayor rendimiento el genotipo 679 cv. chetumal ($17,353 \text{ kg MS ha}^{-1}$) y el menor rendimiento el genotipo 26159 ($11,104 \text{ kg MS ha}^{-1}$). La distribución estacional del rendimiento total promedio de los 24 genotipos fue de 83% en lluvias, 9% en nortes y 8% en la época seca. La mayor TC se presentó en el mes de junio con un promedio de $189 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, reduciendo gradualmente hasta los $4 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en el mes de mayo. El componente con mayor contribución al rendimiento fue el porcentaje de hojas y la tendencia se presentó en orden descendente ($P \leq 0.05$): nortes > seca > lluvias, con promedios de 77.6, 71.7 y 57.6% respectivamente. La densidad de tallos mostró un efecto inverso con respecto a la precipitación, registrando

las mayores densidades en las épocas de seca y nortes. Así mismo, al aumentar la densidad de tallos se registró una disminución en el peso individual de tallos.

Palabras clave: Genotipos, *Brachiaria humidicola*, rendimiento, tasa de crecimiento densidad de tallos.

AGRONOMIC EVALUATION OF 23 *Brachiaria humidicola* GENOTYPES IN THE HUMID TROPIC OF MEXICO

Pedro Ixkin Cruz López, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2009

In the tropical region of México, where the animal production is based in grazing systems, the grasses of *Brachiaria* genus there have been of great importance due to its high adaptation, higher herbage yield and nutritive value. The aim of this trial was to evaluate herbage yield, morphological composition, growth rate and tiller population density of 23 genotypes of *Brachiaria humidicola* and one hybrid. The study was carried out from June 2006 to May 2007, at the “Papaloapan” research site (INIFAP), located in Isla Veracruz. Treatments consisted of 23 genotypes and one hybrid, harvested every 28 days during the rainy season and 42 days during the dry and north’s seasons. The genotypes were allocated in a completely randomized block design with three replicates. There were significant differences in total herbage yield ($P \leq 0.05$), being the genotypes 679 cv. chetumal and 26159 with 17, 353 and 11, 104 kg DM ha⁻¹ how has the highest and lowest herbage yield. The average herbage yield seasonal distribution of the 24 genotypes was 83, 9 and 8 % during the rainy, north’s and dry seasons, respectively. The highest average growth rate was recorded on June with 189 kg DM ha⁻¹ d⁻¹, gradually decreasing to 4 DM ha⁻¹ d⁻¹ on May. Leaves percentage had the highest contribution to herbage yield and the tendency was: north’s > dry > rainy with an average of 77.6, 71.7 y 57.6%, respectively. Tiller population density was higher during

the dry and north seasons compared with the rainy season. Also, as tiller population density increased tiller weight decreased.

Key Words: Genotypes, *Brachiaria humudicola*, herbage yield, growth rate, tiller population density.

DEDICATORIA

A mi familia, con mucho cariño y respeto, por ser el pilar de mi vida. A mi esposa Juana Esther Guzmán Sarao y a mi bebe que próximamente nacerá, por su apoyo y persistencia para que esta etapa de mi vida se vea cubierta de satisfacciones.

A mis padres Pedro Cruz Guzmán y Yolanda López Álvarez, por sus valiosas enseñanzas, amor y comprensión incondicional, además del apoyo que siempre recibo de ustedes.

A mis hermanas Gabriela, Argelia y Ángeles, por ser parte fundamental de mi vida y recibir de ustedes siempre el cariño, amor y apoyo en los momentos felices y difíciles de la vida.

A mi sobrino Julio Cesar.

A mis amigos Julio y Oscar Díaz, Jorge Rangel, Francisco Hernández, Fabián Montejo, Alberto Sampayo, Daniel Álvarez, David Chan, Iban Mendoza, Omar Reynoso, Oscar Carrillo, Rigo Castro, Said y como pasar desapercibido los integrantes del grupo de forrajeros del COLPOS y todas aquellas personas quienes siempre recibí motivación para realizar y culminar mis estudios de posgrado.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico, que hizo posible la realización de mis estudios de Maestría.

Al Colegio de Postgraduados y en especial al Programa de Ganadería, por contribuir en mi formación como profesionista.

Al Ph. D. Alfonso Hernández Garay, por su invaluable asesoría, dirección de la investigación, paciencia en la revisión de mi tesis, pero sobre todo, por mostrarse siempre como amigo orientándose siempre a una enseñanza integral. De igual forma por el apoyo moral y persistencia para que culminara este trabajo.

Al Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz, por sus consejos, asesoría, sugerencias, conocimientos y apoyo en el desarrollo de la investigación, así como, la paciencia en la revisión de mi tesis.

A mis asesores Jorge Pérez Pérez, Ph. D. Adrián R. Quero Carrillo, por su apoyo, disposición y sugerencias en el desarrollo de la investigación y elaboración de esta tesis.

Al personal de campo y Administrativo del Sitio Experimental “Papaloapan”, así como al personal administrativo del Colegio de Postgraduados, por su cooperación, disposición y amabilidad.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	5
HIPOTESIS	5
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Origen de <i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick	5
2.2. <i>B. humidicola</i> y <i>B. dictyoneura</i> en México	6
2.3. Taxonomía y descripción morfológica de <i>B. humidicola</i> (Redle) Schweick	7
2.4. Descripción Morfológica de <i>B. humidicola</i> (Rendle) Schweick	7
2.5. Características agronómicas de <i>B. humidicola</i> (Rendle) Schweick	8
2.6. Factores ambientales que influyen sobre el crecimiento y rebrote en los pastos	8
2.7. Crecimiento y desarrollo vegetal en los pastos	13
2.8. Recambio de tejido	16
2.9. Rebrote en los pastos	21
2.10. Producción y rendimiento de materia seca en praderas de gramíneas	23
2.11. Efecto de la interacción entre altura y frecuencia de corte sobre el rendimiento en praderas de gramíneas	26
2.12. Población de tallos en praderas de gramíneas.	30
2.13. Plasticidad de las plantas	33
2.14. Conclusiones de la revisión de literatura	36
3. MATERIALES Y METODOS	38
3.1. Localización y descripción del sitio experimental	38
3.2. Tratamientos y diseño experimental	38
3.3. Área experimental y manejo de los tratamientos estudiados	40
3.4. Variables medidas y calculadas	40
Variables productivas de genotipos de <i>Brachiaria</i>	
3.4.1. <i>humidicola</i>	40

3.4.1.1. Rendimiento de materia seca y composición morfológica	40
3.4.1.2. Tasa de crecimiento	42
3.4.1.3. Dinámica de tallos	42
3.4.2 Variables morfológicas de <i>Brachiaria humidicola</i>	44
3.4.2.1. Área foliar específica	44
3.4.2.2. Arquitectura morfológica de plantas de <i>Brachiaria humidicola</i>	44
3.4.3. Análisis estadístico	46
4. RESULTADOS Y DISCUSION	47
4.1. Características climáticas durante el periodo experimental	47
4.2. Rendimiento de forraje	47
4.3. Tasa de crecimiento (TC)	53
4.4. Composición morfológica	57
4.5. Peso y número de hojas por tallo	62
4.6. Peso por tallo	65
4.7. Densidad de tallos	69
4.8. Tasa de aparición y muerte de tallos	80
4.9. Altura de la planta	84
4.10. Biomasa aérea y radical	86
4.11. Composición morfológica de la biomasa total	88
5. CONCLUSIONES GENERALES DE LOS RESULTADOS	90
6. LITERATURA CITADA	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Identificación de las accesiones de los ecotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> evaluados.	39
Cuadro 2.	Rendimiento por época y total de materia seca (kg MS ha ⁻¹) de 23 genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	50
Cuadro 3.	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹) mensual y promedio anual de 23 genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	54
Cuadro 4.	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹) estacional de 23 genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	55
Cuadro 5.	Composición morfológica (%) estacional de 23 genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	60
Cuadro 6.	Peso de hoja por tallo (mg MS) mensual y estacional en 23 genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido, en Isla, Veracruz.	63
Cuadro 7.	Número de hojas por tallo mensual y estacional en 23 genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	64
Cuadro 8.	Peso por tallo (mg MS) mensual y estacional en 23 genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	67
Cuadro 9.	Densidad de tallos (tallos m ⁻²) mensual y estacional en genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	79
Cuadro 10.	Tasa de aparición de tallos (tallos m ⁻² d ⁻¹) mensual y estacional en genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	82

Cuadro 11. Tasa de mortalidad de tallos (tallos m⁻² d⁻¹) mensual y estacional en genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	83
Cuadro 12. Altura mensual (cm) en genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	85
Cuadro 13. Biomasa aérea y radical por estación (kg MS ha⁻¹) en genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	87
Cuadro 14. Composición morfológica de la Biomasa total (%) en genotipos de <i>Brachiaria humidicola</i> y un híbrido en Isla, Veracruz.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Características climáticas durante el periodo de estudio (junio 2005 a mayo 2006), en el Sitio Experimental Papaloapan, Isla, Veracruz.	47
Figura 2.	Composición morfológica estacional (kg MS ha ⁻¹) de 23 genotipos de <i>B. humidicola</i> y un híbrido, en Isla, Veracruz.	61
Figura 3.	Porcentaje del peso de tallos y peso de hojas por tallo de 23 genotipos de <i>B. humidicola</i> y un híbrido, en Isla, Veracruz.	68
Figura 4.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 6369, 16866, 16867 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	71
Figura 5.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 16870, 16879, 16884 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	72
Figura 6.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 16885, 16891, 16894 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	73
Figura 7.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 26145, 26151, 26155 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	74
Figura 8.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 26159, 26407, 26413 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	75
Figura 9.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 26415, 26425, 26427 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	76
Figura 10.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 26430, 679 e Híbrido 16 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	77
Figura 11.	Densidad de tallos en <i>B. humidicola</i> genotipos 6133, 6705, 26149 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.	78

1. INTRODUCCIÓN

La región tropical de México, es una de las más importantes en la producción de ganado bovino, ya que constituye una de las principales actividades económicas; se divide en trópico húmedo y trópico seco, cuentan con una superficie de 55. 59 millones de hectáreas (INEGI, 2000), las cuales sustentan el 64% del inventario bovino del país y se produce el 46 % de la carne y un tercio de la leche en el país (SAGARPA, 2005).

Desde sus inicios la ganadería bovina en México, ha sido una actividad predominantemente extensiva y las especies forrajeras, la base de la alimentación animal, condición aun presente en las regiones tropicales, donde las características edáficas y climáticas ocasionan una gran variabilidad en el rendimiento y valor nutritivo del forraje (Cruz y Bolva, 2000), limitando la expresión del potencial productivo de estos ecosistemas.

De las características edáficas que limitan el crecimiento y persistencia de las especies forrajeras en las regiones tropicales, se encuentran los altos niveles de magnesio y aluminio intercambiable, además de la baja disponibilidad de nutrientes y materia orgánica (Zetina, 2004). Sus suelos son clasificados como ácidos de tipo Acrisol y Nitisol (Enríquez *et al.*, 1999).

Las condiciones climáticas que prevalecen, se caracterizan por ser de altas temperaturas durante todo el año y un periodo de lluvias bien definido, el cual puede ser de cuatro a ocho meses, lo cual, también define de cuatro a ocho meses de estiaje, es

decir en el trópico la producción y disponibilidad de forraje dependen de la precipitación pluvial, de su distribución y de la temperatura ambiental (FUNPROVER, 2003).

La ganadería tropical inicio un ciclo de evolución con el establecimiento de pastos de origen africano, los cuales además de ser mas productivos que los nativos, se adaptaron a las diversas condiciones edáficas y climáticas de estas regiones. El pasto estrella (*Cynodon nlenfuensis* Vanderyst) fue introducido a América en 1938, aunque en México no se sabe con certeza la fecha de la introducción, se sospecha que fue en la década de los sesenta, al igual que el pasto pangola (*Digitaria eriantha*); especies de origen africano que mostraron amplia variedad de adaptación, especialmente a suelos ácidos y de baja fertilidad, mejorando así la producción pecuaria de las regiones tropicales. Fue hasta la década de los ochenta, cuando los principales centros de investigación en forrajes, comenzaron a liberar materiales forrajeros seleccionados, de los géneros de *Brachiaria*, *Andropogon* y varios cultivares de *Panicum maximum* que hasta la fecha ocupan el 25% del total de la superficie sembrada (Enríquez, 1991; Enríquez y Romero, 1999).

El pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) en su momento, fue una buena alternativa, debido a su rusticidad y persistencia e incluso al manejo inadecuado del pastoreo. Actualmente, ha perdido su resistencia a mosca pinta y su degradación es progresiva.

Los pastos del género *Brachiaria* abrieron nuevas expectativas para la ganadería tropical de centro y Sudamérica (Keller-Grein *et al.*,1996), por su amplio rango de adaptación, mayor rendimiento de forraje y superior calidad nutricional. En México, los

pastos Insurgente (*Brachiaria brizantha*) y Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) son ampliamente difundidos; sin embargo, una de sus principales limitantes es la baja tolerancia a la sequía (Guiot y Meléndez, 2003).

México tiene 2.6 millones de hectáreas sembradas con varias especies de este género y representa el 6.5% del área permanente cubierta con pastos (Argel, 2005); las especies más utilizadas son *B. brizantha* (A. Rich) Stapf, *B. decumbens* Stapf y *B. humidicola* (Rendle) Schweick cv. Ilanero en las tierras altas, y *B. humidicola* (Rendle) Schweick cv. humidicola y *B. mutica* (Forssk.) Stapf en las áreas inundables.

En América Latina se ha hecho un importante esfuerzo por desarrollar nuevas tecnologías en forrajes que posibiliten el incremento de la productividad de los sistemas extensivos de producción animal prevalecientes en la región. La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales que operó de 1976 a 1996, mantuvo actividades multinacionales e interinstitucionales que permitieron a las instituciones del continente Latinoamericano compartir el germoplasma de los bancos activos existentes, estudiar el comportamiento del germoplasma nuevo bajo una condición específica y en relación con otros sitios en el continente, y establecer nexos de intercambio de información científica para poder extrapolar mejor sus resultados (Toledo, 1982).

Durante el período de la RIEPT y posterior a este, se han liberado como cultivares comerciales 11 variedades de gramíneas, la mayoría de ellas del género *Brachiaria*, principalmente en América Latina, Australia y China, adaptadas a las difíciles condiciones edáficas y ambientales del trópico (CIAT, 2003); la mayoría fueron

liberadas a finales de los 80's e inicio de los 90's. A las gramíneas liberadas durante este período, se les ha denominado "gramíneas de primera generación". Nuevamente se observa una nueva fase de liberación de gramíneas forrajeras, todas del género *Brachiaria*, que se han denominado "gramíneas de segunda generación", mediante el esfuerzo de colaboración del CIAT con las instituciones de investigación de diversos países. Bajo este esquema, las instituciones de investigación nacional están en una constante búsqueda de especies que bajo condiciones específicas de las regiones de nuestro país, demuestren ser materiales sobresalientes con características positivas y aditivas en establecimiento, persistencia y rendimiento; con el objetivo de remplazar aquellas especies de menor calidad y productividad, sin alterar el ecosistema que las sustenta (Toledo, 1982).

Brachiaria humidicola es una gramínea prominente dentro de su género para la región de trópico húmedo, debido a que soporta inundaciones, es tolerante a la mosca pinta, de fácil propagación, sustenta una alta carga animal y se adapta fácilmente a suelos ácidos y de baja fertilidad, atributos que la ponen como alternativa viable para incrementar la producción animal en las regiones tropicales de México (Enríquez *et al.*, 1999).

Por tal motivo es relevante contribuir con la búsqueda de genotipos sobresalientes de esta especie, mediante investigaciones que nos permitan el conocimiento de los patrones estacionales de crecimiento y la respuesta a los factores climáticos y de manejo.

OBJETIVO

- Evaluar el rendimiento total (parte aérea y radical), composición morfológica, tasa de crecimiento, densidad de tallos y dinámica de ahijamiento de 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en condiciones de trópico húmedo mexicano.

HIPÓTESIS

- Existen diferencias en rendimiento total (aéreo y radical), en componentes morfológicos y dinámica de tallos entre genotipos, como respuesta a la variabilidad genética y a la interacción genotipo - ambiente.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick

B. humidicola es una gramínea perenne originaria de África, con una distribución natural en el este y sur-este de este continente, en países como Sudán, Uganda, norte y oeste de Tanzania, Zambia y Mozambique (Keller-Grein *et al.*, 1996). Es una especie inducida en el trópico húmedo de los países sudamericanos, en las islas del Pacífico, en el sureste de Asia y en las regiones del norte de Australia, representado por los cultivares cv. Tulley y cv. Llanero (Cook *et al.*, 2005).

B. humidicola (Rendle) Schweick cv. Tulley proviene del material introducido como CPI 16707 de la estación experimental Rietondale, Pretoria, Sudáfrica en 1952. Posteriormente, en 1957 este material fue llevado a Fiji, donde ahora se comercializa como pasto Koronivia (Partridge, 1979; Roberts, 1979). En 1958 fue llevado a la estación de investigación de Kairi, al norte de Queensland Australia y en 1965 a la

estación de investigación de South Johnston. Fue reintroducido a Tulley (norte de Queensland) en 1973, fecha en la que es comercializado como cultivar Tulley (Register of Australian Herbage Plant Cultivars, 1982).

El germoplasma del que se originó a *B. humidicola* CIAT 6133 cv. Llanero fue recolectado en Zambia en 1971 e introducido a Colombia en 1978 por el Instituto Colombiano Agropecuario (Keller-Grein *et al.*, 1996). Anteriormente conocido como *B. dictyoneura* Stapaf, pero recientemente reclasificado como *B. humidicola* (Miles *et al.*, 1996).

2.2. *B. humidicola* y *B. dictyoneura* en México

Las especies mejoradas del género *Brachiaria*, se empezaron a liberar comercialmente en 1982 (Enríquez, 1991). Entre estas se encuentran *B. dictyoneura* Stapf. y *B. humidicola* (Rendle) Schweick, cuyas variedades cultivadas en América, se liberaron en 1987 por el Instituto Colombiano Agropecuario como *B. dictyoneura* CIAT 6133 cv. Llanero y en 1992 el *B. humidicola* ecotipo 679 (derivado de CPI 16707) por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en México, con el nombre de cv. Chetumal. Estas especies toleran suelos con excesos de humedad intermitente, por periodos cortos de tiempo, hasta por dos semanas, es tolerante a la mosca pinta, su habito de crecimiento es rastrero de fácil propagación (Keller-Grein *et al.*, 1996; Rao *et al.*, 1996), además de tener buena resistencia al pastoreo, con un mayor rendimiento de forraje que otras especies del mismo género, por lo que se les consideran como alternativas viables para incrementar la producción de forraje en las regiones tropicales de México.

2.3. Taxonomía y descripción morfológica de *B. humidicola* (Rendle) Schweick

Algunos sinónimos en la designación binomial para *B. humidicola* son: *Urochloa humidicola* (Rendle) Monrroe & Zuloaga y *Panicum humidicola* Rendle [basionym].

Clasificación taxonómica de *B. humidicola*

Reino	Plantae
Subreino	Tracheophyta
Súper división	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida – Monocotiledóneas
Subclase	Commelinidae
Familia	Poaceae (alt. Gramineae)
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Paniceae
Género	<i>Brachiaria</i>
Especie	<i>humidicola</i> (Rendle) Schweick

2.4. Descripción Morfológica de *B. humidicola* (Rendle) Schweick

Es una gramínea perenne de crecimiento fuertemente estolonífero y rizomatoso, alcanza una altura de hasta 100 cm, formando una densa cobertura, los tallos vegetativos postrados o arqueados a nivel de las raíces de los nudos, los tallos florales son erectos de 20 a 60 cm de altura. Las hojas son erectas y lanceoladas, glabras de color verde intenso de 0.5 a 1.6 cm de ancho y 8 a 16 cm de longitud, con ligula

pequeña pubescente. Los tallos son de color verde claro, y también produce tallos con una tonalidad ligeramente púrpura que colonizan áreas adyacentes. La inflorescencia es una panícula con tres o cinco racimos, de 2 a 5 cm de longitud; la semilla es fértil, con alto grado de latencia (Cook *et al.*, 2005, Enríquez *et al.*, 1999).

2.5. Características agronómicas de *B. humidicola* (Rendle) Schweick

Es considerado como una gramínea de ambiente tropical de tierras bajas, se establece desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm, la precipitación anual no debe ser menor de 1000 mm anuales y periodos de sequía no mayores de 6 meses. Se adapta a suelos desde muy ácidos (pH 3.5) y de baja fertilidad con altas concentraciones de aluminio y a suelos arcillos. Mantiene su crecimiento en suelos de baja fertilidad con bajos niveles de fósforo, pero responde a aplicaciones de nitrógeno y fósforo y los requerimientos de calcio son bajos. Es muy tolerante a suelos con pobre drenaje y anegamientos intermitentes (Cook *et al.*, 2005; Rao *et al.*, 1996; Enríquez *et al.*, 1996). Produce semilla fértil, aunque con un alto grado de latencia; sin embargo, es posible superar este problema, mediante el uso de material vegetativo para su multiplicación (Enríquez *et al.*, 1999).

2.6. Factores ambientales que influyen sobre el crecimiento y rebrote en los pastos

Las condiciones ambientales en que se desarrollan las plantas se define principalmente por la temperatura, luz, radiación, humedad relativa, nutrientes y agua disponible para la planta en el suelo. Los efectos acumulados de estos factores y sus interacciones influyen en la ocurrencia y velocidad de los procesos bioquímicos dentro

de las plantas que se reflejan en la tasa de crecimiento, rendimiento y calidad nutricional del forraje.

Entre las variables climáticas, la luz y temperatura son las más importantes, luego sigue el suministro de agua, esta secuencia se hace más notable en clima templado. La estación de crecimiento se inicia en la primavera, con el gradual aumento tanto en la temperatura como en el fotoperíodo para luego la temperatura llegar a un máximo en el verano y el fotoperíodo iniciar una paulatina reducción al acercarse el otoño (Salisbury y Ross, 1992). Siendo de importancia en la tasa de crecimiento de las plantas, ya que determina la tasa de producción y elongación de hojas, mediante las cuales, los cultivos interceptan la radiación solar y generan biomasa (Duru y Ducroq, 2002).

La interacción de la cantidad y la distribución de la precipitación con la fluctuación de la temperatura en el tiempo, es un factor que afecta el crecimiento de los pastos, cuando las plantas son afectadas por estrés hídrico o bajas temperaturas, se puede provocar la inhibición de la fotosíntesis y la suspensión del crecimiento de los tallos (Ludlow, 1980; Enríquez y Romero, 1999).

El mayor crecimiento de los pastos tropicales ocurre entre los 30 y 35 °C con un considerable alargamiento de los tallos que ocasionan una disminución del porcentaje de hojas, cuando la temperatura es superior a 45 °C, provoca la inactivación enzimática y el proceso fotosintético decrece (McCluod y Bula, 1985). Otros autores (Corbea, 1992;

Festo *et al*, 2003) consideran que la temperatura óptima de crecimiento es de 25 a 30 °C y a menos de 18 °C el crecimiento se restringe y puede detenerse.

La disponibilidad de agua en las raíces de un cultivo dependen del balance entre la precipitación y la evaporación, además de las características físicas del suelo, resultado de las condiciones microclimáticas del medio en que se establece (Juárez, 1997). La tasa de evaporación esta en función de la temperatura ambiental por lo que la interacción con la cantidad y distribución de la precipitación durante el año, determinan los cambios de humedad en el suelo, afectando el crecimiento de la planta (Monteith, 1977; Navarro y Vázquez, 1997).

En el trópico húmedo, los requerimientos de agua de la mayoría de las praderas es exclusivamente abastecida por la precipitación, habiendo una época del año sin lluvias que comprende los meses de marzo a mayo (Juárez, 1997). Por lo que la estación de crecimiento de las especies forrajeras en el trópico esta determinada por el periodo cuando la precipitación promedio mensual excede, aproximadamente, en 150 mm la tasa de evaporación, pudiéndose extender por un tiempo en que no existe precipitación, una vez que las plantas están establecidas, dependiendo de la cantidad de agua almacenada en el suelo y de la extensión de la raíz (Monteith, 1977).

En respuesta a condiciones bajo estrés hídrico los pastos pueden presentar mecanismos para contrarrestar los efectos negativos; mayor profundidad de raíces, enrollamiento y movimientos paraheliotrópicos de las hojas para reducir la incidencia de radiación solar, caída de hojas, disminución de producción y expansión de hojas, así

como el cierre de los estomas (Ludlow, 1980). Generalmente se limita o suspende el rendimiento biológico, como consecuencia de la reducción del IAF, los períodos de asimilación y la duración del período de crecimiento (Mata, 1989).

Argel (1996) observó en 24 localidades con diferentes ecosistemas, variaciones entre especies en periodo de sequía donde *B humidicola*, obtuvo menores rendimientos en ecosistema de sabana, en comparación con *B dictyonuera* y *B decumbens*, mientras que en el período de lluvias los rendimientos fueron similares. En cambio, en condiciones de bosque tropical casi-siempre verde, las tres especies mostraron un rendimiento de forraje similar en las dos épocas.

La radiación solar es la fuente de energía para la fotosíntesis, las plantas están expuestas a flujos de radiación de onda corta y larga desde que emerge hasta el momento de la cosecha. Del total de la radiación que llega a la tierra, aproximadamente, 50% es radiación fotosintéticamente activa (RFA) con longitudes de onda de 400 a 700 nm, que se relacionan con la absorción de bióxido de carbono por las hojas. La cantidad de RFA incidente en las plantas y que es recibida por las hojas está relacionada con la duración del día y por los patrones de la radiación diaria, variando con las estaciones del año, la latitud, por las irregularidades en la altitud y por factores ambientales de corta duración como la nubosidad (Jones, 1988; McKenzie *et al.*, 1999).

Vázquez (1978) señala que la producción de materia seca en Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y en Pará (*B. mutica*) en el estado de Veracruz, se

incrementó en el periodo de lluvias en comparación con la época de nortes. Asimismo el fotoperíodo, las bajas temperaturas y la escasa radiación solar durante la época de nortes, disminuyeron marcadamente la producción de forraje en ambas gramíneas, mientras que para los carbohidratos no estructurales sucedió lo contrario, encontrándose los mayores niveles.

Del Pozo *et al.* (1999) señalan que el rendimiento en *C. nlemfuensis*, durante el periodo de junio a noviembre, fue afectado por los cambios climáticos, especialmente por el volumen y distribución de la precipitación.

La acumulación de MS está estrechamente relacionada con la intercepción de la RFA y el índice de área foliar (IAF), en la mayoría de los cultivos el rendimiento se incrementa a medida que se aumenta la intercepción de la RFA, siendo el IAF el factor que determina la intercepción de la radiación por el dosel, por lo que se define como la superficie de área de hojas del dosel, por unidad de superficie de suelo (Juárez, 1997; McKenzie *et al.*, 1997). Aun cuando en el trópico el efecto de la luz parece ser menos determinante que el de la temperatura, para el crecimiento vegetal (Corbea, 1992), el fotoperíodo influye en los cambios en el desarrollo de la fase vegetativa a la reproductiva; influyendo al inducir la floración, elongación de tallos y estolones durante los días cortos (Valentine y Matthew, 1999).

El uso de la energía depende de la especie, ya que las plantas C_4 son más eficientes que las C_3 , los pastos tropicales se caracterizan por presentar la tasa fotosintética de las primeras, por lo que pueden aprovechar más la energía solar. La

estructura y el tamaño de la hoja son características importantes, ya que éstas, determinan el área foliar de cada una de ellas (James y Hodgson, 1999).

Ludlow (1985) estimó la producción de MS con relación a la cantidad de radiación interceptada y obtuvo una producción de $63 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, con una eficiencia en la conversión de energía solar de 6.5%; el promedio diario de radiación solar fue $17.2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en el trópico húmedo. Los pastos tropicales tienen una eficiencia de conversión de 5 a 6% de la energía recibida en verano, comparado con un 2 ó 3% de las especies de clima templado; estas diferencias radican en las rutas fotosintéticas de cada especie (Cooper, 1970). Además, en las especies tropicales C_4 , la fotosíntesis no se fotosatura, lo que permite tasas mayores de fotosíntesis, la operación de la ruta fotosintética C_4 depende de las características bioquímicas y estructurales de los tejidos foliares (Dengler *et al.*, 1994).

2.7. Crecimiento y desarrollo vegetal en los pastos

Los organismos vivos pasan por diferentes estados en su vida, como son cambios en forma y tamaño, relacionados con el crecimiento, pero estas transformaciones no definen el concepto de crecimiento. Silk (1994) define el crecimiento de las plantas como el incremento irreversible de volumen. Hunt (1990) señala que el crecimiento no implica ganancia de peso ya que en los primeros días de germinación de una planta no existe ganancia de peso, por el contrario, hay una disminución de éste, dado que la diferenciación de los tejidos de las hojas en las plántulas, ocurre a expensas del peso seco inicial de la semilla.

Por lo anterior, una expresión más aceptable de crecimiento es la señalada por Ray (1987), al considerar el crecimiento y diferenciación como aspectos cuantitativos y cualitativos del desarrollo, respectivamente. Sin embargo, la definición de crecimiento más aceptada para las plantas forrajeras es la propuesta por Hodgson (1979), quien lo define como el proceso irreversible en el desarrollo e incremento en el tamaño y peso de un tallo o tejido folia, el cual ocurre a través del aumento en el número de células por la división celular en el tejido meristemático y mediante el incremento y alargamiento de las mismas (Valentine y Matthew, 1999).

La unidad básica de crecimiento en gramíneas es el tallo, en estado vegetativo consta de raíz y hojas, mientras que en estado reproductivo se desarrolla la inflorescencia. El área basal del tallo es la corona, la cual usualmente contiene un número de yemas (puntos de crecimiento) que producen tallos y raíces. Los tallos nuevos están anatómicamente y fisiológicamente conectados a los tallos viejos, por lo tanto, comparten fuertemente la proporción de agua, carbohidratos y nutrientes.

En cuanto al desarrollo de la planta, el meristemo apical es el responsable de la formación de la hoja, mientras que el meristemo intercalar ubicado en la base de la hoja y la vaina es la responsable de la expansión de la hoja (Trilca, 2005).

En la corona se encuentra el ápice del tallo formado por varios segmentos superpuestos unidos por nudos, estos segmentos se forman por división celular en el meristemo apical y no se elongan durante la fase vegetativa, por lo que el ápice del

tallos permanecen en la base del tallo, cerca del nivel del suelo y por debajo de la altura normal de corte o pastoreo.

A medida que el meristemo apical va dando origen a nuevos segmentos, los más viejos van produciendo hojas, que crecen en forma de vaina, cubriendo los segmentos más nuevos y el meristemo apical. Los segmentos sucesivos más nuevos van dando origen a nuevas hojas que crecen dentro de las vainas de hojas más viejas. Las hojas se van produciendo en forma alternada a cada lado de los segmentos. Al elongarse, las vainas emergen en forma de láminas en el extremo superior de la vaina más vieja, por lo que el conjunto de vainas forman el tallo vegetativo o pseudotallo (Buguet y Bavera, 2001).

En el estado reproductivo cesa la producción de nuevas hojas y comienza la formación de la inflorescencia, ocurre como respuesta de la planta a cambios en la longitud del día. Las yemas ubicadas en la parte inferior de cada segmento del ápice del tallo, que anteriormente podían dar origen a nuevos tallos, se expanden y cada una forma una ramificación de la inflorescencia. Después, los segmentos del ápice del tallo comienzan a elongarse, elevando la inflorescencia en formación por dentro de las vainas de hojas y aparece la hoja bandera (Trlica, 2005).

En las gramíneas anuales, todos los tallos se diferencian. En las perennes solo lo hacen algunas. A su vez, dentro de las perennes, hay diferencias en cuanto a la proporción de tallos que alcanzan el estado reproductivo sobre el total. Así, en la pradera, prácticamente todos florecen, lo que disminuye marcadamente la calidad del

forraje en este estado y obliga a realizar cortes si se quiere mantener dicha calidad (Buguet y Bavera, 2001). Cuando las gramíneas pasan del estado vegetativo al reproductivo todos los tallos que se diferencian mueren, ya sea porque sus meristemas apicales al ser elevados por encima del nivel del suelo son extraídos o por que completan su desarrollo y forman la inflorescencia. En esta situación el rebrote subsiguiente depende del tamaño y número de macollos que no se han diferenciado (González1982).

Por lo tanto, el crecimiento vegetativo de una pradera está influenciado por la formación y crecimiento de tallos, hojas y raíz por unidad de superficie, los cuales a su vez están en función de los diferentes cambios en la temperatura, fertilidad y humedad del suelo (Matthew *et al.*, 2001; Pérez *et al.*, 2002).

2.8. Recambio de tejido

La tasa a que el forraje se acumula en una pradera, representa el balance entre la tasa de crecimiento de nuevo tejido y la tasa de pérdida de tejido por senescencia y descomposición. En teoría, la tasa de crecimiento y pérdida, pueden ser controladas por el manejo de la defoliación, pero en la práctica los efectos de la defoliación en las características de la pradera, que determinan esas tasas, tienden por si mismas a la compensación (Hodgson *et al.*, 1981).

Hojas, tallos y otras partes de la planta crecen y mueren o son cosechadas; estos movimientos de material, son conocidos como flujo de tejido. Las estimaciones de recambio de tejido, están basadas, normalmente, en tasa de aparición y elongación de

hojas. La tasa de aparición de hojas es un indicador del recambio de tejido, especialmente en pastos donde el número de hojas por tallo puede permanecer relativamente estable, por largos periodos (Hernández, 1995).

En el trópico húmedo, Enríquez y Romero (1999), evaluaron la tasa de crecimiento estacional en tres épocas del año (seca, lluvias y nortes) de 16 ecotipos de 4 especies del género *Brachiaria*, para la época seca *B. dictyoneura* 6133 destacó con una tasa de crecimiento de 126 kg MS ha⁻¹d⁻¹ a las 8 semanas de crecimiento, en tanto en la época de lluvias, los mejores fueron: *B. brizantha* 16322 y la variedad “Insurgente” con valores de 124 y 123 kg MS ha⁻¹d⁻¹, respectivamente, a las 12 semanas de rebrote; para la época de nortes, destacó *B. humidicola* 16886, con 40 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, a las 12 semanas de rebrote.

En un estudio realizado por Ayala y Basalto (1998) durante la época de nortes, evaluaron las tasas de crecimiento de *B. humidicola* ecotipos 16886, 6705, 6133 y *B. dictyoneura*; registrando 40, 24, 13 y 19 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, respectivamente. En la época de seca las TC estimadas mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$), entre ecotipos para las distintas edades de rebrote. La amplitud observada fue de 14 a 126 kg MS ha⁻¹ d⁻¹. A las 4 semanas, el ecotipo 16886 obtuvo mayor TC (37 kg MS ha⁻¹ d⁻¹) mientras que a las 8 semanas, *B. dictyoneura* presentó las mayores TC con 126 y 70 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ respectivamente.

Martínez (2006) al estudiar la TC de *B. humidicola* 6133, sometida a tres frecuencias y tres alturas de corte, obtuvo promedios de 58,12 y 9 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ para

las épocas de lluvias, nortes y seca; donde la mayor influencia en la acumulación diaria de tejido se presentó al dejar mayor tejido remanente, para las tres épocas en estudio; y la frecuencia de corte únicamente influyó a un mayor rendimiento en la época de seca en donde los cortes a menor tiempo de recuperación destacaron en un ligero incremento en la TC.

Gerardo (2006) al evaluar la diversidad genética de 23 ecotipos de *B. humidicola*, en la época de nortes y seca, reporta que existe diferencias en la respuesta entre los materiales, obteniendo valores promedios de 42 y 65 kg MS ha⁻¹d⁻¹ respectivamente, representando aproximadamente el 50% de incremento de una época a otra. Donde los materiales sobresalientes fueron el híbrido 16 y los ecotipos 6133 cv. Llanero y 26425; con 94, 61, 61 kg MS ha⁻¹d⁻¹ en nortes y 85, 91, 86 kg MS ha⁻¹d⁻¹ en seca, respectivamente.

Las tasas de crecimiento y senescencia son importantes, porque las hojas son los órganos fotosintéticos primarios; si las hojas interceptan menos del 95%, un incremento en el IAF puede aumentar la interceptación de luz, por lo tanto, la tasa de crecimiento de la pradera.

La morfogénesis de la planta se define como la dinámica, generación y expansión de la planta en el espacio y puede ser descrita en términos de la tasa de aparición de nuevos órganos, sus tasas de crecimiento, senescencia y descomposición. En una pradera, donde solo las hojas constituyen la producción, la morfogénesis está en función de tres características principales: la tasa de aparición de hojas, la tasa de

elongación de hojas y la duración de la vida de hoja. Estos tres caracteres son genéticamente determinados pero, posteriormente, son modificados por la variación en la temperatura, nutrición particularmente nitrógeno, suministro de agua y otros factores. La combinación de estas variables morfogenéticas elementales, determinan las tres principales características de la pradera (Chapman y Lemaire, 1993):

- El tamaño de la hoja, es el resultado de la tasa de la elongación de la hoja y la tasa de aparición de hojas, si se acepta que el periodo de elongación de una hoja sencilla es una fracción constante del intervalo de aparición de la hoja.
- Densidad de tallos, que se relaciona parcialmente con la tasa de aparición de hojas, por el concepto de sitio de llenado (Davies, 1974) que permite calcular la tasa potencial de aparición de tallos.
- Número de hojas vivas por tallo, que resulta de la tasa de aparición de hojas y su longevidad.

La combinación de estas tres características determina la tasa de aparición de hojas en la pradera, que es el principal factor que influye en la intercepción de luz y de este modo, en la dinámica de rebrote. Al cambiar la calidad de luz dentro del dosel, el índice de aparición de hojas puede modificar algunas variables morfogenéticas como la elongación de hojas y la tasa de aparición de tallos, consecuentemente, puede cambiar

algunas características estructurales de la pradera, como la relación tamaño-densidad de tallos (Deregibus *et al.*, 1983; Matthew *et al.*, 2001).

Estas características estructurales en la pradera pueden ser estudiadas por la composición morfológica, que se refiere a la proporción de los diferentes componentes morfológicos, tales como forraje verde, material muerto, lamina foliar, vaina, tallo, inflorescencia y semilla (Hodgson, 1979). La composición morfológica de las plantas, está determinada por la adaptación de las mismas a condiciones de estrés (Jafari y Firouzabadi, 2001), siendo modificada por cambios estacionales. Garza *et al.* (2005) reporta que en una pradera de Buffel la relación hoja: tallo fue mayor en el forraje cosechado durante el invierno y comparada con primavera, verano y otoño.

Una de las respuestas más importantes de la planta a la sequía, es el continuo crecimiento de la raíz, obteniendo mayor crecimiento absoluto de la misma o bien que aumentando la proporción raíz: tallo (Jones *et al.*, 1980). Además, las raíces son más profundas, con respecto a especies que no son expuestas a sequías prolongadas (Caradus y Woodfiekf, 1998). Esta respuesta fisiológica permite que la planta tenga acceso a las reservas de agua que se encuentran en el suelo. Por otro lado, se ha observado en *Paspalum notatum* que altos índices de área foliar, se acompañan de una baja densidad de tallos, los cuales tienen un número menor de hojas por tallo, mientras que el tamaño de las mismas se incrementan (Boggiano *et al.*, 2001).

En forma general, se han reportado que la proporción de hojas en forraje cosechado disminuye al aumentar la edad de rebrote y que el incremento del tallo es

inhibido por las bajas temperaturas y por el estrés provocado por el déficit de agua (Ludlow, 1980; Man y Wiktorsson, 2003; Garza *et al.*, 2005). Por otro lado, Festo *et al.* (2003) reportaron que la aparición de hojas se incrementa cuando existen temperaturas entre 20 a 32.5 °C; pero disminuye cuando las temperaturas superan los 35 °C, así, la temperatura ambiental y un mayor fotoperíodo, favorecen la elongación y maduración de los tallos en algunas gramíneas y aumentan su senescencia (Crowder y Chheda, 1982).

2.9. Rebrote en los pastos

El proceso de defoliación se considera como una perturbación natural del crecimiento y desarrollo de las plantas, esto involucra cambios fisiológicos en toda la planta. Es decir, las plantas defoliadas continúan formando hojas, debido a que en la fase vegetativa las zonas meristemáticas se localizan cerca de la superficie del suelo (Pezo *et al.*, 1992).

La utilización de las praderas mediante corte o pastoreo, implica que la parte aérea de las plantas sea removida, dando como respuesta un conjunto de eventos encausados a reponer el material removido y que son referidos como el proceso de rebrote. Después de la cosecha hasta en el momento en que la planta es fotosintéticamente activa, las reservas disponibles del material remanente no son suficientes para atender necesidades de respiración, por lo que puede perder parte de sus órganos y así favorecer la formación de nuevos brotes.

Las respuestas de las plantas cosechadas sobre las características de la pradera, pueden clasificarse en fisiológicas y morfológicas. Las fisiológicas se caracterizan por ocurrir en una corta escala de tiempo, mientras que las morfológicas se presentan a largo plazo (Chapman y Lemaire, 1993). Zaragoza (2000) señala que el grado de estas respuestas depende del régimen de cosecha y del resultado del balance entre la demanda y la disponibilidad de los nutrientes consumidos durante el crecimiento de las plantas. Cuando la cosecha es frecuente las plantas pueden mantener un balance en el crecimiento de raíz y brote en cortos periodos de tiempo, manifestándose una respuesta fisiológica. Por el otro lado cuando el corte es demasiado bajo es necesario que la planta realice ajustes morfológicos para asegurar el crecimiento homeostático de la planta, presentándose las respuestas morfológicas.

Aunque la existencia de factores favorables para el crecimiento de las plantas, como la abundancia de agua, nutrientes y temperatura suficiente, influyen en la rapidez del rebrote, la recuperación de la planta después de una cosecha depende principalmente del área foliar remanente y de la concentración de reservas (Muslera y Ratera, 1999).

En forma general, la acumulación de biomasa durante el crecimiento o rebrote de un pasto, después de una defoliación, sigue una forma sigmoideal: caracterizada por una fase inicial de crecimiento lento, con la formación y desarrollo de nuevos tallos y tejido foliar, que resulta en un incremento en la intercepción de luz y la actividad fotosintética; seguida de una etapa de gran producción de forraje por día y finalmente una fase de desaceleración en el crecimiento, en la que el crecimiento nuevo no se nota en un

incremento debido a la floración y el movimiento de nutrientes a las semillas, causando pérdidas por senescencia del material maduro de las hojas (Valentin y Matthew, 1999).

2.10. Producción y rendimiento de materia seca en praderas de gramíneas

La producción de las plantas depende químicamente de tres factores: fotosíntesis, respiración y distribución de fotosintatos, definiéndose el incremento neto como la ganancia de peso por fotosíntesis menos las pérdidas de peso debido a la respiración (Myres, 1991). La limitación más importante para incrementar la producción del cultivo, es la diferencia con la cual se absorbe y utiliza la energía solar mediante la fotosíntesis; además, el dióxido de carbono se convierte en compuestos orgánicos utilizados para el crecimiento y desarrollo de la planta (Major *et al.*, 1991).

Para efectuarse un análisis de la productividad de una planta en función de su crecimiento, es importante conocer sus índices de crecimiento o eficiencia (McNaughton, 1983; Torres, 1984), los cuales se utilizan para entender la dinámica de crecimiento de un cultivo, estudiar la distribución de la materia seca, medir los efectos de recuperación a corto plazo de diferentes tratamientos, desarrollar modelos de predicción y selección de genotipos.

Hunt (1990) y Hernández-Garay *et al.* (1992) señalan una serie de índices de eficiencia del crecimiento vegetal, tales como la tasa de crecimiento del cultivo (g d^{-1}), que indica el incremento del material vegetal por unidad de tiempo; tasa relativa de crecimiento ($\text{g g}^{-1}\text{d}^{-1}$) que mide el incremento en material vegetal por unidad de material vegetal presente por unidad de tiempo; tasa de asimilación neta ($\text{g m}^{-2}\text{d}^{-1}$) que indica el

incremento del material vegetal por unidad de sistema asimilatorio por unidad de tiempo, por lo que este índice se considera una media del balance entre la actividad fotosintética y la respiración

Torres (1984) indicó que para determinar los índices de crecimiento, se requiere conocer y emplear dos principios básicos:

- Medir el material vegetal (peso seco total).
- Medir el sistema de asimilación de ese material, utilizando el área foliar total o parcial de la planta.

Si las áreas estudiadas forman una cubierta continua, como ocurre en una pradera, entonces las mediciones relevantes son: peso seco y área foliar total, por unidad de terreno (Radford, 1967). Existen índices de crecimiento formulados a partir de las variables señaladas, que en conjunto, conforman el análisis cuantitativo del crecimiento. Con base en estudios de la tasa de recambio de tejido, se considera necesario conocer la dinámica de las defoliaciones sucesivas, para comprender los efectos de la frecuencia e intensidad de cosecha en el crecimiento y persistencia de los pastos, lo cual permite un manejo eficiente, en términos de producción animal por unidad de superficie (Hernández *et al.*, 1999).

La mayoría de los pastos presentan una tasa continua de recambio de hojas y tallos, donde la productividad depende del mantenimiento de una buena población de tallos; partiendo que en los pastos la unidad de crecimiento primario es el tallo, la pradera puede considerarse como un población de tallos, donde el aumento en la producción de forraje puede atribuirse a incrementos en su densidad, en su peso individual o una combinación de ambas (Matthew *et al.*, 2001). Así, la persistencia y producción de las especies forrajeras depende del balance entre la producción de los nuevos tallos y la muerte de los ya establecidos, este balance es fuertemente influenciado por las prácticas de manejo, especialmente la frecuencia y altura de corte (Hernández *et al.*, 1997).

El rendimiento de una especie forrajera, hace referencia a la biomasa acumulada en espacio y tiempo determinado, comúnmente reportado en $\text{g MS m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ o bien $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Resultado de las prácticas de manejo de la pradera, principalmente de la altura y frecuencia de corte, relacionadas con las características de las especies que componen el dosel, por lo que puede representar la cosecha total o parcial de la parte área de las plantas (Lascano *et al.*, 2002).

Zaragoza (2000) indica que para lograr un buen manejo de las plantas forrajeras y alcanzar un máximo rendimiento por unidad de superficie, es necesario que entre dos pastoreos ó cortes consecutivos, se permita almacenar suficientes reservas para obtener un rebrote vigoroso y rápido. En función del balance entre la extracción de producto y la conservación del mismo.

Desde la liberación comercial de *B. humidicola* CIAT 679 y *B. dityoneura* CIAT 6133, se han reportado rendimientos anuales de 15 y 30 t⁻¹ MS ha⁻¹, respectivamente, dependiendo la fertilidad de suelo, pero comúnmente se observa una productividad superior a otras gramíneas, sobre todo en el segundo año de establecido, en condiciones de suelos ácidos e infértiles. Por su tolerancia a la sequía, el rendimiento de materia seca puede alcanzar del 30 a 40% de la producción anual, según la duración e intensidad del período (Tergas, 1981).

En el año de 1988 y 1989 en la zona de San Carlos Costa Rica bajo pastoreo se demostró que *B. dityoneura* CIAT 6133 sobresalió en rendimiento con 1.19 t⁻¹ MS ha⁻¹ en comparación con otras gramíneas locales (Villareal y Brizuela, 1994).

Argel y Keller-Grein (1996) reportan rendimientos de 717, 2461 y 1840 kg MS ha⁻¹ para *B. humidicola*, *B. dityoneura* y *B. decumbens*, respectivamente en la época de sequía en diferentes ecosistemas de sabana en Centroamérica, México y el Caribe; en ecosistemas de bosque tropical se obtuvo 4 133, 3 304 y 3 322 kg MS ha⁻¹ para las tres especies respectivamente, mientras que en un bosque tropical lluvioso se reportaron 2957 y 4970 kg MS ha⁻¹ para *B. dityoneura* y *B. decumbens*.

2.11. Efecto de la interacción entre altura y frecuencia de corte sobre el rendimiento en praderas de gramíneas

Para obtener una máxima productividad de las especies forrajeras, se requiere conocer el comportamiento de las especies presentes, frente a la cosecha periódica por corte ó pastoreo. La frecuencia y la altura con que son cosechadas, determinan el

rendimiento de forraje por unidad de superficie y los componentes de las especies vegetales presentes en la pradera, generalmente la frecuencia es más importante que la altura de corte (Hodgson, 1979). Pero, la altura de cosecha determina el tiempo de recuperación y la persistencia de la pradera (Musiera y Ratera, 1991).

Altura de corte es la distancia que existe entre el nivel del suelo y los tejidos del forraje remanente después de la cosecha. La altura de corte afecta de diferente manera el crecimiento y acumulación de forraje en una pradera (Becerra, 1989), debido a que influye en la rapidez o posibilidad de formación de nuevo tejido o rebrote, por lo que, a medida que disminuye la altura de corte, el área foliar remanente es menor lo que ocasiona que la capacidad de rebrote sea lenta debido a la baja intercepción de la luz, fotosíntesis, consumo y nivel de carbohidratos de reserva; la altura de corte también influye en el crecimiento de la raíz y persistencia de la pradera (Carmona, 1991).

La frecuencia de corte es el tiempo que transcurre entre dos cosechas consecutivas; en este periodo la planta intenta recuperar el tejido fotosintético que le ha sido extraído bajo las condiciones ambientales del lugar en que se encuentra (Speeding, 1971). El largo del intervalo entre cosechas afecta primordialmente la cantidad de forraje cosechado y la calidad del mismo (Elizondo, 1984). En general, la acumulación de forraje de una pradera, es mayor a intervalos largos; sin embargo, su valor nutritivo es, más bajo; por lo que es común que las praderas se corten o pastoreen antes de que alcancen la máxima acumulación de forraje (Velasco, 2001).

Zaragoza (2000) señala que la producción primaria que puede ser efectivamente cosechada, depende del promedio de vida de las hojas de la pradera en relación con la frecuencia de corte. Cuando el intervalo de tiempo entre cortes sucesivos es menor al largo de vida de las hojas, sólo la fracción de hoja localizada por debajo de la altura de corte podrá senescer y descomponerse. En esta circunstancia el uso eficiente del forraje acumulado en la pradera depende de la altura de corte y de las características estructurales de la pradera. Cuando el intervalo de tiempo entre cortes sucesivos es más largo que el ciclo de vida de las hojas, una gran cantidad del material producido puede perderse antes de efectuarse la cosecha, por senescencia y la diferencia entre producción primaria y la producción cosechada se incrementa, aún cuando la altura de corte sea cercana al suelo.

Cosechas a intervalos cortos y severas, tienden a formar praderas postradas y densas, mientras que pastoreos a frecuencias holgadas y a una mayor altura del forraje residual, permiten que las especies forrajeras de crecimiento erecto tiendan a mostrar un mejor comportamiento en producción de forraje (Holmes, 1989).

Las gramíneas de crecimiento postrado o rastrero, pueden ser cosechadas a una frecuencia mayor para obtener altos rendimientos de forraje, sin ocurrir esto en gramíneas de crecimiento erecto, debido a que en las postradas la elongación de los tallos es paralela al nivel del suelo y pueden escapar de la cosecha, por lo que en el rebrote no tiene necesidad la planta de recuperar este componente. Las erectas, en cambio, presentan una elongación de sus tallos perpendicular al nivel del suelo, lo que hace que sean removidos al momento de la cosecha y las plantas deban recuperar

estos órganos en el proceso de rebrote. El crecimiento radical en ambos tipos de gramíneas (postradas y erectas) puede mostrar similar grado de afectación por la altura de cosecha ejercida, especialmente cuando la altura es de baja a moderada (Watson y Ward, 1970).

Ortega (1991) encontró que al mantener fija la frecuencia de cosecha de 70 días en Estrella de África una gramínea postrada, mostró el máximo rendimiento cuando la altura de corte fue de 0 cm, mientras que Guinea, gramínea de crecimiento erecto, alcanzó su máximo rendimiento cuando la altura de corte fue de 10 cm.

Becerra y Avendaño (1992) encontraron que, sin importar la altura de corte, todas las especies forrajeras evaluadas incrementaron su rendimiento de forraje al aumentar el intervalo de tiempo entre cosechas consecutivas bajo condiciones ambientales no limitantes al crecimiento vegetal.

Estudios realizados con *B. brizantha*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola* y *B. decumbens*, en el trópico húmedo mexicano durante la época de lluvias, indican que *B. brizantha* incrementa la producción de materia seca al aumentar la edad de corte, obteniendo 739 y 8 876 kg MS ha⁻¹ a la tercera y doceava semana, respectivamente; en *B. dictyoneura* se obtuvieron 1 112 y 7 277 kg MS ha⁻¹ para los mismos intervalos de corte; al igual que en *B. humidicola* y *B. decumbens* cuyos rendimientos fueron de 1 079 y 8 083 kg MS ha⁻¹ para la primera especie, mientras que 1 047 y 4 959 kg MS ha⁻¹ para la segunda, con el mismo régimen de cortes (Enríquez, 1994).

En general, una estrategia de cosecha a menor altura con un intervalo de cortes prolongados, puede favorecer mayores rendimientos de forraje al permitir que se exprese el rebrote en forma vigorosa por contar con las suficientes cantidades de compuestos de reserva, cuidando que la altura de corte ejercida no provoque la remoción de los tejidos u órganos de almacenamiento de compuestos de reserva (Vázquez, 1978).

2.12. Población de tallos en praderas de gramíneas

La pradera está compuesta por una comunidad de plantas que pueden diferir en plasticidad fenotípica, adaptación a la cosecha, y consecuentemente, en la persistencia dentro de la comunidad. Las praderas de gramíneas son una población de tallos y cada tallo es una unidad de crecimiento independiente, por lo que la producción de forraje, esta en función del número de tallos, peso individual y de la combinación de ambos. Las practicas de manejo pueden modificar la morfología del tallo, desarrollo y provocar cambios estacionales en la aparición de tallos (Valentin y Matthew, 1999). Durante el desarrollo de una pradera los tallos emergen, crecen y mueren continuamente a diferentes tasas, dependiendo de la interacción de las condiciones ambientales, de manejo y de la densidad de tallos (Valentin y Matthew, 1999; Hernández *et al.*, 1997a; Hernández *et al.*, 1997b; Hirata y Parkiding, 2004).

La población de tallos y la altura de la cosecha determinan su peso, existiendo una relación lineal negativa entre el logaritmo de la densidad de tallos y el peso por tallo, indicando que a medida que aumenta el numero de tallos por unidad de área, el peso de los tallos individuales decrece (Hernández *et al.*, 1997b; Hirata y Pakiding,

2004). Aunque también es influenciado por la etapa reproductiva y de desarrollo; en condiciones de cosecha de baja altura, la densidad de tallos son altas pero el peso y tamaño disminuyen, aunque esta variación puede ser menor, según la época del año y la morfología de los tallos (Hernández *et al.*, 1997).

La producción de tallos depende de dos factores internos de la planta, relacionados con la cantidad de tejido foliar remanente y cantidad de fotosintatos disponibles, después de la defoliación; estos factores internos son la tasa de aparición de hojas y sitio de llenado, el sitio de llenado es una medida de la rapidez de las yemas axilares de la hoja para desarrollar nuevos tallos y es expresado por el número de nuevos tallos por tallo, por el intervalo de aparición de hojas, que esta en función de la capacidad de incrementar el transporte nitrógeno y carbono a los meristemas en crecimiento (Davies, 1974; Musiera y Ratera, 1991). La primera causa de la reducción de la tasa de aparición de tallos es la disminución progresiva de la tasa de aparición de hojas, conforme la pradera se desarrolla, como resultado de la respuesta de las plantas a cambios de luz, interceptada por las hojas; así, conforme el sombreado llega a ser mas severo, el sitio de llenado también es afectado (Skinner y Nelson, 1992; Lemaire, 2001).

Estudios realizados en praderas de ballico perenne, en monocultivo (Hernandez *et al.*, 1999) y asociada con trébol blanco (Xia *et al.*, 1990), mencionan que a una cosecha mas intensa promueve una mayor producción de tallos, pero son de menor peso, comparados con los obtenidos cuando el corte fue menor. En una pradera de paso bahía (*Paspalum notatum*), donde la población de tallos disminuyo gradualmente

conforme se aumentaba la altura de corte, registrando densidades de 6000, 4000 y 3000 tallos m^{-2} , cuando se corto a 2, 12 y 22 cm respectivamente (Hirata y Pakiding, 2004).

La densidad de tallos presenta variaciones estacionales, dependiendo del balance entre la tasa de aparición y muerte de tallos, así los mayores incrementos en *Paspalum notatum* ocurrió desde mediados hasta finales de la primavera y decrece durante el verano y el otoño, como resultado de la mayor aparición de tallos de mediados a fines de la primavera y la mayor tasa de muerte se presentaron de finales de invierno hasta finales de primavera y durante el verano; las tasas de crecimiento ocurrieron en el invierno y a inicios de la primavera (Hirata y Pakiding, 2004).

Martínez (2006) en un estudio con *B. humidicola* CIAT 6133 cv. Llanero, reportó que al cortar a menor frecuencia se obtuvo menor densidad de tallos, comparado con los tratamientos de corte mas frecuentes, todos los tratamientos registraron un pico de aparición de tallos durante octubre y la mayor densidad de tallos ocurrió de marzo a abril y ésta fue mayor al realizar cosechas mas frecuentes. Independientemente de los tratamientos, de julio a octubre se obtuvo la mayor tasa de aparición de tallos. Mientras que la frecuencia de corte intermedia (4 semanas de mayo a octubre y 6 semanas de noviembre a junio) presento la mayor mortalidad.

En un estudio realizado durante la época de nortes y seca (Gerardo, 2006), se encontraron diferencias en la densidad tallos entre los ecotipos en estudio ($p \leq 0.05$), la tendencia general, fue el aumento gradual de la población de tallos de enero a mayo. El

híbrido 16 y los ecotipos CIAT 16867 y CIAT 6133 cv llanero, sobresalieron en densidad de tallos para las dos épocas, mientras que el material con menor tallos por metro cuadro fue el CIAT 26413, representando aproximadamente el 27 y 20% del promedio de los materiales sobresaliente, para cada época respectivamente. En cuanto a la tasa de aparición y muerte de tallos en la época de nortes, estadísticamente, no se encontraron diferencias entre ecotipos ($p \geq 0.05$), registrando valores promedio de 17 y 11 tallos $m^{-2} d^{-1}$. En la época seca, los ecotipos CIAT 16885, CIAT 16867 y CIAT 6133 cv. Llanero, registraron las mayores tasas de aparición de tallos ($p \leq 0.05$) con 15, 14 y 14 tallos $m^{-2} d^{-1}$ respectivamente, y en la tasa de muerte de tallos, los ecotipos CIAT 16894 y CIAT 26427, fueron los que obtuvieron el mayor y menor número de tallos muertos ($p \leq 0.05$) con 13 y 3 tallos $m^{-2} d^{-1}$.

2.13. Plasticidad de las plantas

La capacidad de los organismos para alterar su fenotipo como respuesta a las condiciones ambientales es llamada plasticidad (Zhan, 1995; Lortie y Aarssen, 1996). En plantas, la plasticidad morfológica se manifiesta por cambios fenotípicos durante su desarrollo los cuales pueden favorecer la adquisición de recursos bajo condiciones de estrés (Aerts y Caluwe, 1994). Las respuestas plásticas también pueden afectar caracteres fisiológicos. Un factor ambiental común en plantas cultivadas y silvestres es la cosecha o defoliación y las respuestas plásticas para este factor involucra ajustes fisiológicos y morfológicos usualmente determinados como respuesta compensatoria o tolerancia a la defoliación (Rosenthal y Kotanen, 1994).

Debido a que la plasticidad es una medida de la cantidad o proporción en que las expresiones de las características fenotípicas cambian por efecto de la variación ambiental, esta ha sido confundida con flexibilidad, estabilidad y homeostasis, llegando a la conclusión de que solo se trata de semántica, pues la flexibilidad es el punto en el cual un organismo puede crecer y reproducirse en cualquier ambiente por variación de su fenotipo (plasticidad) o para mantenimiento de un fenotipo constante (Hume y Caver, 1982); estabilidad, indica una condición en la cual no ocurren cambios y homeostasis, es la tendencia de un sistema a mantener sus características morfológicas y fisiológicas constantes (Bradshaw, 1965).

La adaptación climática de una planta a diferentes ambientes, depende de la plasticidad de la planta y como el ambiente afecta su expresión. La plasticidad fenotípica es definida por Huber *et al* (1999), como efecto del ambiente sobre la morfología y arquitectura de la planta que no son ocasionados por la ontogénesis, que incluyen cambios en tamaño, estructura y distribución espacial de los órganos de la planta, como un mecanismo de adaptación a condiciones por estrés o prácticas de manejo. A nivel de subsuelo esta plasticidad puede considerarse como la alteración de la capacidad del sistema radical para tomar nutrientes, morfológicamente por la exploración de nuevas áreas o fisiológicamente alterando la repuesta de la actividad enzimática, incluyendo procesos de osmoregulación (Casper y Jackson, 1997).

La plasticidad genotípica depende fuertemente de la variación de los atributos fisiológicos, que son el resultado de la expresión genética, tal como la resistencia a las condiciones de estrés y la capacidad de competencia de cada genotipo, que puede

involucrar cambios morfológicos, atributos que contribuyen a la sobrevivencia incluyendo la resistencia al invierno, resistencia a plagas y enfermedades, cambios en la tasa de fotosíntesis y disposición de las hojas. La plasticidad genotípica solo puede ocurrir mediante la combinación génica, implicando, la producción de semillas. Así, la diversidad genotípica es mantenida únicamente si los parentales originales pueden adaptarse fisiológicamente o a través de la plasticidad fenotípica sobreviviendo a los distintos ambientes y prácticas de manejo involucrados (Nelson, 1998). Por lo que este proceso al contrario de la plasticidad fenotípica es irreversible. Por lo anterior, podemos considerar que la respuesta de los genotipos de una especie, dentro y fuera de su hábitat natural, presentan diferentes grados de adaptación; siendo las condiciones ambientales y prácticas de manejo, determinantes en la expresión de la productividad y sobrevivencia de las plantas (Nelson, 2000).

La interacción de las condiciones climáticas y edáficas presentes en las zonas tropicales americanas, condicionan la productividad tanto de la vegetación natural como de los pastos cultivados. La sequía puede manifestarse en períodos cortos o extensos, induciendo cambios fisiológicos y morfológicos en las plantas; dichos cambios permiten mantener la productividad y supervivencia a mediano y largo plazo (Ludlow, 1989; Chaves *et al.*, 2003).

La mayor parte de las gramíneas forrajeras tropicales muestra respuestas a la sequía de tipo evasivo y de tolerancia (Ludlow *et al.*, 1983; Fisher y Ludlow, 1984; Ludlow, 1989; Clements, 1990; Baruch y Fisher, 1991). Las primeras incluyen cambios morfológicos que incrementan el acceso a la humedad del suelo y minimizan las

pérdidas de agua por transpiración, por lo que la eficiencia de uso de agua aumenta. Las respuestas de tolerancia permiten el mantenimiento de la turgencia celular aún a potenciales hídricos foliares bajos. Como consecuencia, las plantas mantienen durante la sequía una actividad fotosintética reducida pero capaz de soportar el crecimiento por un tiempo mayor (Chaves, 1991; Chaves *et al.*, 2003).

Para las sabanas venezolanas se ha establecido empíricamente que algunas especies como *B. humidicola* son más aptas para ambientes secos mientras que otras, como *B. decumbens*, son menos tolerantes a la sequía (Comerma y Chacón, 2002). Sin embargo, son escasos los estudios sobre los mecanismos de respuesta a la sequía, aun cuando *Brachiaria* es de gran importancia para la ganadería tropical (Baruch, 1994; Fisher y Kerridge, 1998; Guenni *et al.*, 2002, 2004).

2.14. Conclusiones de la revisión de literatura

- a) La fluctuación en el rendimiento de una pradera responde a la variación en la interacción de la precipitación y temperatura, que ocurren durante el año.
- b) La capacidad en la respuesta de la plantas a recuperar tejido vegetal ocasionado por la defoliación, esta relacionada con la manipulación de las practicas de manejo, ya que de éstas depende la cantidad de tejido remanente necesario para la activación bioquímica que desencadenan los procesos de crecimiento y rebrote.
- c) La manipulación de la frecuencia e intensidad de la defoliación, es responsable de las características productivas y estructurales de la pradera, pudiendo disminuir o

aumentar el rendimiento, persistencia y composición botánica y morfológica, según el grado de interacción de ambas.

- d) En praderas de gramíneas, los tallos definen el potencial productivo de las praderas, estando influenciado por los cambios en la densidad de tallos, relacionado con las condiciones ambientales y prácticas de manejo.
- e) La adaptación de especies vegetales externas a un ecosistema, se dicta por la capacidad y velocidad de realizar cambios fisiológicos y morfológicos en la planta como un mecanismo de persistencia a las condiciones edáficas y climáticas presentes en el nuevo hábitat.
- f) Las variables de rendimiento, composición morfológica y la dinámica de tallos, pueden ser herramientas útiles, para identificar el grado de adaptación de especies forrajeras.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y descripción del sitio experimental

El experimento se realizó en el Sitio experimental “Papaloapan”, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el municipio de Isla, Veracruz, en el km 66 de la carretera Cd. Alemán-Sayula, localizado a los 18° 06' L N y los 95° 31' L O, con una altitud de 65 msnm. La clasificación climática es Aw_0 que corresponde al clima mas secos de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y una precipitación promedio anual de 1, 000 mm, de la cual el 85% ocurre de junio a noviembre y la temperatura media anual es de 25.7 °C (García, 1988). El suelo es acrisol ortico, de textura franco arenosa, ácido (pH de 4 a 4.7), pobre en materia orgánica, nitrógeno, calcio, potasio y contenidos medios a altos de fósforo y magnesio (Enríquez y Romero, 1999).

3.2. Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron 21 genotipos (Cuadro 1) de *B. humidicola* procedentes del banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Cali, Colombia y las variedades comerciales de *B. humidicola* CIAT 679 cv. Chetumal y *B. dictyoneura* CIAT 6133 cv. Llanero y un híbrido obtenido en el INIFAP. Los ecotipos fueron establecidos en el 2005 con material vegetativo, en parcelas de 4 m² con un área experimental efectiva de 1 m², en el centro de cada parcela.

Cuadro 1. Identificación de las accesiones de los ecotipos de *Brachiaria humidicola* evaluados.

No	Número CIAT
1.	6369
2.	16866
3.	16867
4.	16870
5.	16879
6.	16884
7.	16885
8.	16891
9.	16894
10.	26145
11.	26151
12.	26155
13.	26159
14.	26407
15.	26413
16.	26415
17.	26425
18.	26427
19.	26430
20.	679 ^a
21.	Hibrido 16 (INIFAP)
22.	6133 ^b
23.	6705
24.	26149

^a Chetumal, ^c *Brachiaria humidicola* (antes *dictyoneura*)

Los ecotipos se distribuyeron aleatoriamente en un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones; el bloqueo fue por la pendiente del terreno donde se establecieron los genotipos. La fase experimental se llevó a cabo de junio 2006 a mayo 2007, abarcando las tres diferentes épocas del año (Lluvia, nortes y seca) de acuerdo a Enríquez y Romero (1999).

3.3. Área experimental y manejo de los tratamientos estudiados

Las parcelas se establecieron en julio de 2005, después de tres meses se realizó un corte de uniformización a 8 cm de altura y posteriormente se mantuvo un régimen de corte cada 35 días hasta mayo del 2006, posteriormente se realizaron dos cortes de uniformización, una en el mes de mayo 2006, con fines de dar inicio a la fase experimental y el segundo en octubre por una infestación de *Aeneolamia postica* (mosca pinta o salivazo).

3.4. Variables medidas y calculadas

3.4.1. Variables productivas de genotipos de *Brachiaria humidicola*

3.4.1.1. Rendimiento de materia seca y composición morfológica

Se midió la cantidad de materia seca presente cada 28 días, del 26 de junio al 26 de octubre de 2006, periodo que correspondió a la presencia de mayor precipitación, y cada 42 días en las épocas de nortes y seca (5 de diciembre 2005 al 1 de marzo de 2006 y del 10 de abril al 24 de mayo de 2006, respectivamente).

El procedimiento fue cortar a una altura de 8 cm sobre la superficie del suelo todo el material presente en un marco fijo de 1 m² ubicado en el centro de cada parcela.

El material fresco se pesó con una balanza granataria y se obtuvo una muestra de 100 g, la cual se separó manualmente en los componentes morfológicos (tallos, lamina foliar y material muerto) los cuales se pesaron individualmente. Posteriormente, cada componente de la planta se secó a 55 °C por 48 horas en una estufa de aire forzado. Los datos de peso fresco y seco del rendimiento y partes morfológicas se registraron, para determinar el contenido de materia seca y así calcular el rendimiento de MS ha⁻¹.

Para obtener el porcentaje de materia seca de cada tratamiento, se sumó el peso seco de cada componente morfológico de la submuestra y se sustituyo en la fórmula (Fernández, 2004):

$$\% MS = [\text{Peso seco de la submuestra (g)} / \text{Peso fresco de la submuestra (g)}] \times 100$$

El rendimiento de forraje cosechado por hectárea, se estimó usando la siguiente fórmula (Fernández, 2004):

$$RMS = \frac{[PFT \times \%MS] \times ha}{a}$$

Donde:

RMS= Rendimiento cosechado de Materia Seca por hectárea (Kg MS ha⁻¹)

PFT= Peso fresco total (kg)

% MS= Porcentaje de materia seca

ha= 10 000 m²

a= Área del cuadro (m²)

Para determinar la composición morfológica cosechado en cada tratamiento, los datos obtenidos se sustituyeron en la fórmula:

$$\%cm = \frac{Pcm}{PST} \times 100$$

Donde:

% c m= Porcentaje del componente morfológico (lamina foliar, tallo ó material muerto), gramos.

P c m= Peso seco del componente morfológico (lamina foliar, tallo ó material muerto), gramos.

PST= Peso seco total (lamina foliar + tallo + material muerto), gramos.

3.4.1.2. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento se calculo en cada corte con la siguiente fórmula.

$$TC = \frac{FC}{T}$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹)

FC = Forraje cosechado en cada tiempo (kg MS ha⁻¹)

T = Días entre un cortes sucesivos (d⁻¹)

3.4.1.3. Dinámica de tallos

Al iniciar el experimento, se colocó aleatoriamente, a ras de suelo sobre la superficie de cada parcela, un cilindro fijo de 20 cm de diámetro. Todos los tallos presentes dentro del cilindro se marcaron con tubitos de plástico de un mismo color (0.5 cm de diámetro y 1.0 cm de diámetro). Posteriormente los tallos vivos y muertos fueron registrados en la época de lluvias a intervalos de 28 días y en las épocas de nortes y

seca a intervalos de 42 días), un día antes de cada corte. Los tallos nuevos presentes en cada muestreo se marcaron con diferente color. Los valores individuales de cada cilindro se usaron para calcular los cambios en la densidad de tallos y las tasas de aparición y muerte de tallos.

Para la densidad de tallos se calculo el número de tallos presentes en cada muestreo, mediante la fórmula:

$$ntc = [nta - ntm] + ntn$$

Donde:

ntc= Número de tallos presentes al momento del muestro

nta= Número de tallos presentes en el muestro anterior

ntm= Número de tallos muertos al momento del muestreo

ntn= Número de tallos nuevos al momento del muestreo

Las variables correspondientes a las tasas de aparición y muerte de tallos, se sustituyeron en las siguientes fórmulas con los valores obtenidos en campo en cada muestreo:

$$Tat = \frac{Ntn}{T}$$

$$Tmt = \frac{Ntm}{T}$$

Donde:

Donde:

Tat= Tasa de aparición de tallos

Tmt= Tasa de muerte de tallos

Ntn= Número de tallos nuevos en cada muestreo

Ntm= Número de tallos muertos en cada muestreo

T= Días transcurridos entre conteos consecutivos

T= Días transcurridos entre conteos consecutivos Donde:

3.4.2. Variables morfológicas de *Brachiaria humidicola*

3.4.2.1. Área foliar específica

A la mitad de las épocas de nortes y seca, se cortaron al azar 10 plantas a ras de suelo, fuera del cuadro fijo, el cual se mantuvo con el mismo régimen de manejo durante toda la fase experimental (cortes cada 42 días); los cuales se separaron en lamina foliar y tallo. Las laminas foliares fueron contadas y pasadas a un integrador de área foliar portátil, posteriormente, los componentes se secaron a 55 °C por 48 horas en una estufa de aire forzado y se registró el peso de materia seca. Calculando la relación hoja: tallo y área foliar: materia seca.

3.4.2.2 Arquitectura morfológica de plantas de *Brachiaria humidicola*

En el área fuera del cuadro fijo, a mediados de la época de norte, seca y lluvia se cosecho la biomasa área total y posteriormente se extrajo el material radical con un sacabocados de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad. El material se cuantifico a 5, 10 y 15 cm de profundidad. La biomasa aérea total se separó manualmente en los componentes morfológicos (lamina foliar, tallos y material muerto) y la biomasa radical, se lavo a presión con agua corriente, por separado, los tres niveles de profundidad de cada tratamiento, posteriormente, los componentes se secaron a 55 °C por 48 horas en una estufa de aire forzado.

El rendimiento total de MS por hectárea, se estimó usando la siguiente fórmula:

$$RTMS = \frac{[PSTa + PSTr] \times ha}{a}$$

Donde:

RTMS= Rendimiento total de materia seca por hectárea (Kg MS ha⁻¹)

PSTa= Peso seco total de la parte aérea (kg)

PSTr= Peso seco total de la parte radical (kg)

ha= 10 000 m²

a= Área de la circunferencia (m²)

La biomasa total de la planta se obtuvo mediante la suma de los componentes morfológicos aéreos y de la biomasa radical total, la cual se utilizó para calcular la relación: materia seca radical: materia seca no radical.

La distribución porcentual de la parte aérea y no aérea se calculó utilizando las fórmulas:

$$\%MSa = \frac{PSTa}{[PSTa + PSTr]} \quad \text{ó} \quad \%MSr = \frac{PSTr}{[PSTa + PSTr]}$$

Donde:

% MSa= Porcentaje de la contribución aérea

% MSr= Porcentaje de la contribución radical

PSTa= Peso seco total de la parte aérea (g)

PSTr= Peso seco total de la parte radical (g)

La composición morfológica se obtuvo utilizando la fórmula:

$$\%cm = \frac{Pcm}{PST} \times 100$$

Donde:

% c m= Porcentaje del componente morfológico (lámina foliar, tallo, material muerto ó raíz) en gramos.

P c m= Peso seco del componente morfológico (lamina foliar, tallo, material muerto ó raíz) en gramos.

PST= Peso seco total (lamina foliar + tallo + material muerto+raíz) en gramos.

3.4.3. Análisis estadístico

Para comprobar los genotipos estudiados, cada una de las variables estudiadas en la parcela, se analizaron mediante un diseño de bloques completos al azar usando PROC GLM (SAS, 2003) y comparación de medias con la prueba de Tukey (Steel y Torrie; SAS Institute, 2003). Los datos de rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento, composición morfológica y dinámica de tallos, se agruparon para las tres épocas del año. El análisis se hizo por ciclo de corte (28 días y 42 días), por época (lluvias, nortes y seca) y total (lluvias+nortes+seca).

Las variables morfológicas de las plantas, como área foliar específica, rendimiento total y por componentes de materia seca, se analizaron para la época de nortes, seca y lluvias.

El modelo empleado fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la i-ésimo ecotipo en el j-ésimo bloque.

μ = Media general.

B_i = Efecto del i-ésimo bloque.

T_j = efecto de la j-ésimo tratamiento.

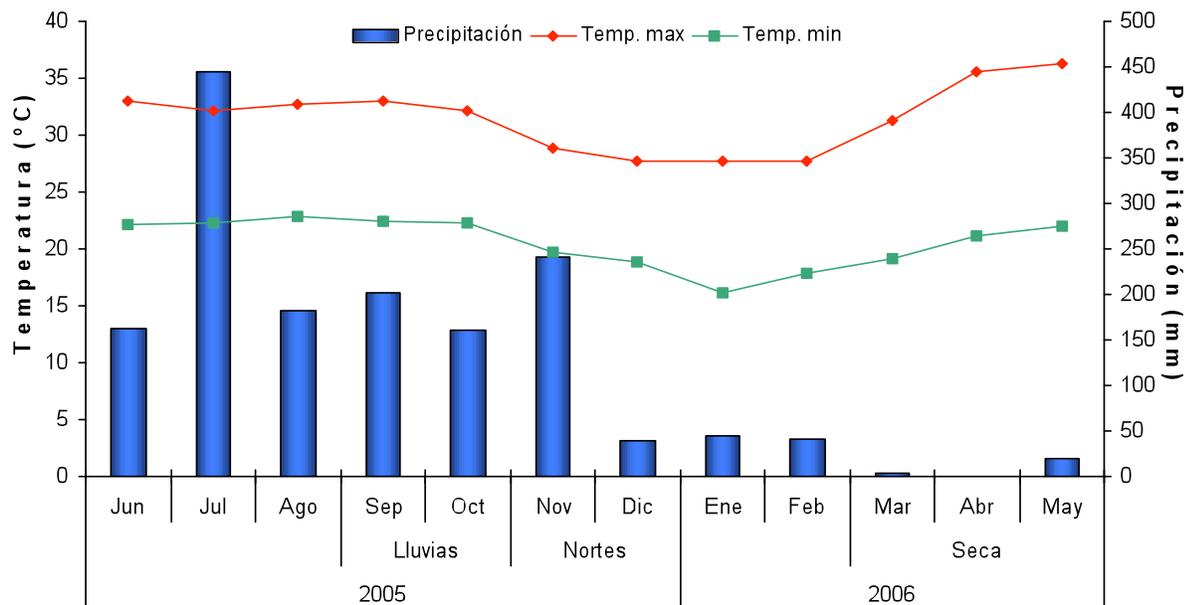
E_{ij} = Error Experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características climáticas durante el periodo experimental

La Figura 1 muestra los datos de temperatura (máxima y mínima) y precipitación que se presentaron durante el periodo experimental. La precipitación anual fue de 1542 mm y la temperatura promedio de 26 °C; la temperatura máxima absoluta ocurrió en el mes de mayo (36.3 °C) y la mínima absoluta en el mes de enero (16.1 °C). La distribución de la precipitación fue de 74.8% en la época de lluvias (junio a octubre), 23.7% en nortes (noviembre a febrero) y 1.5% en la época seca (marzo a mayo).

Figura 1. Características climáticas durante el periodo de estudio (junio 2005 a mayo 2006), en el Sitio Experimental Papaloapan, Isla, Veracruz.



4.2. Rendimiento de forraje

En el Cuadro 2 se presenta la distribución estacional y el rendimiento total de materia seca de los genotipos estudiados. El mayor y menor rendimiento total de forraje

($P \leq 0.05$) lo registraron el genotipo 679 cv. chetumal y el genotipo 26159 (17 353 y 11104 kg MS ha⁻¹) respectivamente. Los mayores rendimientos lo obtuvieron los genotipos 679 cv. chetumal, 6133 cv. llanero, 6705, 26425 y 26149 con 17353, 16222, 16213, 15732 y 15093 kg MS ha⁻¹, respectivamente ($P \geq 0.05$). La distribución estacional del rendimiento total promedio de los 24 genotipos fue de 83% en lluvias, 9% en nortes y 8% en la época seca.

En la estación de lluvias, se observó variación en el rendimiento de forraje ($P \leq 0.05$), donde los genotipos 679 cv. chetumal y 26159 presentaron el máximo y mínimo rendimiento con 14046 y 8304 kg MS ha⁻¹, respectivamente. 17 genotipos del total evaluados, no presentaron diferencias entre ellos ($P \geq 0.05$), con un promedio de 11173 kg MS ha⁻¹.

En el sitio de estudio, las características climáticas durante la época de lluvias (Figura 1), presentó una temperatura mínima promedio de 22 °C, la cual aumentó gradualmente conforme transcurrió el día, alcanzando los 33 °C, existiendo una interacción positiva con el volumen de precipitación, lo que favoreció el crecimiento vegetal y aumento el rendimiento de forraje. Varios autores consideran que el mayor crecimiento de las especies forrajeras ocurre entre los 25 y 35 °C (McCluod y Bula, 1985, Corbea, 1992; Festo *et al.*, 2003); tomando en cuenta que la temperatura define la tasa de evaporación, Monteith (1977) considera que la estación de crecimiento de las especies forrajeras en las regiones tropicales está determinada cuando la precipitación promedio mensual excede, aproximadamente, en 150 mm a la tasa de evaporación. Por lo tanto, la interacción de la cantidad y la distribución de la precipitación con la

fluctuación de la temperatura en el tiempo, es un factor que afecta el crecimiento de los pastos (Ludlow, 1980; Enríquez y Romero, 1999), existiendo una correlación entre la cantidad de lluvia y el rendimiento de materia seca (Garza *et al.*, 2005).

En la época de nortes, la variación del rendimiento entre tratamientos fue significativa ($P \leq 0.05$), la mayor acumulación de forraje la registró el genotipo 679 cv. chetumal con $1908 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y los menores lo presentaron 16870 y 16866, con 598 y $596 \text{ kg MS ha}^{-1}$. En orden descendente, el genotipo 679 cv. chetumal, 26149, 26145, 26151, 26430 y 26159 registraron los mayores rendimientos sin presentar diferencia entre ellos ($P \geq 0.05$). Durante esta época, la reducción de las horas luz y el alto grado de nubosidad influyeron en el descenso de la temperatura (Fig. 1) y en la reducción de la incidencia de radiación solar, registrando promedios mensuales que oscilaron de los 18 a $28 \text{ }^\circ\text{C}$; limitando el rendimiento de los genotipos (Cuadro 2). Corbea (1992) y Festo *et al.* (2003) consideran que la respuesta de las plantas forrajeras a temperaturas inferiores a $18 \text{ }^\circ\text{C}$, es restringir el crecimiento hasta el grado de llegar a detenerse. La cantidad de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) incidente en las plantas que es recibida por las hojas, es afectada por la duración del día y por los patrones de la radiación diaria, variando con las estaciones del año, la latitud, las irregularidades en la altitud y factores ambientales de corta duración como la nubosidad (Jones, 1988; McKenzie *et al.*, 1999).

Cuadro 2. Rendimiento por época y total de materia seca (kg MS ha⁻¹) de 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	Época						Total
	Lluvias	%	Nortes	%	Seca	%	
679 (Chetumal)	14 046	81	1 908	11	1 399	8	17 353
6133 (<i>B. humidicola</i> cv. Llanero)	13 529	83	1 366	8	1 438	9	16 222
6705	13 529	83	1 327	8	1 357	8	16 213
26425	12 656	80	1 444	9	1 632	10	15 732
26149	11 697	78	1 844	12	1 552	10	15 093
26427	12 146	85	1 174	8	1 021	7	14 341
26155	11 584	82	1 154	8	1 307	9	14 046
6369	11 960	87	963	7	855	6	13 778
Hibrido 16 (INIFAP)	11 360	83	1 350	10	1 032	8	13 742
26151	10 432	76	1 592	12	1 622	12	13 646
16891	11 791	87	750	6	977	7	13 518
16885	11 970	89	707	5	834	6	13 511
26407	10 926	81	1 394	10	1 191	9	13 510
16894	10 613	79	1 292	10	1 554	12	13 458
16867	11 996	89	634	5	816	6	13 446
26413	10 796	83	1 044	8	1 237	9	13 077
26145	9 458	75	1 737	14	1 458	12	12 653
16866	11 562	92	596	5	477	4	12 635
26430	9 153	76	1 579	13	1 339	11	12 071
26415	10 511	88	681	6	721	6	11 913
16884	10 202	88	728	6	696	6	11 625
16879	10 173	90	659	6	534	5	11 366
16870	10 214	90	598	5	548	5	11 360
26159	8 304	75	1 494	13	1 305	12	11 104
PROMEDIO	11 275	83	1 167	9	1 121	8	13 559
EEM	176		51		47		210
SIG	*		*		*		*

4 semanas de frecuencia de corte en la época de lluvias y 6 semanas en las épocas de nortes y seca. * $p \leq 0.05$.

En la época seca también existieron diferencias ($P \leq 0.05$) entre genotipos, siendo el genotipo 26425 con 1632 kg MS ha⁻¹, el que registro el rendimiento mas alto mostrando diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$) con el 37.5% de los genotipos; siendo los

menos rendidores el 16870, 16879 y 16866 ($P \leq 0.05$), con 548, 534 y 477, respectivamente.

La cantidad de precipitación ocurrida en esta época solo representó el 1,5% del total anual (Figura 1), sin embargo, el porcentaje promedio del rendimiento fue similar al de la estación de nortes (Cuadro 2). Al respecto Monteith (1997) consigna que el crecimiento vegetal puede extenderse por un tiempo en el que no existe precipitación, resultado del balance de la cantidad de agua almacena en el suelo y la tasa de evaporación.

Martínez *et al.* (2008) en un estudio realizado con *B. humidicola* CIAT 6133 cv Llanero, con tres frecuencias y tres alturas de corte, reportaron que independientemente de la frecuencia y altura de corte, la distribución estacional del rendimiento fue de 79, 13 y 8% durante las épocas de lluvias, nortes y seca, con un rendimiento promedio anual de 11,154 kg MS ha⁻¹, cuando se cosecho a mayor altura (15 cm), mientras que los regímenes de corte que favorecieron un mayor rendimiento fueron los que se realizaron cada 5 semanas en época de lluvias (9362) y al aumentar de 3 a 5 semanas en las épocas de nortes y seca (1538 y 1066 kg MS ha⁻¹); estos valores fueron inferiores a los encontrados en el presente estudio, con una altura de 5 cm y un régimen de corte de 4 semanas durante la época de lluvias y 6 en nortes y seca, respectivamente, registrando un rendimiento total de 16222 kg MS ha⁻¹, distribuidos en 83, 8 y 9% en cada una de las épocas evaluadas.

En praderas de *B. dictyoneura* cv. Llanero pastoreadas cada 5 semanas (época de nortes y seca) y 4 semanas (lluvias) a una altura promedio de 12 cm, Cab *et al.* (2007) registraron un rendimiento total de 15160 kg MS ha⁻¹, con una distribución estacional de 20, 15 y 65% en la época de nortes, seca y lluvias, respectivamente, variando considerablemente con la distribución presente en este estudio.

Gerardo (2006), en el mismo sitio de estudio y los mismos genotipos midió el rendimiento de forraje durante las épocas de nortes y seca, correspondientes al primer año de establecido, registrando un promedio del rendimiento total de 11556 kg MS ha⁻¹, con una distribución estacional de 33% para nortes y 67% en seca. Menciona que los genotipos mas prominentes en el rendimiento total fueron el hibrido 16, CIAT 6133, CIAT 26245 y CIAT 26430 con 18948, 16682, 16093 y 15389 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Mientras que los mayores rendimientos en la producción de forraje estacional corresponden para el hibrido 16 para la época de nortes y el ecotipo 26430 en la época seca.

Jiménez (2005) aplicando dos tipos de fertilización a *B. humidicola*, en un ecosistema de la sabana de Huimanguillo bajo pastoreo, no encontró diferencias ($P \geq 0.05$) entre tratamientos en el rendimiento de materia seca durante las épocas de seca, lluvias y nortes. El promedio del rendimiento total de los tratamientos fue de 8933 kg MS ha⁻¹, valores distribuidos en 26% en seca, 36% en lluvias y 38% en nortes.

4.3. Tasa de crecimiento (TC)

Los cambios mensuales en la tasa de crecimiento se presentan en el cuadro 3. La tendencia fue a descender conforme transcurrió cada época, encontrándose diferencias entre genotipos ($P \leq 0.05$); los valores máximos de la TC se presentaron en el mes de junio con un promedio de $189 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, reduciendo gradualmente hasta los $4 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en el mes de mayo.

De acuerdo al promedio total de los meses en que se llevo acabo el experimento, los mayores valores en la TC, lo obtuvieron los genotipos 679 cv chetumal, 6705, 6133 cv llanero, 26425 y 26149, con 58, 55, 55, 52 y $51 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, respectivamente, siendo estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$) con el genotipo 26159, quien obtuvo $36 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (Cuadro 3).

En la época de lluvias el promedio de la TC observada en los genotipos, fue de 5.8 y 9.1 veces mayor que las encontradas en la época de nortes y seca, respectivamente (Cuadro 4). Durante esta época, el genotipo 679 cv chetumal presento la mayor TC ($100 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$), mientras que el 26159 fue el menor ($59 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$), existiendo diferencias estadísticas entre los genotipos ($P \leq 0.05$) cuando la diferencia entre valores en la TC fueron igual o mayor a $16 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$. También existieron diferencias en las siguientes épocas ($P \leq 0.05$), donde los genotipos 679 cv chetumal ($23 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) y 26415 ($13 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) registraron la mayor TC en la época de nortes y seca, respectivamente. Siendo los genotipos 16870 y 16866 los de menor TC en nortes ($7 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) y al igual que en la época seca junto con el genotipo 16879 (con un promedio de $4 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

Cuadro 3. Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) mensual y promedio anual de 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	2005						2006					Promedio
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre	Enero	Marzo	Abril	Mayo		
679 (Chetumal)	232	82	73	61	54	22	24	16	13	4	58	
6705	188	124	39	58	75	16	16	13	15	4	55	
6133 (<i>B. humidicola</i> cv. Llanero)	224	102	88	30	35	16	17	11	15	8	55	
26425	235	85	50	39	43	19	10	17	19	3	52	
26149	178	125	41	41	46	25	19	17	15	5	51	
26427	161	67	87	50	69	16	12	10	11	3	49	
26155	199	81	54	40	39	14	14	12	12	7	47	
6369	205	108	37	39	38	12	11	8	8	5	47	
16885	221	88	54	38	26	10	8	9	8	3	46	
16867	229	72	57	38	32	8	7	8	9	3	46	
Híbrido 16 (INIFAP)	153	80	80	47	44	18	14	10	10	4	46	
16891	202	77	63	35	43	10	8	9	10	4	46	
26407	190	82	39	45	35	18	15	13	13	3	45	
26151	187	68	28	25	64	21	17	17	14	8	45	
16894	178	71	56	30	43	16	15	13	18	7	45	
26413	154	101	42	42	47	12	13	11	14	5	44	
16866	209	81	67	39	17	8	7	4	5	2	44	
26145	161	65	20	36	56	21	20	16	14	5	41	
26415	189	71	38	47	30	6	12	7	8	2	41	
16884	176	68	52	45	23	8	9	8	6	3	40	
26430	152	78	26	29	41	20	18	13	14	5	40	
16870	172	98	43	34	17	6	8	5	6	2	39	
16879	182	66	52	30	32	6	10	6	5	2	39	
26159	161	51	21	17	46	21	14	14	13	4	36	
PROMEDIO	189	83	50	39	42	14	13	11	12	4	46	
EEM	3,5	2,1	2,4	1,3	1,9	0,7	0,7	0,5	0,5	0,2	0,7	
SIG	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

4 semanas de frecuencia de corte en la época de lluvias y 6 semanas en las épocas de nortes y seca. * p ≤ 0.05.

Cuadro 4. Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) estacional de 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	Época		
	Lluvias	Nortes	Seca
679 (Chetumal)	100	23	11
6705	97	16	11
6133 (<i>B. humidicola</i> cv. Llanero)	96	16	11
26425	90	14	13
26149	86	22	12
26427	87	14	8
26155	83	14	10
6369	85	11	7
16885	85	9	7
16867	86	8	6
Hibrido 16 (INIFAP)	81	16	8
16891	84	9	8
26407	78	17	9
26151	75	19	13
16894	76	15	12
26413	77	12	10
16866	83	7	4
26145	68	21	12
26415	75	9	6
16884	73	9	6
26430	65	19	11
16870	73	7	4
16879	73	8	4
26159	59	18	10
PROMEDIO	81	14	9
EEM	1,3	0,6	0,4
SIG	*	*	*

4 semanas de frecuencia de corte en la época de lluvias y 6 semanas en las épocas de nortes y seca. * p ≤ 0.05.

La tasa de crecimiento estacional presentó variación (P≤0.05) cuyo orden descendente fue el siguiente: lluvias > nortes > seca (Cuadro 4). Estos resultados dependieron de los factores climáticos (Monteith, 1977; McCluod y Bula, 1985; Corbea, 1992; Festo *et al.*, 2003) y de manejo (Ludlow, 1980; Enríquez y Romero, 1999) presentes durante la fase experimental, ya que de ellos depende la

productividad de la planta, particularmente la actividad fotosintética (Hodgson *et al.*, 1999).

De acuerdo a los datos obtenidos en el presente estudio, la TC del genotipo 679 cv chetumal, en la época de lluvias fue ligeramente inferior y diferente a los valores reportados por Enríquez y Romero (1999) en las épocas de nortes y seca (118, 7 y 35 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, respectivamente).

Martínez *et al.* (2008), registraron TC promedio de 58, 12 y 9 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ para las épocas de lluvias, nortes y seca, al someter a *B. humidicola* CIAT 6133 a tres frecuencias y tres alturas de corte, donde la mayor TC se presentó al dejar mayor tejido remanente, en las tres épocas; y la frecuencia de corte únicamente influyó al mayor rendimiento en la época de seca, en donde los cortes a menor intervalo de recuperación destacaron con un ligero incremento en la TC. Al mantener un régimen similar al presente estudio, reportaron valores de 59, 12 y 8 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, para las épocas de lluvias, nortes y seca, respectivamente, similares al presente estudio, variando únicamente en la primera época.

Gerardo (2006) para las épocas de nortes y seca, en el mismo sitio de estudio, reporta promedios de 42 y 65 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, superiores a los encontrados en este estudio; atribuyendo que durante el tiempo de evaluación las condiciones climáticas fueron atípicas, favoreciendo el crecimiento vegetal.

Cab *et al.* (2008) observaron que la TC en las épocas de lluvias, nortes y seca, en praderas de *B. dictyoneura* se redujo, aproximadamente en 50% al asociarse con *Arachis pintoii* que al establecerse en monocultivo, donde se obtuvieron valores de 71, 43 y 22 MS ha⁻¹ d⁻¹, para cada época respectivamente.

4.4. Composición morfológica

La composición morfológica varió significativamente ($P \leq 0.05$) entre genotipos dentro épocas y entre las épocas del año (Figura 2). El componente con mayor contribución fue el porcentaje de las hojas y la tendencia se presentó en el siguiente orden descendente ($P \leq 0.05$): nortes > seca > lluvias, con promedios de 77.6, 71.7 y 57.6% respectivamente. En contraste, la mayor contribución de tallos fue en lluvias (28.9%) y la de material muerto en la época seca con 21.1%.

En la época de lluvias la proporción de hojas varió del 46 a 70%, correspondientes al genotipo 6705 y al híbrido 16. Cuando la diferencia en el porcentaje de hojas entre genotipos fue menor a 12% (Cuadro 5), los genotipos, estadísticamente fueron similares ($P \geq 0.05$). Así mismo, la proporción de tallos durante la época de lluvias fue la mayor en comparación con la de nortes y seca, con valores que fluctuaron entre 17 y 39%, siendo el genotipo 6705 ($P \leq 0.05$) el mayor, mostrando diferencias estadísticas con los genotipos que presentaron valores inferiores al 29%. El porcentaje de material muerto varió entre genotipos ($P \leq 0.05$), siendo el genotipo 16879 el que registró el mayor valor (22%), dicha variación se presentó cuando la diferencia en el porcentaje entre genotipos fue igual o mayor al 8.13%.

En la época de nortes también existieron diferencias estadísticas en la contribución de los componentes ($P \leq 0.05$), aunque fueron menores a las registradas en la época de lluvias, ya que para que existiera variación en la contribución de hojas, la diferencia entre el porcentaje de los genotipos fue de 17%, donde el menor valor fue para 16884 (66%) y el mayor para los genotipos 16891 y 26407 (ambos con 86%). La aportación de tallos fue diferente entre los genotipos 26151 y 16867, con el mayor y menor valor respectivamente (21 y 3%), y el resto de ellos tuvieron valores intermedios (11%, en promedio). Para el material muerto, los genotipos con mayor contribución ($P \leq 0.05$) fueron 16886 y 16870 (21%) y los menores 16891 y 26413 (6%), mientras que el resto no presentó variación, teniendo un valor promedio de 11%.

En la época seca la aportación del material muerto del híbrido 16 y del genotipo 16879 fueron los mayores (30%) y los genotipos 26155 y 6133 cv Llanero los menores (11 y 12%, respectivamente). En este periodo se presentó la menor aportación de tallos al rendimiento con valores entre el 2 y 14 %, para el híbrido 16 y el genotipo 26151 ($P \leq 0.05$), respectivamente, el resto de los tratamientos sin variación y con promedio de 7%. El porcentaje de hojas varió del 60 al 82%, donde el genotipo 6705 representó el mayor valor y el genotipo 26155 el menor ($P \leq 0.05$).

Los cambios en la composición morfológica, responden a la interacción de las condiciones edáficas y climáticas presentes en el transcurso del estudio, durante la época de lluvias la temperatura y la disponibilidad de humedad, permitieron un crecimiento acelerado, el cual se reflejó en una contribución

considerable de tallos y concuerda con lo descrito por varios investigadores, los cuales mencionan que la temperatura óptima para el crecimiento de tallo ocurre entre los 30 y 35 °C, ocasionando una disminución en el porcentaje de hojas (McCluod y Bula, 1985), además que el crecimiento de las hojas de pastos tropicales ocurre entre los 20 y 25 °C (Robson *et al.*, 1988).

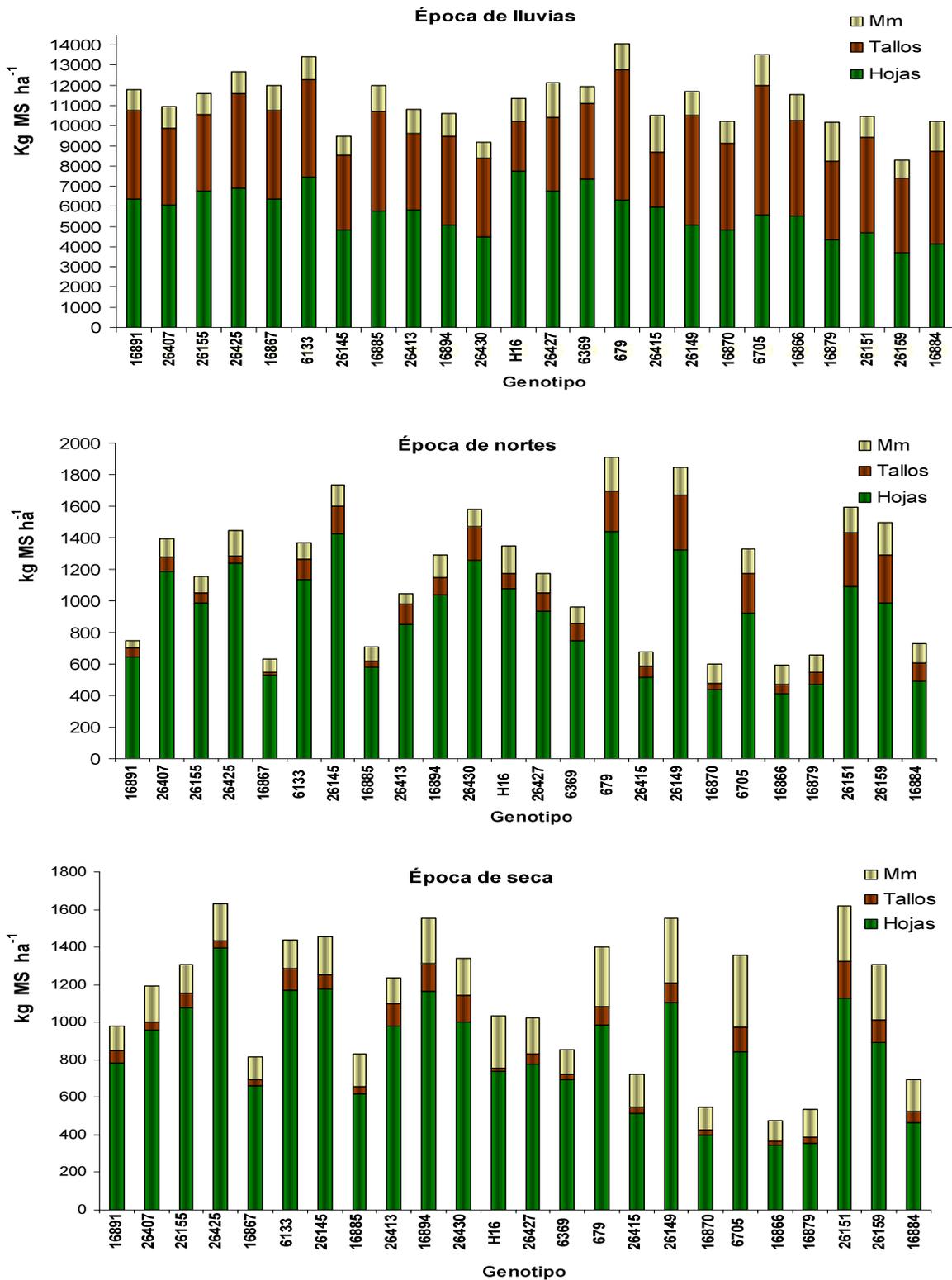
Cuadro 5. Composición morfológica (%) estacional de 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	Época											
	Lluvias				Nortes				Seca			
	Hojas	Tallos	M m	Total	Hojas	Tallos	M m	Total	Hojas	Tallos	M m	Total
16891	61	26	13	100	86	8	6	100	77	8	15	100
26407	63	24	13	100	86	6	8	100	76	5	18	100
26155	63	25	12	100	85	6	9	100	82	6	12	100
26425	66	25	9	100	85	4	11	100	81	4	15	100
16867	61	23	16	100	84	3	13	100	80	4	16	100
6133 •	61	29	10	100	83	9	8	100	80	9	11	100
26145	57	32	11	100	83	9	8	100	77	6	17	100
16885	59	26	15	100	82	6	12	100	71	5	24	100
26413	60	29	11	100	82	12	6	100	77	10	13	100
16894	53	33	14	100	81	9	11	100	73	11	16	100
26430	55	32	12	100	80	13	7	100	71	11	19	100
Híbrido 16 (INIFAP)	70	19	10	100	80	7	13	100	68	2	30	100
26427	60	26	14	100	80	10	10	100	69	6	25	100
6369	66	23	11	100	78	11	11	100	81	3	16	100
679 (Chetumal)	51	39	10	100	76	13	11	100	65	8	27	100
26415	65	17	18	100	74	12	14	100	67	6	28	100
26149	48	38	14	100	73	18	9	100	65	9	26	100
16870	56	27	17	100	73	6	21	100	71	6	23	100
6705	46	39	15	100	70	19	11	100	61	10	29	100
16866	56	26	17	100	70	10	21	100	73	4	23	100
16879	51	27	22	100	70	14	17	100	63	7	30	100
26151	50	38	12	100	69	21	10	100	66	14	20	100
26159	51	37	12	100	68	19	13	100	64	10	26	100
16884	49	32	19	100	66	17	17	100	64	9	27	100
PROMEDIO	57.6	28.9	13.5	100	77.6	10.9	11.5	100	71.7	7.2	21.1	100
EEM	0,9	0,8	0,5		0,9	0,8	0,6		0,9	0,4	0,8	
SIG	*	*	*		*	*	*		*	*	*	

4 semanas de frecuencia de corte en la época de lluvias y 6 semanas en las épocas de nortes y seca. * p ≤ 0.05.

• (*B. humidicola* cv. Llanero)

Figura 2. Composición morfológica estacional (kg MS ha⁻¹) de 23 genotipos de *B. humidicola* y un híbrido, en Isla, Veracruz.



4.5. Peso y número de hojas por tallo

La tendencia general de los genotipos sobre el peso de hojas por tallo, fue aumentar la acumulación de MS hasta llegar al máximo, que ocurrió en el mes de agosto, presentado una reducción entre agosto y octubre, disminuyendo en los meses posteriores a excepción del mes de marzo en el cual se presentó un ligero aumento (Cuadro 6).

Se encontró variación en el peso de hojas por tallo entre los genotipos durante el periodo de estudio (Cuadro 6) y entre épocas. Los mayores pesos se registraron durante la época de lluvias ($P \leq 0.05$) con un promedio entre genotipos de 150 mg, y en las épocas posteriores un promedio de 102 mg, sin variar entre ellas. El híbrido 16 siempre obtuvo los mayores valores ($P \leq 0.05$), en los primeros dos meses aumentando gradualmente hasta alcanzar valores máximos en los meses de agosto, septiembre y octubre (357 mg MS, promedio), descendiendo gradualmente en los meses posteriores. Mientras que los genotipos con menores pesos ($P \leq 0.05$) fueron 26430, 26415 y 16885 (114, 72 y 73 mg MS) para la época de lluvias, nortes y seca, respectivamente.

El número de hojas por tallo se presentan en el cuadro 7; únicamente se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los meses de agosto, diciembre y marzo, donde los mayores valores fueron para el híbrido 16, 16866 y 16884 con 7, 5 y 4 hojas por tallo. Independientemente de esta variación el número promedio de hojas por tallo se mantuvo durante todo el periodo de estudio.

Cuadro 7. Número de hojas por tallo mensual y estacional en 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	2005							2006					Época		
	28 Jun	26 Jul	23 Ago	20 Sep	18 Oct	7 Dic	18 Ene	1 Mar	12 Abr	24 May	Lluvias	Nortes	Seca		
	26430	4	3	3	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	
26413	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5		
16891	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4		
26149	6	5	6	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4		
16884	4	3	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4		
26427	4	2	5	4	6	4	5	5	5	4	4	4	4		
16879	5	4	6	3	5	4	5	5	4	4	5	4	4		
16867	4	3	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4		
16866	5	4	4	4	6	5	5	4	4	4	4	5	4		
26159	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4		
679 (Chetumal)	6	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4		
26151	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4		
16870	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4		
6133 •	5	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
16885	5	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4		
6705	6	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4		
6369	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4		
Híbrido 16 *	6	4	7	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4		
16894	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4		
26415	5	3	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4		
26155	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4		
26145	5	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4		
26425	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4		
26407	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4		
PROMEDIO	5	3	4												
EEM	0,12	0,10	0,16	0,10	0,14	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,06		
SIG	NS	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS		

4 semanas frecuencia de corte de junio a octubre de 2005 y 6 semanas de diciembre 2005 a mayo 2006, * p ≤ 0.05.

• (*B. humidicola* cv. Llanero) * INIFAP

En el presente estudio el mantener la altura y régimen de cosecha de los genotipos, no influyo para que existiera un aumento en la aparición de hojas por tallo (Cuadro 7), pero si mostró aumento en su peso, como respuesta a la interacción de la disponibilidad de humedad en el suelo y las condiciones climáticas presentes durante el estudio. Se presento en promedio una diferencia del 50% en los meses de mayor y menor peso de hojas por tallo (Cuadro 6), los cuales se presentaron en las épocas de mayor y menor precipitación, respectivamente.

4.6. Peso por tallo

En los meses de septiembre y octubre no se encontraron variaciones significativas ($P \geq 0.05$) en el peso por tallo, el hibrido 16 fue el genotipo que presento los mayores valores ($P \leq 0.05$) a excepción de los meses de junio y octubre.

Los mayores valores se presentaron en los meses de junio a octubre (78 a 169 mg MS tallo⁻¹) correspondiente a la época de lluvias, coincidiendo con la época de mayor TC, pero registrando valores de 49 y 55 mg MS tallo⁻¹ en la época de nortes y seca respectivamente, siendo diciembre el mes que mostró el menor valor (40 mg MS tallo⁻¹). En general, se observo una tendencia a mayor peso en la época de mayor precipitación y en las otras dos épocas mantener valores inferiores y similares entre ellas (Cuadro 8).

La reducción del peso por tallo coincide con el aumento en la densidad de tallos (Cuadro 9), comportamiento encontrado por otros autores (Hernández *et al.*,

1997; Hirata y Pakinding, 2004), quienes señalan que el aumento en la densidad de tallos por unidad de área ocasiona una disminución en el peso individual de los tallos, efecto que es explicado por la ley de “auto aclareo”, elaborado por Yoda *et al.* (1963) y confirmada por varios investigadores (Bircham y Hodgson, 1983; Davies, 1988; Chapman y Lemaire, 1993). Martínez (2008) y Cab (2008), encontraron un comportamiento similar con *B. humidicola* CIAT 6133, evaluado en condiciones ambientales similares al presente estudio, obteniendo valores superiores a los observados con el mismo material (517 y 449 mg MS tallo⁻¹, respectivamente).

El comportamiento estacional de la contribución porcentual del peso del pseudotallo y hojas por tallo, se presenta en la Figura 3. El promedio de la proporción del peso de tallos fue de 46, 32 y 35% para las épocas de lluvias, nortes y seca, respectivamente. Mostrando un comportamiento inverso a la tendencia de la densidad de tallos (Cuadro 9), coincidiendo con el efecto de “auto aclareo” descrito anteriormente. Así mismo, el porcentaje con que contribuyen las hojas en el peso total de la planta, tiende a aumentar conforme transcurrieron las diferentes épocas. Se observó una inhibición del crecimiento de los tallos en la época de nortes debido al descenso de la temperatura y a la alta nubosidad, seguido del estrés provocado por el déficit agua en la época de seca (Ludlow, 1980; Man y Wiktorsson, 2003; Garza *et al.*, 2005).

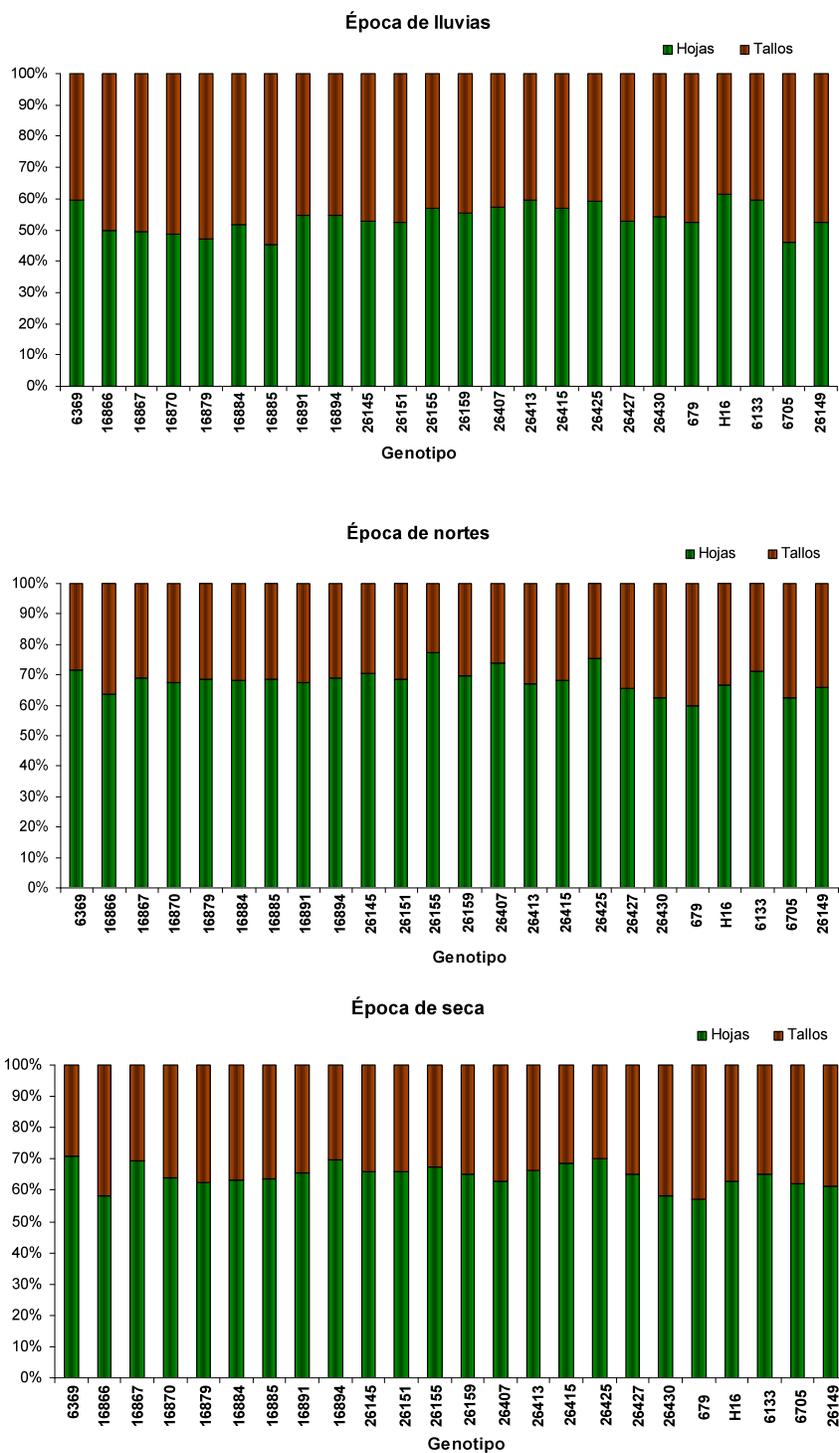
Cuadro 8. Peso por tallo (mg MS) mensual y estacional en 23 genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	2005							2006					Época	
	28 Jun	26 Jul	23 Ago	20 Sep	18 Oct	7 Dic	18 Ene	1 Mar	12 Abr	24 May	Lluvias	Nortes	Seca	
	Hibrido 16 *	193	260	227	160	150	127	90	100	107	123	198	108	110
16867	227	207	203	57	117	60	27	43	43	50	162	43	46	
16885	183	193	97	157	110	47	30	43	43	40	148	38	42	
6705	140	220	140	90	140	60	60	73	60	50	146	60	61	
16894	150	170	167	123	110	73	60	53	63	63	144	67	60	
26427	90	203	150	100	163	60	50	47	53	43	141	55	48	
26149	140	203	150	93	120	50	40	67	67	77	141	45	70	
26425	123	163	160	63	150	43	40	57	50	53	132	42	53	
16879	170	157	130	93	107	37	37	57	33	47	131	37	46	
16870	147	153	93	67	190	47	40	43	40	43	130	43	42	
26151	147	177	137	70	113	63	27	70	47	53	129	45	57	
6133 •	150	183	130	73	93	60	37	57	57	87	126	48	67	
16866	170	157	107	47	143	60	37	43	50	73	125	48	56	
6369	160	163	103	70	117	47	53	50	43	50	123	50	48	
16884	150	163	127	50	120	57	30	50	43	43	122	43	46	
26413	107	173	107	67	130	60	50	73	73	57	117	55	68	
679 (Chetumal)	110	117	143	63	143	97	43	70	70	67	115	70	69	
26159	137	170	133	50	83	57	27	53	47	47	115	42	49	
26145	140	160	83	53	110	47	27	43	37	47	109	37	42	
16891	97	163	117	57	97	40	37	47	47	57	106	38	50	
26415	73	113	73	103	153	43	23	30	33	43	103	33	36	
26155	113	133	107	47	83	27	27	50	47	57	97	27	51	
26430	100	140	97	67	80	70	47	63	60	53	97	58	59	
26407	93	123	110	57	77	40	23	40	43	50	92	32	44	
PROMEDIO	138	169	129	78	121	57	40	55	52	57	127	49	55	
EEM	5	5	6	7	5	3	2	2	2	3	3	2	1	
SIG	*	*	*	NS	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	

4 semanas frecuencia de corte de junio a octubre de 2005 y 6 semanas de diciembre 2005 a mayo 2006, * p ≤ 0.05.

• (B. humidicola cv. Llanero) † INIFAP

Figura 3. Porcentaje del peso de tallos y peso de hojas por tallo de 23 genotipos de *B. humidicola* y un híbrido, en Isla, Veracruz. En las tres épocas en estudio.



4.7. Densidad de tallos

En el cuadro 9 se presenta los cambios mensuales y estacionales en la densidad total de tallos. En las figuras 4 a 11 se muestran el aporte mensual de la aparición de tallos a la densidad total y el ciclo de vida de cada comunidad de tallos que nacieron y murieron en el periodo de estudio. Durante las tres épocas y con excepción de los meses de agosto, septiembre y octubre, se presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre genotipos, en la densidad estacional se presento del siguiente orden descendente: seca > nortes > lluvias (Cuadro. 9) y la menor densidad de tallos ocurrió en el mes de agosto (159 tallos m^{-2}), mientras que la mayor densidad ocurrió en abril (2600 tallos m^{-2}), correspondiente a los genotipos 26145 y 16867, respectivamente.

La tendencia general en la densidad de tallos fue a disminuir gradualmente con respecto transcurrieron los meses en estudio, hasta presentar el menor promedio en el mes de agosto (591 tallos m^{-2}), para después incrementar de la misma forma hasta alcanzar el mayor valor en el mes de abril (1714 tallos m^{-2}).

Las mayores poblaciones de tallos por m^{-2} para las épocas de lluvias, nortes y seca, fueron para el híbrido 16, 16885 y 16867, respectivamente. Al mismo tiempo, la menor densidad en la época de lluvias fue para el genotipo 26413 y para las épocas de nortes y seca el genotipo 6705 (Cuadro 9).

Los tallos que aparecieron durante mayo, junio y julio (2006), tuvieron un ciclo de vida menor que aquéllos nacidos a partir de septiembre (Figuras 4 a 11),

correspondiendo a los meses de mayor precipitación, quizás por que en estos meses (junio y julio) se presentaron las mayores tasas de crecimiento, relacionados con cortes mas frecuentes (4 semanas), además que represento la mayor cantidad de tallos en la contribución del rendimiento total lo que significa un mayor grado de cosecha de este componente.

La temperatura y la humedad en el suelo, son los principales factores climáticos que influyen en la densidad y tamaño de los tallos, por lo que la tasa de aparición y muerte de tallos, esta relacionado las condiciones ambientales, por lo que cuando las condiciones son favorables existe una constante producción de tallos, dando como resultado un aumento en la producción de biomasa de forraje en la pradera (Michel y Helene, 2000).

Martínez *et al.* (2008) reportan para CIAT 6133 valores superiores a los encontrados en este estudio, mientras Cab *et al.* (2008) con el mismo genotipo, registraron resultados mensuales y estacionales, similares a los del estudio. Gerardo (2006) obtuvo promedios similares para los mismos genotipos, pero para los meses correspondientes a las épocas de nortes y seca.

Figura 4. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 6369, 16866, 16867 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.

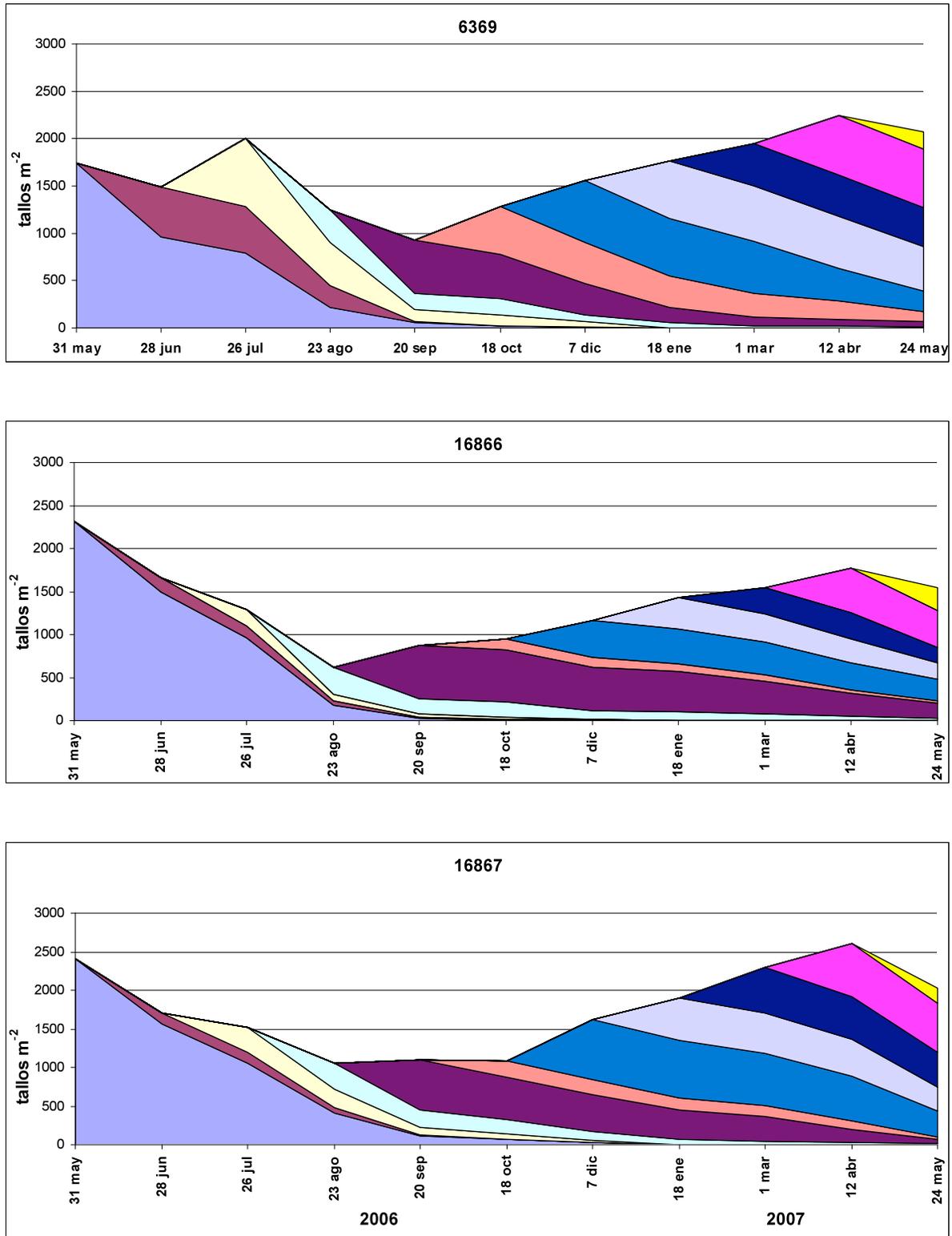


Figura 5. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 16870, 16879, 16884 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.

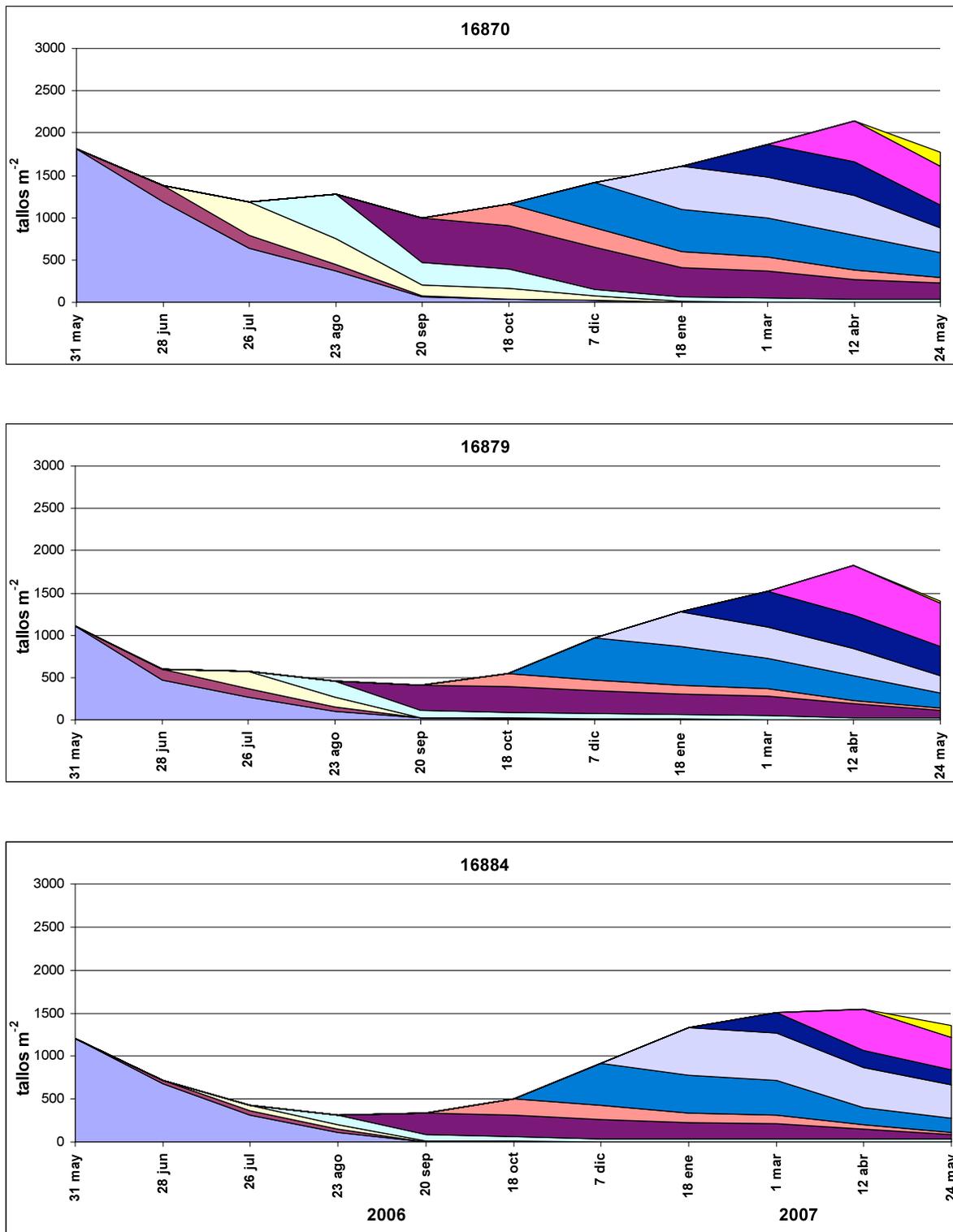


Figura 6. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 16885, 16891, 16894 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.

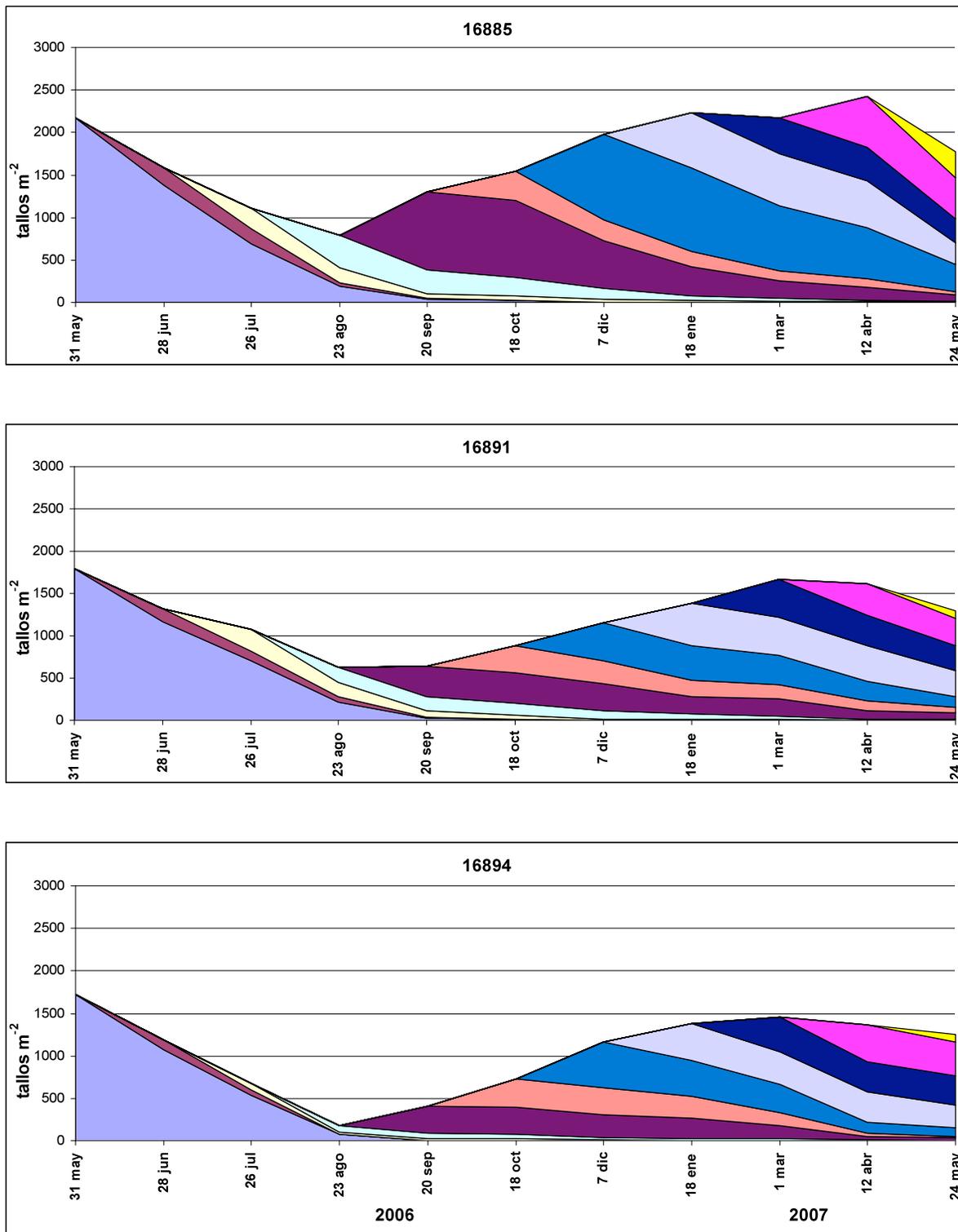


Figura 7. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 26145, 26151, 26155 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.

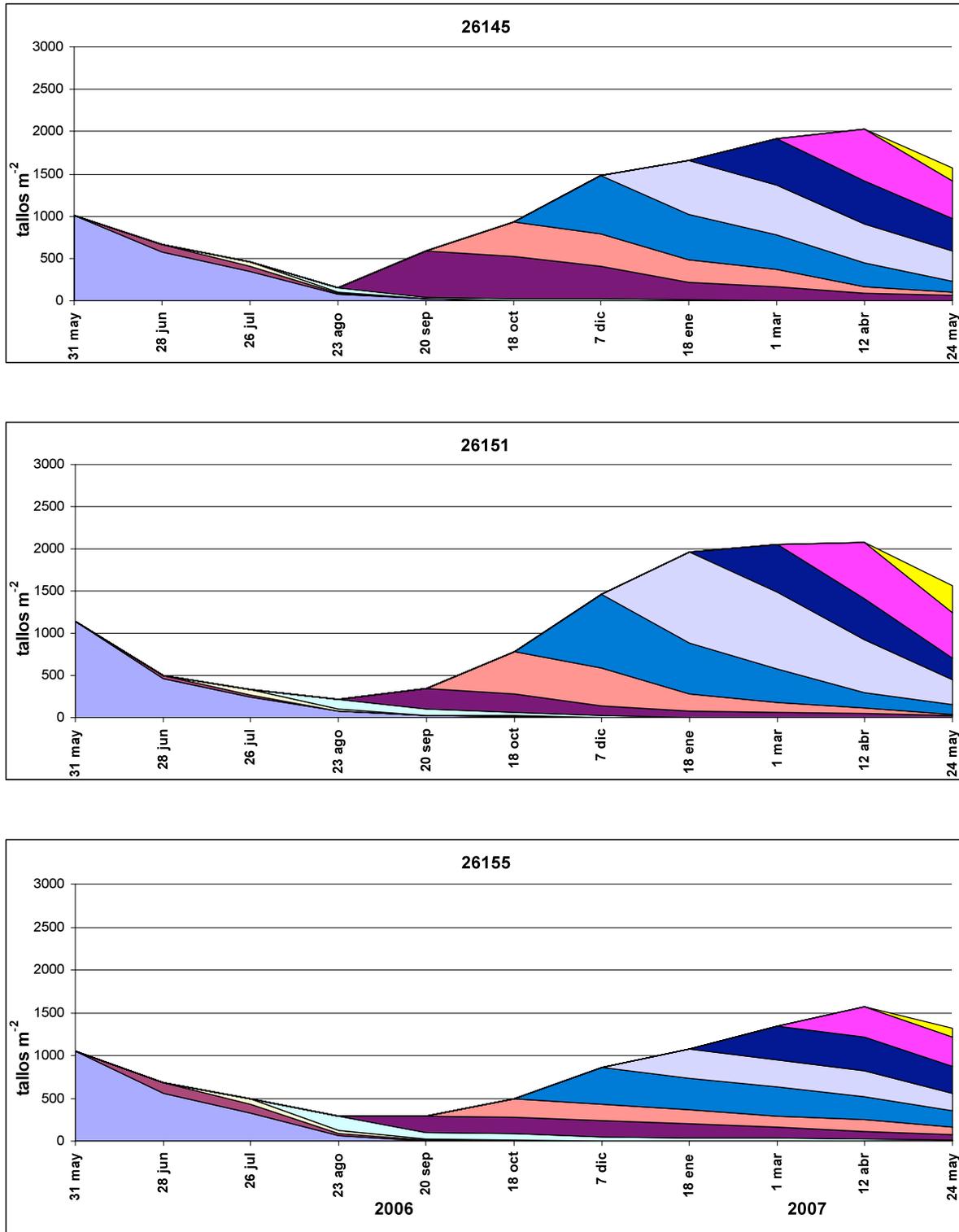


Figura 8. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 26159, 26407, 26413 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.

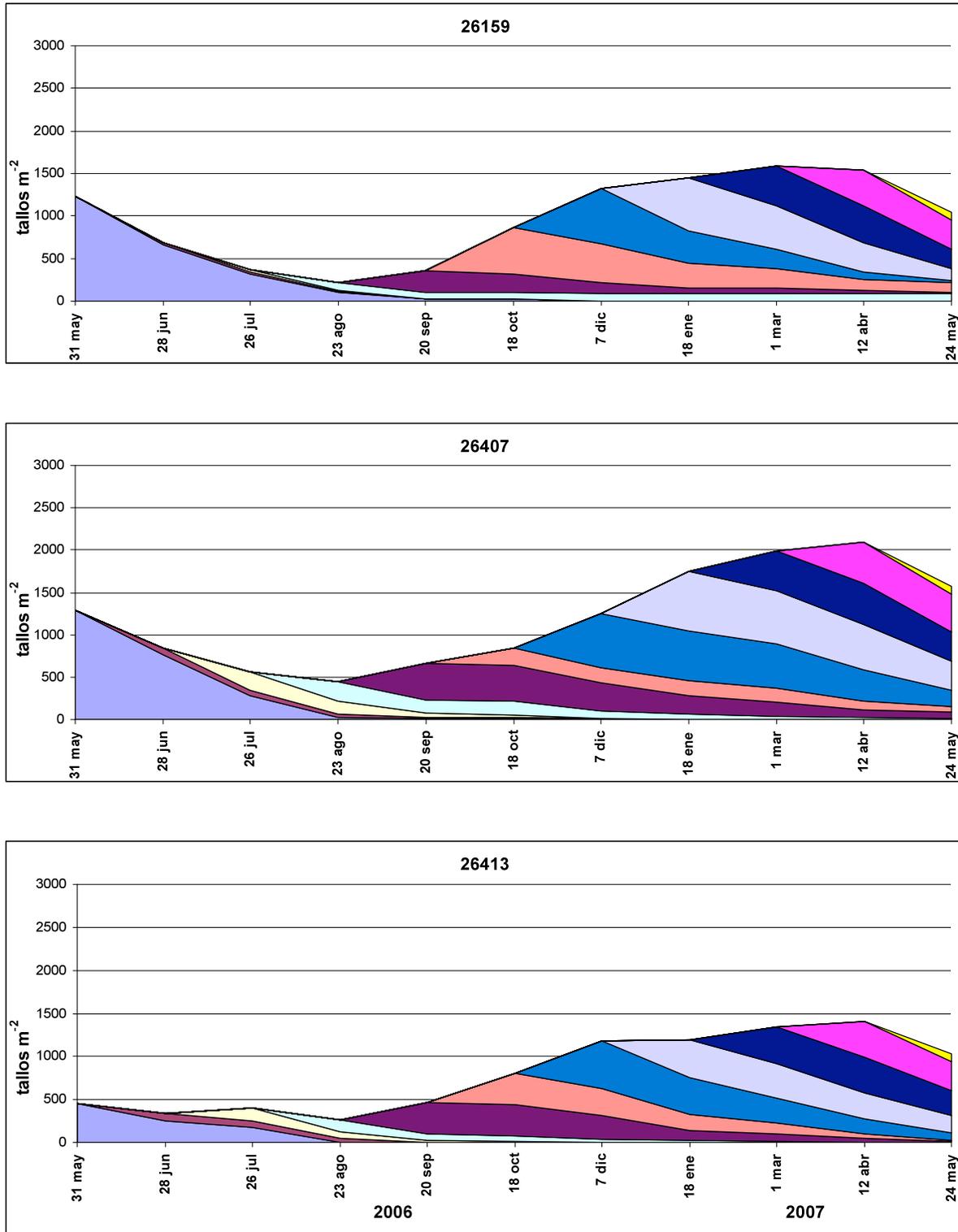


Figura 9. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 26415, 26425, 26427 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.

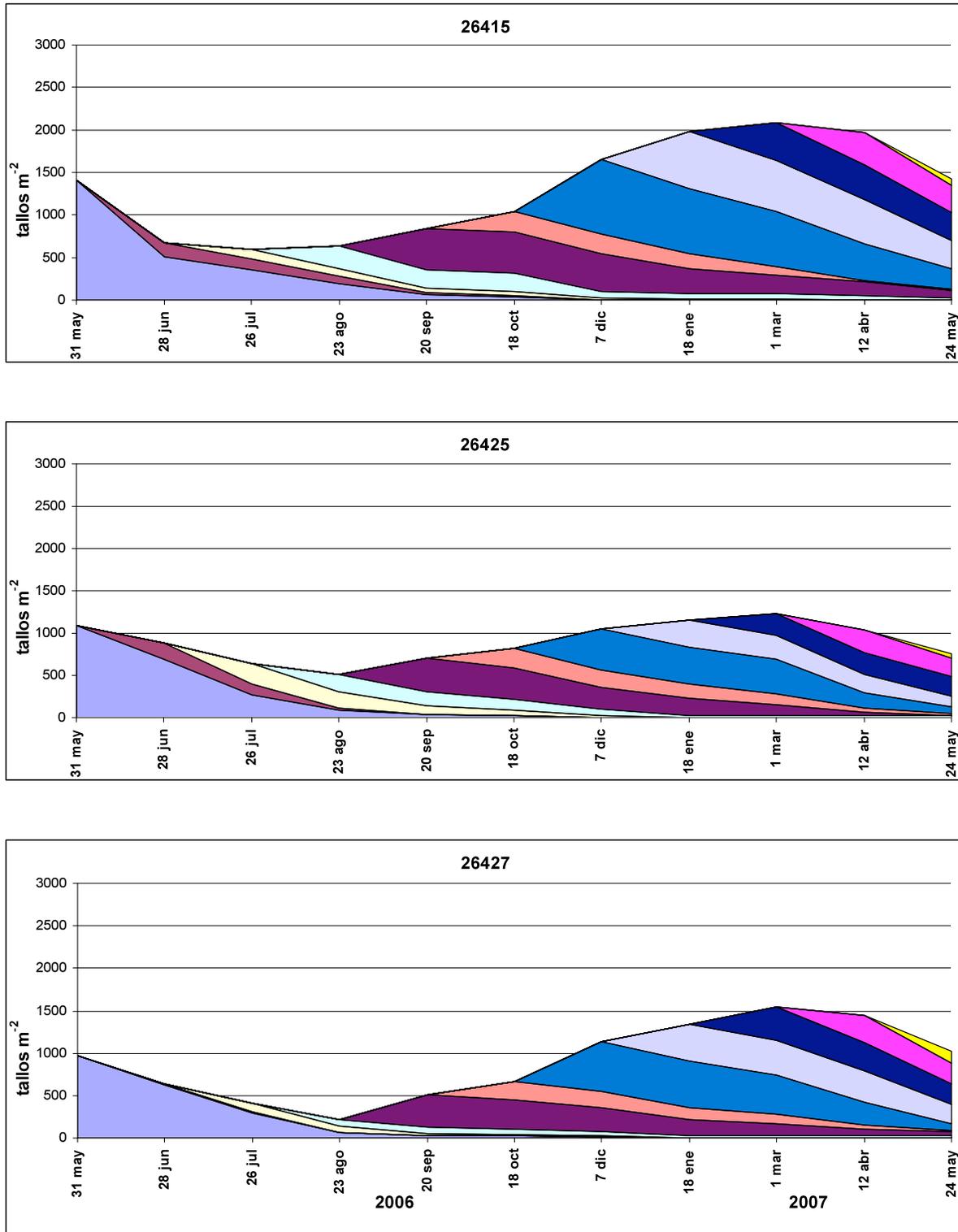


Figura 10. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 26430, 679 e Híbrido 16 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.

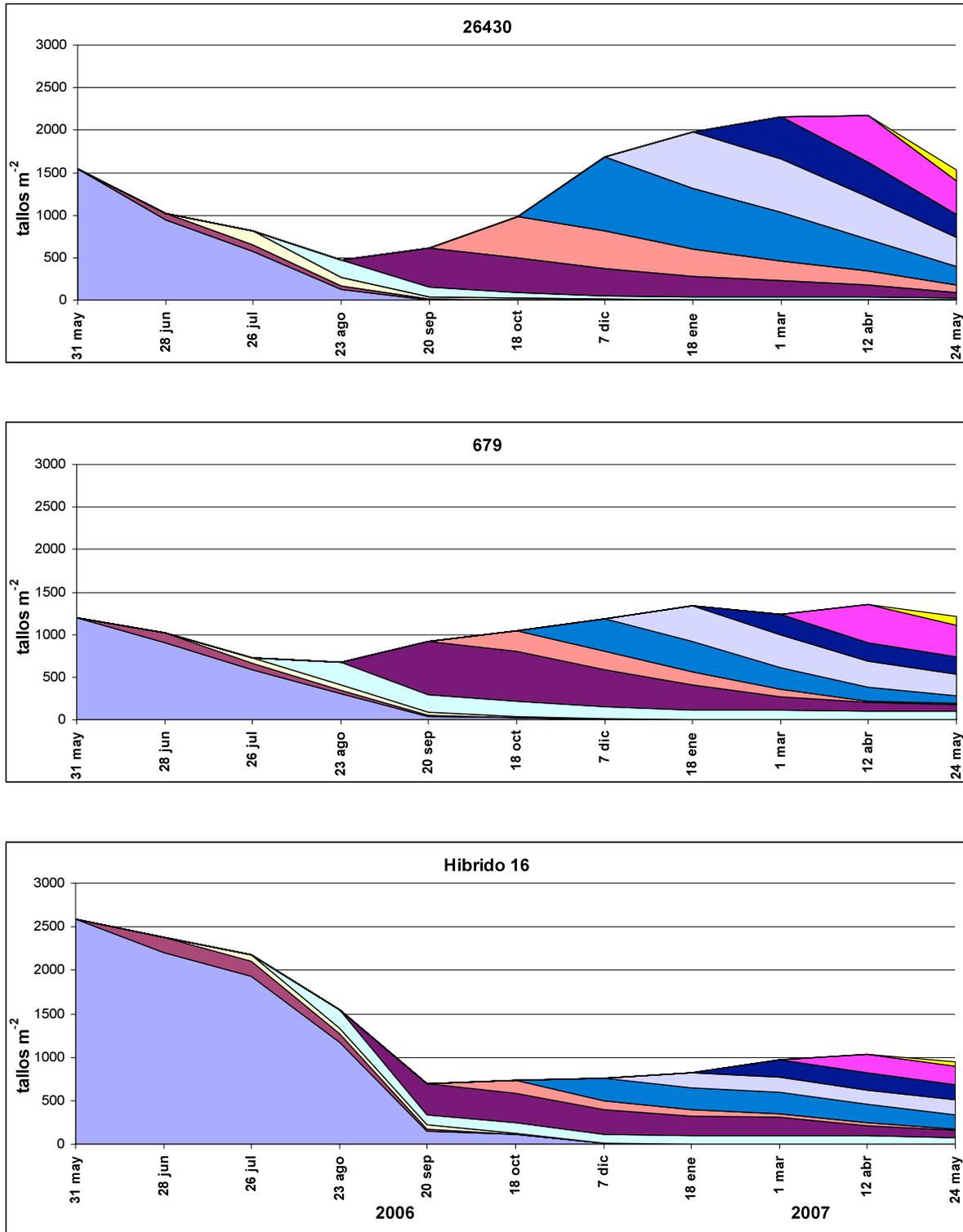
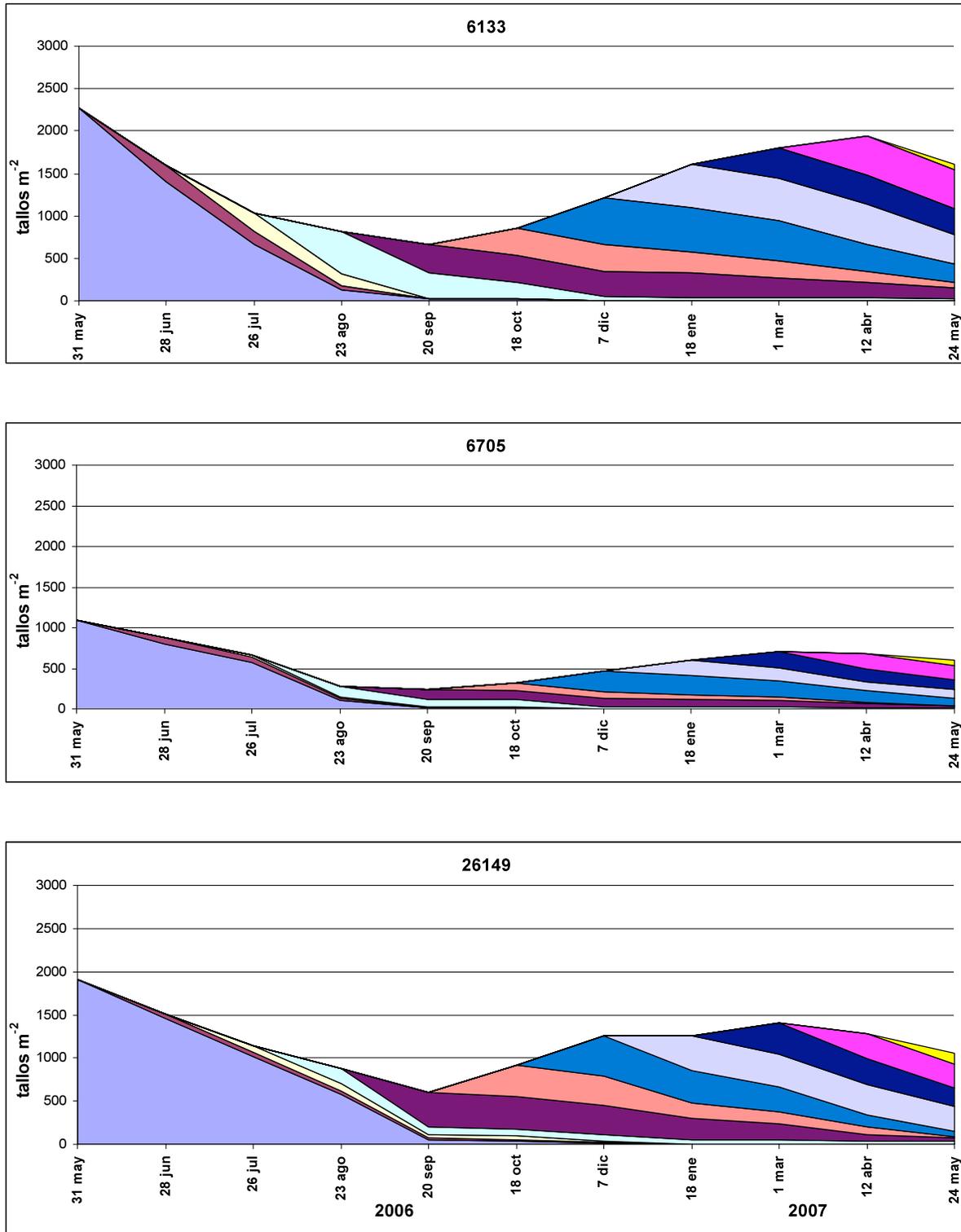


Figura 11. Densidad de tallos en *B. humidicola* genotipos 6133, 6705, 26149 de 31 mayo 2006 a 24 mayo 2007.



Cuadro 9. Densidad de tallos (tallos m⁻²) mensual y estacional en genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	2005										2006				Época		
	31 may	28 Jun	26 Jul	23 Ago	20 Sep	18 Oct	7 Dic	18 Ene	1 Mar	12 Abr	24 May	Lluvias	Nortes	Seca			
	16867	2409	1708	1528	1061	1093	1082	1613	1899	2302	2600	2027	1480	1756	2310		
16885	2175	1581	1114	785	1305	1538	1984	2228	2175	2419	1772	1416	2106	2122			
6369	1740	1485	2005	1252	923	1284	1560	1761	1942	2239	2069	1448	1661	2083			
26430	1549	1019	817	477	615	987	1687	1974	2154	2165	1528	911	1830	1949			
16870	1814	1379	1188	1273	997	1167	1422	1613	1867	2143	1772	1303	1517	1928			
26151	1135	499	329	212	350	785	1464	1963	2048	2080	1570	552	1714	1899			
26407	1284	838	562	446	658	838	1252	1751	1995	2090	1570	771	1501	1885			
26145	1008	668	456	159	584	934	1475	1666	1920	2027	1570	635	1570	1839			
26415	1411	679	594	637	838	1040	1655	1984	2080	1974	1422	867	1820	1825			
6133	2271	1592	1040	817	668	859	1210	1613	1804	1942	1613	1208	1411	1786			
16866	2313	1655	1294	615	870	955	1167	1432	1549	1772	1549	1284	1300	1623			
16879	1114	605	573	456	414	552	966	1273	1517	1825	1401	619	1119	1581			
16891	1793	1316	1072	626	637	881	1157	1379	1666	1613	1294	1054	1268	1524			
16884	1210	722	424	308	340	499	912	1326	1507	1538	1358	584	1119	1468			
26155	1050	679	499	286	286	488	859	1072	1348	1570	1316	548	966	1411			
26159	1231	690	371	212	361	870	1326	1443	1592	1538	1040	622	1385	1390			
16894	1729	1188	679	180	403	722	1157	1379	1454	1369	1252	817	1268	1358			
26427	976	637	414	223	509	668	1135	1337	1538	1443	1019	571	1236	1333			
679 (Chetumal)	1199	1019	732	679	923	1050	1188	1337	1241	1358	1210	934	1263	1270			
26413	446	340	403	265	467	806	1178	1188	1348	1411	1029	454	1183	1263			
26149	1910	1507	1146	881	605	912	1252	1252	1401	1284	1050	1160	1252	1245			
26425	1093	881	637	509	700	817	1050	1157	1231	1040	753	773	1103	1008			
Híbrido 16 *	2589	2377	2175	1538	700	732	764	828	966	1029	944	1685	796	980			
6705	1093	881	668	276	244	318	467	594	711	679	594	580	531	661			
PROMEDIO	1523	1081	863	591	645	866	1246	1477	1640	1714	1363	928	1361	1573			
EEM	85	75	71	64	48	52	54	59	60	68	58	56	55	60			
SIG	*	*	*	N S	N S	NS	*	*	*	*	*	*	*	*			

4 semanas frecuencia de corte de junio a octubre de 2005 y 6 semanas de diciembre 2005 a mayo 2006, * p ≤ 0.05.

• (*B. humidicola* cv. Llanero) ✱ INIFAP

4.8. Tasa de aparición y muerte de tallos

En el Cuadro 10 se presentan los datos mensuales y estacionales de la tasa de aparición de tallos, la cual presentó variación entre genotipos durante el periodo experimental ($P \leq 0.05$), a excepción de agosto, octubre, marzo y abril. La época de nortes presentó el mayor promedio en aparición de tallos ($13 \text{ tallos m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), siendo significativamente mayor ($P \leq 0.05$) que las otras dos épocas. En promedio, la mayor y menor tasa de aparición mensual se registraron en septiembre y mayo con promedios de 15 y 3 tallos $\text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, respectivamente.

En el mes de junio el genotipo 26427 no mostró aparición de tallos y el genotipo 16885 registró la mayor aparición de tallos en el mes de septiembre. En la época de lluvias la mayor natalidad la presentó el genotipo 6369 y en las otras dos épocas lo registro el genotipo 6151. Mientras que la menor aparición de tallos en las tres épocas fue para el ecotipo 6705 (Cuadro 12).

La tasa de mortalidad de tallos se presenta en el Cuadro 11. No existió variación entre genotipos ($P \geq 0.05$) en los meses de junio, julio y de octubre a enero, así como en la época de nortes. En lluvias se presentó la mayor tasa de mortalidad ($13 \text{ tallos m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, promedio de todos los genotipos), seguida por la época de seca y nortes, en orden descendente.

La variación observada en la tasa de muerte de tallos, en los meses que existieron diferencias ($P \leq 0.05$) fueron de 1 a 43 tallos $\text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. En el mes de agosto el híbrido 16 registro la mayor tasa de mortalidad, mientras que en el mes de

octubre varios genotipos mostraron valores menores, aunque no existió variación entre genotipos ($P \geq 0.05$).

La tasa de la aparición y muerte de tallos, así como la densidad poblacional de éstos, son influenciadas en su mayoría por factores de manejo, principalmente por la frecuencia e intensidad de corte, fertilización o su interacción (Hernández *et al.*, 1999; Lemaire, 2001; Carlassare y Karsten, 2003; Höglind *et al.*, 2005). Así mismo, otros autores consideran que cuando las hojas de un tallo crecen rápidamente, la sombra que produce disminuye la tasa de aparición de los tallos, por competencia de luz y nutrientes, principalmente (Matthew *et al.*, 1999; Matthew *et al.*, 2001), ya que existe una relación directa entre la aparición de hojas y la de tallos. En general, a mayor aparición de hojas mayor aparición de tallos y viceversa (Hernandez-Garay *et al.*, 1999).

Martínez (2006) encontró que la densidad de tallos en el genotipo 6133 es afectado en mayor grado por la frecuencia de corte, que por la intensidad de corte, señalando que la menor densidad de tallos ocurrió cuando se aumento el intervalo entre cortes. Aunque los valores registrados son mayores a los encontrados en este estudio. Gerardo (2006) con los mismos genotipos, registró valores similares a este estudio, en los meses correspondientes a las épocas de nortes y lluvias con un promedio de 7 tallos, y una variación de 1 a 43 tallos $m^{-2} d^{-1}$, respectivamente.

Cuadro 10. Tasa de aparición de tallos (tallos m⁻² d⁻¹) mensual y estacional en genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	2005						2006				Época		
	28 Jun	26 Jul	23 Ago	20 Sep	18 Oct	7 Dic	18 Ene	1 Mar	12 Abr	24 May	Lluvias	Nortes	Seca
	26151	1	2	4	9	18	21	26	13	16	8	7	23
16885	7	9	14	33	12	24	15	10	14	7	15	20	11
26415	6	4	9	17	8	21	16	11	9	2	9	19	7
26430	3	6	8	16	17	21	16	12	13	3	10	18	9
26407	3	8	8	15	7	15	17	11	12	2	8	16	8
26145	3	2	2	19	15	16	15	13	15	4	8	16	11
16867	5	12	12	23	8	18	13	14	16	5	12	16	12
6369	19	26	13	20	18	16	14	11	15	4	19	15	10
26159	1	1	3	9	20	15	15	11	10	2	7	15	8
6133 •	7	8	18	12	11	13	12	9	11	2	11	13	7
16870	7	14	19	19	9	13	12	9	12	4	14	13	8
16884	2	2	4	9	6	12	13	6	11	3	5	12	7
26427	0	4	3	14	8	14	10	9	8	3	6	12	7
26413	3	5	5	13	13	13	10	10	10	2	8	12	7
16894	4	3	3	11	12	13	10	10	10	2	7	11	7
16891	5	9	6	13	11	11	12	11	9	2	9	11	7
16879	5	7	7	11	6	12	10	10	14	1	7	11	8
26149	2	3	6	14	13	11	10	9	7	3	8	10	6
16866	6	7	11	22	5	10	9	7	12	7	10	10	9
26425	7	9	7	14	8	12	8	6	7	1	9	10	5
679 (Chetumal)	4	2	10	22	9	9	10	6	11	2	9	9	6
26155	5	3	6	7	8	10	8	9	9	2	5	9	7
Híbrido 16x	6	3	7	13	5	6	4	5	5	1	7	5	4
6705	3	1	5	5	3	6	4	5	5	2	3	5	4
Promedio	5	6	8	15	10	14	12	9	11	3	9	13	8
EEM	0,55	0,77	0,87	1,05	0,94	0,69	0,65	0,44	0,55	0,32	0,53	0,61	0,35
SIG	*	*	NS	*	NS	*	*	NS	NS	*	*	*	*

4 semanas frecuencia de corte de junio a octubre de 2005 y 6 semanas de diciembre 2005 a mayo 2006, * p ≤ 0.05.
 • (B. humidicola cv. Llanero) • INIFAP

Cuadro 11. Tasa de mortalidad de tallos (tallos m⁻² d⁻¹) mensual y estacional en genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	2005												2006				Época		
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre	Enero	Marzo	Abril	Mayo	Lluvia	Nortes	Seca	Lluvia	Nortes	Seca			
	28	7	39	31	5	9	10	6	8	8	22	9	7						
6369	30	18	29	22	8	6	6	5	9	18	21	6	11						
16867	31	28	26	17	5	5	3	4	8	10	21	4	7						
6133	14	10	30	43	4	6	3	1	4	3	20	4	3						
Híbrido 16 *	29	20	35	13	2	5	3	5	7	12	20	4	8						
16866	28	25	25	14	4	14	10	11	8	23	19	12	14						
16885	22	21	16	29	3	7	8	3	5	13	18	7	7						
16870	22	18	22	13	3	4	7	4	10	10	16	5	8						
16891	16	16	16	24	2	3	10	5	10	9	15	6	8						
26149	22	13	20	11	4	4	9	7	13	18	14	6	13						
26430	23	21	20	3	1	2	5	8	12	5	14	4	8						
16894	32	7	8	10	1	6	8	8	12	15	12	7	12						
26415	19	18	12	8	1	5	5	6	9	15	11	5	10						
26407	23	8	11	12	1	2	2	4	7	11	11	2	7						
16879	14	17	12	7	4	6	5	4	11	8	11	6	8						
26425	10	13	12	14	4	6	6	8	8	6	10	6	7						
679 (Chetumal)	19	13	8	8	1	2	3	2	10	8	10	3	6						
16884	18	9	13	7	1	2	3	3	3	8	9	2	5						
26155	20	13	9	4	2	5	12	8	11	14	9	8	11						
26159	24	8	8	4	3	5	14	11	15	20	9	9	15						
26151	11	9	19	6	1	3	1	2	5	4	9	2	4						
6705	16	9	13	4	2	3	11	7	12	15	9	7	11						
26145	13	12	10	3	2	3	6	5	10	13	8	4	9						
26427	7	3	10	6	1	4	10	7	9	11	5	7	9						
26413	20	14	17	12	3	5	6	6	9	12	14	6	9						
Promedio	1,26	1,13	1,35	1,60	0,35	0,55	0,60	0,44	0,50	0,83	0,76	0,47	0,44						
EEM	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	*						
SIG																			

4 semanas frecuencia de corte de junio a octubre de 2005 y 6 semanas de diciembre 2005 a mayo 2006, * $p \leq 0.05$.
• (*B. humicola* cv. Llanero) ✦ INIFAP

4.9. Altura de la planta

Las alturas mensuales correspondientes a los genotipos en estudio se muestran en el Cuadro 12. Únicamente en el mes de diciembre no existió diferencia entre genotipos ($P \geq 0.05$). En los dos primeros meses del estudio, la altura de las plantas fue aumentando, registrando el mayor valor en el mes de julio con un promedio de todos los tratamientos de 27.5 cm, reduciendo un 55% en el agosto, siguiendo una tendencia a disminuir conforme transcurrieron los meses hasta registrar el menor promedio en el mes de mayo (7.4 cm).

La mayor altura lo presentó el genotipo 6133 en el mes de junio, mientras que el menor fue para los genotipos 16879 y 26415 en el mes de mayo (Cuadro 12).

La tendencia general de la altura de las plantas estuvo en función de la cantidad de precipitación y de la temperatura ambiental que se presentaron en los meses de estudio, en los meses de junio y julio la precipitación acumulada fue de 607 mm y la temperatura promedio de 28 ° C, respuesta que coincide con lo expresado por diversos autores (McCluod y Bula, 1985; Corbea, 1992; Festo *et al*, 2003) al señalar que la temperatura óptima de crecimiento oscila en el rango de 25 a 35 ° C y que temperaturas inferiores a estas las plantas se restringe el crecimiento.

Cuadro 12. Altura mensual (cm) en genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	2006						2007				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Diciembre	Enero	Marzo	Abril	Mayo	
16894	30,2	42,7	19,2	10,7	10,3	9,5	12,3	12,3	10,0	8,0	
6705	24,7	36,3	14,3	11,2	11,8	11,2	11,3	13,5	9,7	8,2	
679 (Chetumal)	20,2	33,7	17,5	11,7	11,3	11,7	12,3	13,5	10,5	7,8	
26145	25,0	32,5	13,3	13,5	12,3	11,7	11,7	12,5	9,8	8,2	
6133	46,8	31,8	18,5	13,5	11,0	12,5	10,7	11,8	7,8	7,3	
16885	30,8	31,0	15,0	12,3	10,0	10,0	7,8	8,2	8,0	7,5	
16867	28,8	30,7	15,3	9,7	9,7	7,5	8,3	7,5	7,2	6,3	
26425	29,5	30,7	16,2	12,7	14,2	11,2	11,3	12,7	11,2	8,3	
26155	20,3	30,0	19,3	12,7	10,5	11,8	10,2	10,2	9,5	8,3	
26407	34,7	30,0	17,7	19,2	16,0	11,5	13,0	13,7	10,2	8,2	
26149	27,2	29,8	16,0	9,7	10,3	10,2	10,3	9,7	8,0	6,8	
16891	23,3	29,7	18,3	10,2	7,8	9,2	8,7	7,7	7,7	7,3	
26413	24,0	29,3	14,7	12,2	11,3	10,7	9,2	10,0	8,8	7,2	
26430	23,0	28,3	13,8	12,2	12,5	13,5	11,7	13,0	8,5	8,2	
26151	19,3	25,7	18,3	7,3	8,8	10,0	9,5	8,3	8,7	7,5	
16866	21,8	24,3	17,0	10,0	8,0	7,2	7,3	6,5	6,8	6,3	
16879	15,0	23,7	11,0	9,5	9,8	8,0	6,8	7,3	6,7	6,2	
26159	17,3	22,0	11,7	7,2	7,7	8,7	8,5	8,5	7,8	7,0	
26415	19,7	22,0	15,0	12,5	10,0	8,7	8,0	7,7	6,8	7,0	
26427	14,0	22,0	16,2	11,7	8,7	10,8	8,5	7,8	7,2	6,2	
16870	23,3	21,3	14,2	9,8	6,8	7,8	7,0	6,7	6,8	6,8	
16884	19,8	20,7	14,5	10,3	7,2	8,2	6,5	7,2	7,0	6,5	
6369	28,2	18,0	13,8	10,8	8,8	8,8	8,2	8,8	7,5	6,3	
Hibrido 16*	16,3	14,7	13,7	12,3	10,3	11,7	13,0	11,7	10,5	9,5	
PROMEDIO	24,3	27,5	15,6	11,4	10,2	10,1	9,7	9,9	8,4	7,4	
EEM	1,09	0,88	0,47	0,35	0,31	0,30	0,28	0,32	0,19	0,13	
SIG	*	*	*	*	*	NS	*	*	*	*	

4 semanas frecuencia de corte de junio a octubre de 2005 y 6 semanas de diciembre 2005 a mayo 2006, * p ≤ 0.05. • (B. humidicola cv. Llanero) ✱ INIFAP

4.10. Biomasa aérea y radical

La cantidad de biomasa aérea y radical (kg MS ha^{-1}) se presenta en el Cuadro 13. Aun cuando la parte aérea solo presento variación entre genotipos en la época de lluvias, el Híbrido 16 siempre mostró la mayor cantidad en las tres épocas; cuando existió variación ($P \leq 0.05$) ocurrió en aquellos genotipos que mostraron una diferencia de $6970 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Se presentaron diferencias estadísticas entre estaciones ($P \leq 0.05$) cuyo orden descendente fue nortes > lluvias > seca, con promedio de todos los tratamientos de 8313, 6822 y $3860 \text{ kg MS ha}^{-1}$, respectivamente.

La biomasa radical varió significativamente ($P \leq 0.05$) entre genotipos dentro épocas y entre las épocas del año (Cuadro 13). Los mayores rendimientos de raíces los presentaron los genotipos de 6133, Híbrido 16 y 26425 en las épocas de lluvias, nortes y seca, respectivamente. Los valores mínimos representaron únicamente el 30, 33 y 48% de los genotipos con mayor rendimiento en cada una de las épocas y correspondieron a los genotipos 16866, 16870 y 16894 con el orden anterior. La variación entre épocas ($P \leq 0.05$) estuvo en relación con la disponibilidad de humedad en el suelo, con promedios de los genotipos de 8875, 7166 y $5348 \text{ kg MS ha}^{-1}$ en las épocas de lluvias, nortes y seca, respectivamente. La biomasa total cosechada no varió entre tratamientos ($P \geq 0.05$) durante la época de lluvias, pero si hubo diferencias entre épocas del año. Los promedios para cada época fueron 15679, 15479 y $9208 \text{ kg MS ha}^{-1}$ para lluvias, nortes y seca, respectivamente. La mayor y menor biomasa total presente en nortes fue para el Híbrido 16 y el genotipo 16866, mientras que en la época seca lo presentaron los genotipos 26425 y 16894, respectivamente.

Cuadro 13. Biomasa aérea y radical por estación (kg MS ha⁻¹) en genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	Lluvias			Nortes			Seca			
	Aérea	Radical	%	Aérea	Radical	%	Aérea	Radical	%	Total
Híbrido 16*	13327	9851	57	13114	14248	48	5432	5606	49	11039
26407	8064	14774	35	8616	7499	53	3353	6014	36	9367
6133	4499	17144	21	8870	7508	54	3947	5700	41	9647
6705	11417	9681	54	6069	7423	45	4456	4813	48	9269
26427	6536	13339	33	9167	8246	53	3565	6668	35	10233
26155	9592	8420	53	8658	7151	45	3608	5178	41	8785
6369	7937	9980	44	8361	7907	51	3650	5284	41	8934
26415	5942	11847	33	7894	8323	49	3692	5713	39	9405
26151	9167	7782	54	7173	6672	52	3438	3972	46	7410
16867	7555	8548	47	8021	5793	58	4117	5309	44	9426
26413	7597	8465	47	6069	7894	43	3862	6353	38	10216
26145	4838	10404	32	8106	8106	50	3480	6235	36	9715
26430	6578	8616	43	6324	7487	46	3989	5118	44	9108
26425	5772	8953	39	9464	8645	52	4923	7597	39	12520
16891	7852	6092	56	8870	5848	60	4032	4499	47	8531
16884	6324	7247	47	11332	6990	62	3692	4906	43	8599
679 (Chetumal)	6748	6621	50	9761	7873	45	4753	5352	47	10105
26159	5348	7983	40	8658	6154	58	4287	5755	43	10042
26149	5051	7071	42	7173	5246	58	3310	4686	41	7996
16894	5348	6084	47	9295	6145	60	2971	3663	45	6634
16870	4541	6837	40	7215	4728	60	3310	5059	40	8369
16866	6154	5186	54	6196	5051	55	3353	5301	39	8654
16879	3565	6254	36	6536	4813	58	3947	4796	45	8743
16885	3989	5812	41	8573	6239	58	3480	4766	42	8246
PROMEDIO	6822	8875	44	8313	7166	54	3860	5348	42	9208
EEM	359	489		334	354		130	148		203
SIG	*	*		N S	*		N S	*		*

4 semanas frecuencia de corte en época de lluvias y 6 semanas en época de nortes y seca, * p ≤ 0.05. • (*B. humidicola* cv. Llanero) ✦ INIFAP

4.11. Composición morfológica de la biomasa total

En el Cuadro 14 se presenta la contribución porcentual de los componentes morfológicos que contribuyen en la biomasa total en las tres épocas en estudio. El porcentaje de raíces cosechadas únicamente mostró variación entre genotipos ($P \leq 0.05$) en la época de lluvias, en donde el mayor porcentaje lo presentó el genotipo 6133 cv llanero y fue diferente estadísticamente con los genotipos que presentaron valores menores de 53%. Las épocas de lluvias y seca no mostraron variación ($P \geq 0.05$) entre ellas, con un valor promedio de 57%, el cual fue superior al registrado en la época de nortes ($P \leq 0.05$).

La contribución porcentual de las hojas a la biomasa total, solo mostró diferencias entre genotipos ($P \leq 0.05$) en la época de lluvias. El mayor y menor porcentaje de hojas lo presentaron el Híbrido 16 y el genotipo 6133 cv llanero con 30 y 10%, respectivamente. El porcentaje estacional de hojas presentó variación entre estaciones ($P \leq 0.05$), cuyo orden descendente fue el siguiente: nortes > lluvias > seca; con porcentajes de 22, 19 y 13%, respectivamente.

En porcentaje de tallos no mostró variación entre genotipos dentro de las épocas y entre épocas ($P \geq 0.05$), con promedios de 13% en las épocas de lluvias y nortes ($P \geq 0.05$), pero sí diferente con la época seca ($P \leq 0.05$) cuyo valor promedio fue de 9%. Para el material muerto, solo se encontró variación entre tratamientos ($P \leq 0.05$) en la época de lluvias, siendo los genotipos 16866 y 6133 cv llanero, quienes mostraron el mayor y menor porcentaje con valores de 23 y 4%, respectivamente. Se encontró variación entre la época de lluvias ($P \leq 0.05$), pero no así en las otras dos épocas.

Cuadro 14. Composición morfológica de la Biomasa total (%) en genotipos de *Brachiaria humidicola* y un híbrido en Isla, Veracruz.

Genotipo	Lluvias			Nortes			Seca					
	Raíz	Hoja	Tallo	Mm	Raíz	Hoja	Tallo	Mm	Raíz	Hoja	Tallo	Mm
26145	68	13	10	9	51	21	14	13	65	10	7	17
26407	58	19	14	9	47	24	12	17	64	10	8	19
26427	65	13	11	10	48	17	13	21	64	9	8	18
26425	61	20	7	12	50	22	12	16	62	13	6	19
16866	45	22	10	23	44	21	12	23	62	11	8	19
26413	53	25	13	9	57	16	11	16	62	14	9	15
16870	59	16	8	17	40	24	16	21	61	13	8	18
26415	68	15	12	6	53	18	14	16	61	10	7	22
6369	55	22	12	11	51	23	11	15	60	15	11	13
26149	59	16	16	9	42	23	15	21	59	12	9	19
6133	79	10	6	4	46	22	16	17	59	16	10	15
26155	48	22	16	15	46	23	16	15	59	13	8	21
26430	57	19	18	6	55	16	13	16	58	11	9	22
16885	58	18	8	15	41	23	10	25	57	16	8	19
26159	57	19	16	8	42	24	17	17	57	12	11	20
16867	53	22	8	18	42	26	10	22	56	19	6	18
16884	53	18	10	19	39	21	17	23	56	11	10	23
16894	54	22	13	11	41	26	14	18	55	16	11	18
16879	64	16	9	11	43	22	17	19	55	12	7	26
26151	46	16	18	20	47	22	13	17	54	14	11	21
16891	45	27	14	15	40	29	11	20	53	19	9	19
679 (Chetumal)	49	21	19	11	45	20	12	23	53	12	12	24
6705	49	18	18	15	53	18	11	18	52	10	10	28
Hibrido 16.s	43	29	16	12	49	26	10	15	50	15	8	27
PROMEDIO	56	19	13	12	46	22	13	18	58	13	9	20
EEM	1,48	0,70	0,76	0,82	1,13	0,59	0,51	0,71	1,02	0,45	0,41	0,75
SIG	*	*	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS

4 semanas frecuencia de corte en época de lluvias y 6 semanas en época de nortes y seca, * p ≤ 0.05. • (B. humidicola cv. Llanero) ✱ INIFAP

4.12. Conclusiones generales de los resultados

- 1) Los factores ambientales que influyen en mayor grado en el crecimiento y desarrollo de la plantas son la temperatura y la precipitación.
- 2) Los genotipos estudiados tuvieron en forma general una tendencia de presentar los mayores valores productivos de biomasa total, aérea y radical en la época de mayor incidencia de lluvia.
- 3) Independientemente del genotipo, la distribución del rendimiento promedio para todos los genotipos fue de 83, 9 y 8 % para la época de lluvias, nortes y seca, respectivamente.
- 4) Los genotipos que registraron los mayores rendimientos anuales de forraje fueron el 679, 6133 y 6705.
- 5) Del forraje cosechado la contribución de hojas siempre fue el componente que proporciono el mayor porcentaje del peso total en las tres épocas de estudio.
- 6) El tallo por ser la unidad de producción de las especies forrajeras es el componente que define el potencial productivo de cada una de los genotipos.
- 7) La densidad de tallos se ve influenciada por la cantidad precipitación que se presenta en las diferentes épocas, misma que tiene un efecto inverso con respecto a este factor climático, registrando las mayores densidades en las épocas de poca presencia de lluvias (seca y nortes).

Literatura citada

- Argel, P. J. 2005. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. *In: XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Tampico, Tamaulipas, México. 42-50 p.
- Argel, P. J. and Keller-Grein, G. 1998. Experiencia regional con Brachiaria: Región de América Tropical -Tierras Bajas Húmedas. *In: Miles, J. W., Maass, B. L. and do Valle, C. B (Eds.) Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIAT. Cali, Colombia. 226- 246 p.
- Artes, R y Caluwe, H. 1994. Effects of nitrogen supply on Canopy structure and leaf nitrogen distribution in *Carex* species. *Ecology* 75: 1482 – 1490 p.
- Ayala A. y Basulto J. 1992. Evaluación de Gramíneas y leguminosas forrajeras en la región oriental de Yucatán, México. *Pasturas Tropicales*. Nota de Investigación 14(1) 36-40 p.
- Baruch, Z. 1994. Responses to drought and flooding. Tropical forage grasses. I. Biomass allocation, leaf growth and mineral nutrients. *Plant Soil*. 164: 87-96 p.
- Baruch, Z. and Fisher, M. 1991. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. *In: Lascano, C. and Spain, J. (Eds.) Establecimiento y renovación de pasturas*. CIAT. Cali, Colombia. 103-142 p.
- Becerra B. J. y Avendaño J. C. 1992. Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies forrajeras tropicales. *Técnica Pecuaria en México*. 30: 125-132 p.

- Bircham, J.S. and Hodgson, J. 1983. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous grazing management. *Grass and Forages Science*. 38:323-331 p.
- Boggiano, P., Maraschin, G. E., Nabinger, C., Riboldi, J. and Cadenazzi, M. 2001. Herbage allowance and nitrogen fertilization effects on morphological characteristics of *Paspalum notatum* F. Teme I. Ecophysiology of grassland. Proceeding. XIX International Grassland Congress. Sao Paulo, Brazil. Brazilian Society of Animal Husbandry Sociedade Brasileira de Zootecnia (C.D.). ID #01-09 p.
- Buguet, H. A. y Bavera G A, 2001. Curso de Producción Bovina de Carne, capítulo II. FAV UNRC. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional del Río Cuarto, Río cuarto, provincia de Córdoba, Republica de Argentina.
- Caradus, J. R. and Woodfield, D. R. 1998. Genetic control of adaptive root characteristics in white clover. *Plant and soil*. 200:63-69 p.
- Carllassare, M. and Karsten, H. D. 2003. Species population dynamics in a mixed pasture under two rotational swards grazing height regimes. *Agronomy Journal*. 95:844-854 p.
- Carmona M. R. 1991. Efecto de tres cargas animal sobre la velocidad de rebrote del pasto *Brachiaria* spp. Tesis maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 70 p.
- Casper, B. B. and Jackson, R. B. 1997. Plant competition underground. *Annual review of ecology and systematics*. 28:545-570 p.

- Castro R. R. 1996. Patrón de rebrote de Kudzú *Pueraria phaseoloides* Roxbe a diferentes severidades y niveles de sustancias de reservas. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 36 p.
- Chapman D. F. and Lemaire G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proceeding of the XVII International Grassland Congress. Palmerstone North. New Zealand. 95-104 p.
- Chaves, M. M. 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. Journal of Experimental Botany. 42: 1-16 p.
- Chaves, M. M., Maroco, J. P. and Pereira, J. S. 2003. Understanding plant responses to drought: from genes to the whole plant. Funct. Plant Biol. 30: 239-264 p.
- CIAT. 2003. Informe anual del Proyecto de Forrajes Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Colombia.
- Clements, R. J. 1990. *Centrosema* species for semiarid and subtropical regions. In: Schultze-Kraft, R. and Clements, R. J (Eds.) *Centrosema: Biology, Agronomy and Utilization*. CIAT. Cali, Colombia. 77-98 p.
- Comerma, J. and Chacón, E. 2002. Aptitud de los llanos venezolanos para los principales usos ganaderos. In: Romero, R., Arango, J. and Salomón, J. (Eds.) XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 193-215 p.
- Cooper, J. P. 1970. Potential production and energy conversion in temperature and tropical grasses. Herb. Abstr. 40:1-15 p.

- Corbea, L. A. 1992. Principales métodos aerotécnicos empleados en la siembra y establecimiento de los pastos. *In*: M. Hernández, R. Machado y A. Ojeda. Fomento y Explotación de los Patos Tropicales. Compendio de conferencias. Perico-Matanzas, Cuba. 47-59 p.
- Crowder, L.V. and Chheda, H. R. 1982. Tropical Grassland Husbandry. London. Longman. 562 p.
- Davies, A. 1974. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial rye grass. *Journal of Agricultural Science. Cambridge.* 82: 165-172 p.
- Davies, A. 1988. The regrowth of grass swards in: Jones M. B. and Lazenby, A. *The grass Crop.* 85-127 p.
- Del Pozo P. P., Jerez I., Mesa P., Padillo P. y Ginoria J. 1999. Comportamiento productivo de un agrosistema silvopastoril asociado con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon nlemfuensis*. Memorias, I Congreso Latinoamericano sobre la agroforestería para la producción agrícola sostenible. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 6 p.
- Dengler, N.G., Dengler, R. E., Donnelly, P. M. and Hattersley, P. W. 1994. Quantitative leaf anatomy of C3 and C4 grasses (Poaceae): blade sheath and mesophyll surface area relationship. *Ann. Bot.* 73:241-255 p.
- Deregibus, V. A., Sánchez, R. A. y Casal, J. J. 1983. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* sp. *Plant Physiology.* 72: 900-912 p.
- Duru, M. and Ducrocq, H. 2002. A model of lamina digestibility of orchard grass as influenced by nitrogen and defoliation. *Crop Science.* 42: 214'-224 p.

- Elizondo B. J. R. 1984. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y digestibilidad In vitro en Zacate Guinea *Panicum maximum*. Tesis profesional. ITESM. Monterrey, México. 26 p.
- Enríquez, Q. F. J., Meléndez, N. F. y Bolaños, A. E. D. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico No. 7. Veracruz. 262 p.
- Enríquez, Q. J. F. y Romero, M. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla Veracruz. Agrocienca. 33: 141-148 p.
- Enríquez, Q. J. F. 1994. Brachiarias en el Tópico, producción y manejo. En XVIII Simposium de Ganadería Tropical. SARH-INIFAP. Campo Experimental "La Posta" Veracruz, Ver., México. Publicación especial No. 6. 90 p.
- Enríquez, Q. J. F. 1991. Pastos de reciente introducción al trópico de México. *In: XII Simposium de Ganadería Tropical*. INIFAP. H. Veracruz, Ver. 44-66 p.
- Fernández, H. H. 2004. Estimación de la disponibilidad de pasto. Área de Producción Animal. INTA. EEA-BALCARCE. Argentina. 12 p.
- Festo, J. M., Sabed, N. A. and Jeremy, A. R. 2003. The impact of temperature on leaf appearance in bamba groundnut landraces. *Crop Science*. 43: 1375-1379 p.
- Fisher, M. J. and Kerridge, P. C. 1998. Agronomía y fisiología de las especies de *Brachiaria*. *In: Miles, J. W., Maass, B. L. and do Valle, C. B (Eds.) Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIAT. Cali, Colombia. 46-57 p.

- Fisher, M. J. and Ludlow, M. M. 1984. Adaptation to water deficits in *Stylosanthes*. In: Stace, H. M. and Edey, L. A (Eds.) The Biology and Agronomy of *Stylosanthes*. Academic Press. Sydney, Australia. pp. 163-179 p.
- FUNPROVER. 2003. Necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Informe Fundación PRODUCE A.C. Veracruz. 30 p.
- Garza, C. R. D., Méndez, R. A. y Zárate, F. P. 2005. Acumulación estacional de forraje en praderas de Zacate Buffel Milenio en el norte de Tamaulipas. In: XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, Tamaulipas, México. 335-337 p.
- Gerardo, C. H 2006. Potencial forrajero de ecotipos de *Brachiaria humidicola*. Tesis, Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. México. 98 p.
- González, E. P. 1982. Consideraciones morfológicas para la defoliación de forrajes perennes. Revista Argentina de Producción Animal. 2 (1): 11-36 p.
- Guenni, O., Baruch, Z. and Marín, D. 2004. Responses to drought of five *Brachiaria* species. II. Water relations and leaf gas exchange. Plant Soil. 258:249-260 p.
- Guenni, O., Marín, D. and Baruch, Z. 2002. Responses to drought of five *Brachiaria* species. I. Biomass production, leaf growth, root distribution, water use and forage quality. Plant Soil. 243: 229-241 p.
- Guiot, G. J y Meléndez, N. F. 2003. *Brachiaria* híbrida- Cultivar Mulato, Excelente alternativa para la producción de carne y leche en zonas tropicales. Cali, Colombia; Centro Internacional de Agricultura tropical. 22 p.

- Hernández, G. A., Matthew, C. and Hodgson, J. 1999. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and proposed productivity index. *Grass Forage Science*. 54:347-356 p.
- Hernández G. A. Matthew C. Hodgson J. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 40: 37-50 p.
- Hernández, G. A. 1995. Defoliation management, tiller density and productivity in perennial ryegrass swards. Ph. D. Thesis. Massey University, New Zealand. 228 p.
- Hernández-Garay. A., Pérez, P. J. y Hernández, G. V. A. 1992. Crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferentes regímenes de cosecha. *Agrociencia*. 2:131-144 p.
- Hirata, M. y Pakiding, W. 2001. Tiller dynamics in Bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. *Tropical Grassland*. 35:15-160 p.
- Hodgson J. 1979. Nomenclature and definition in grazing studies. *Grass and forage Science*. 34: 11-18 p.
- Hodgson, J., Bircham, J., Grant, A. and King, J. 1981. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. *Plant physiology and herbage production*. The British Grassland Society. Occasional Symposium No. 13:51 p.

- Holmann, F., L. Rivas, J. Carulla, B. Rivera, L.A. Giraldo, S. Guzman, M. Martínez, A. Medina y A. Farrow. 2004. Producción de leche y su relación con los mercados: Caso Colombiano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo #193. Cali.
- Holmes W. 1989. Grazing management. *In*: Grass its production and utilization. W. Holmes. 2nd Ed. Blackwell Scientific publications. Oxford. 130-172 p.
- Höglind, M., Hanslin, H. M. and Van Oijen, M. 2005. Timothy regrowth, tillering and leaf area dynamics following spring harvest at two growth stages. *Crops Research* 93: 51-63 p.
- Huber, H., Luckács, S., and Watson, M. S. 1999. Spatial structure of stoloniferous herbs: interplay between structural blueprint, ontogeny and phenotypic plasticity. *Plant Ecology*. 141:107-115 p.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. London England. Unwin Hyman. 12:112 p.
- Hume, L y Cavers, P.B. 1982. Geographic variation in a widespread perennial leed, *Rumex crispus*. The relative amounts of genetic and environmentally induced variation among populations, *Canadian Journal Botany* 60:1928-1937 p.
- Jafari, M. and Firouzabadi, A. G. 2001. Resistance to droughth in shore elurope *Aeluropus litorales* and weeping alkaligrass *Puccinellia distans*. Teme I. Ecophysiology of grassland. Proceedings. XIX International Grassland Congress. Sao Paulo, Brazil. Brazilian Society of Animal Husbandry Sociedade Brasileira de Zootecnia (C.D.). ID #01-09.

- James W. and Hodgson J. 1999. Pasture and Crop science. Oxford. Nueva Zelanda. University Express. 29-45 p.
- Jones, M. B., Leafe, E. L. and Stiles, W. 1980. Water stress in field-growth perennial ryegrass. II. Its effect on leaf water status, stomatal resistance and leaf morphology. *Annals of Applied Biology*. 96:103-110 p.
- Juárez, L. J. F. 1997. Productividad del pasto estrella de África *Cynodon plecstachyus* en el trópico húmedo mexicano. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, Estado de México. 103 p.
- Keller-Grein, G., Maass, B.L. and Hanson, J. 1998. Variación natural en *Brachiaria* y bancos de germoplasma existentes. In: Miles, J. W., Maass, B. L. and do Valle, C. B. (Eds.) *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIAT Cali, Colombia. 18-45 p.
- Lascano, C. E. 1991. Managing the grazing resource for animal production in savannas of tropical America. *Tropical Grassland* 25: 66-72 p.
- Lascano, C., Pérez, R., Plazas, C., Medrano, J., Pérez, O. y Argel, P. J. 2002. Cultivar Toledo *Brachiaria brizantha*: gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería en Colombia. Villavicencio, Colombia, Corpoica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 22 p.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed sward. In: Proc. XIX International Grasslands Congreso. Sao Paulo. Brasil. 29-37 p.
- Ludlow, M. M. 1989. Strategies of response to water stress. In: Kreeb, K.H. , Ritcher, H. and Hinckley, T. M (Eds.) *Structural and functional responses to environmental stresses: Water shortage*. SPB. La Haya, Holanda. 269-281 p.

- Lodlow, M. M. 1985. Photosynthesis and dry matter production in C3 and C4 pasture plants, with special emphasis on tropical C3 legumes and C4 grasses. *Australian Journal Plant Physiology*. 12:257-272 p.
- Lortie, L.Ch. y Aarsesen, L. W. 1996. The specialization hypothesis for phenotypic plasticity in plants. *Int. Journal Plant Science* 157: 484-487 p.
- Ludlow, M. M. 1980. Strees physiology of tropical pasture plants. *Tropical grassland*. 12: 136-145 p.
- Ludlow, M. M., Chu, A. C. P., Clements, R. J. and Kerslake, R. G. 1983. Adaptation of species of *Centrosema* to water stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 10:119-130 p.
- Major, D. J., Hanna, M. R. and Beasley, B. W. 1991. Photoperiod response characteristics of alfalfa *Medicago sativa* L. cultivars. *Canadian Plant Science*. 71:87.93 p.
- Man, N. and Wiktorsson, H. 2003. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. *Tropical Grassland*. 37: 101-110 p.
- Martínez, M. D. 2006. Dinámica de crecimiento y producción de forra de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 cv. Llanero a diferentes frecuencias y alturas de corte. Tesis, Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. México. 98 p.
- Mata, P. D. 1989. Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sabana del sureste del estado de Guarico. *Zootecnia Tropical*. 7(1): 69-80 p.

- Matthew, C., Assuero, S. G., Black, C. K. and Sackville, H. N. R. 1999. Tiller dynamics of grazed swards. Anais do simposio internacional "Grassland ecophysiology and grazing ecology". Editado por: De Moraes A., Nabinger C., Carvalho, P.C., Alves, S. J. y Campos, L. S. B. Curitiba, Paraná, Brasil. 109 - 133 p.
- Matthew C.E. N, Van Loo, E. R., Dawson L. A. and Care D. A. 2001. Understanding shoots and root development theme 01 Proceeding of the XIX Internacional Grassland Congress. Brazilian Society of Animal Husbandry. Sociedad Brasileira do Zootecnia. Sao Pedro, Paulo Brasil. 19- 27 p.
- McCloud, D. E. and Bula, R. J. 1985. Climatic factors in forage production. *In*: The Science of grassland agricultural. Heat, M. E., Barnes, R. F. y Metcalfe (Eds). Iowa State University. Iowa, U.S.A. 33-42 p.
- McKenzie, B. A., Kemp, P. D., Moot, D. J., Matthew, C. and Lucas, R. L. 1999. Environmental effects on plant growth and development. *In*: White, J. and Hodgson, J (eds). New Zealand Pastures and Crop Science. Oxford University Press. 29-44 p.
- McNaughton, S. J. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos*. 40:329.336 p.
- Miles, J. W., Maass, B. L., and Do Valle (eds). 1996 *Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement*. Cali: CIAT/ campo Grande: EMBRAPA-CNPQC. pp 288 (CIAT publication 259). 288 p.
- Monteith, L.J. 1997. Climate. *In*: Paulo de T. Alvim and T. T. Kozlowski (eds). *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press, New Cork, U.S.A.1-28 p.

- Muslera P. E. y Ratera G. C. 1991. Praderas y forrajeras, producción y aprovechamiento. 2 da. Edición, Editorial: Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 671p.
- Myres, F. J. 1991. Basic biology of plant growth. *In*: James, F. J. B., Wright, P. A., McClymont, G. L. and Lazenby, A. (eds). Intensive utilization of pastures. Angus and Robertson LAT. Australia. 19-25 p.
- Navarro, L. y Vázquez, D. 1997. Efecto del nitrógeno y de la edad del rebrote sobre la producción de materia seca y el contenido de proteína cruda en *B. decumbens*. *Zootecnia Tropical*. 15 (2): 109-124 p.
- Nelson, C. J. 1998. Methods of analysis of quantitative data in crop research: an overview. *In*: Chopra, V. L., Singh, R. B. and Varma, A.(eds) Crop productivity and sustainability-Shaping the future. Proceedings of 2nd International Crop Science Congress. Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi. 753-758 p.
- Nelson, C. J. 2000. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. Tillering. *In* :Grassland ecophysiology and grazing ecology. (eds) Lemaire, G., Hodgson, J., De Morales, A., Nabinger, C. and P.C. de F. Carvalho. 101-126 p.
- Ortega J. E. 1991. Crecimiento y componentes morfológicos del rendimiento de estrella africana *Cynodon plectostachyus* y Guinea *Panicum maximun* con diferentes frecuencias y alturas de defoliación en la región golfo centro del estado de Veracruz. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. México.
- Pérez B. M. T., Hernández G. A., Pérez P. J., Herrera H. J. G. y Barcena G. R. 2002. Respuesta productiva y dinámica del rebrote del ballico perenne *Lolium*

- perenne* L. a diferentes alturas de corte. Técnica Pecuaria. México. 40 (3): 251-263 p.
- Pezo D. A, Romero F e Ibrahim M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de carne y leche. En: avances de la producción de leche y carne en el trópico americano. Fernández –Baca, S (ed) FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: 47-49 p.
 - Pizarro, E. A., do Valle, C. B., Keller- Grein, G., Schultze-Kraft, R. and Zimmer, A. H. 1998. Experiencia regional con Brachiaria: Región de América Tropical - Sabanas. *In*: Miles, J. W., Maass, B. L. and do Valle CB (Eds) Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento. CIAT. Cali, Colombia. 247-269 p.
 - Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae: their use and abuse. *Crop Science*. 7:171-175 p.
 - Rao, I. M., Kerridge, P. C. and Macedo, M. C. 1996. Nutritional requirements of Brachiaria and adaptation to acid soil. *In*: J. W. Miles, B. L. Maass and C.B. do Valle (eds). Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement. CIAT and Embrapa. CIAT publication 259, Cali, Colombia. 53 – 71 p.
 - Ray, P. M. 1987. Principles of plant cell growth. Pages 1- 17. *In*: D. J. Cosgrove and D. P. Knievel (eds.), Physiology of Cell Expansion During Plant Growth. American Society of Plant Physiologists, Rockville. Md. 1- 17 p.
 - Register of Australian Herbage Plant Cultivars.1982. Brachiaria humidicola (Rendle) Schweick. (Koronivia grass) cv. Tulley. *In*: Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 48(2), 117-8. 1982 p.

- Renvoize, S. A., Clayton, W.D. and Kabuye, C. H. S. 1998. Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. *In*: Miles, J. W., Maass, B. L. and do Valle, C. B. (Eds.) *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIAT. Cali, Colombia. 1-17 p.
- Robson, M. J., Ryle, G. J. A y Woledg, J. 1988. The grass crop: The physiological basis of production. Jones M. B y Lazenby A. (Eds). Chapman and Hall. Ed. Great Britain. pp. 37 – 38 p.
- Rosenthal, P. J y Kotanen, P. M. 1994. Terrestrial plant tolerant to herbivore. *Tree* 9 (4): 145 – 148 p.
- Salisbury F. B. y Ross C. W. 1992. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana, Cuarta edición. México. 759 p.
- Silk, W. K. (1994) Kinematics and dynamics of primary growth. *Biomimetics* 2: 199–213 p.
- Speeding, W. R. C. 1965. The physiological basis of grazing management. *Journal British Grassland Society*. 20:7-14 p.
- Tergas, L. E. 1981. El potencial de *Brachiaria humidicola* para suelos ácidos e infértiles en América Tropical. *Pastos Tropicales*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Boletín Informativo No. 4. 12-13 p.
- Toledo, J. M. 1982. Objetivos y Organización de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales. En Toledo, J. M., ed. *Manual para la Evaluación Agronómica*. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 13-21 p.
- Torres, N. W. 1984. Análisis del crecimiento de las plantas. *Cultivos tropicales*. *Pastos y Forrajes*. 17:185-192 p.

- Trlica M. J, 2005. Grass growth and Response to grazing. No. 6.108. Natural Resources Series. Colorado State University. 20 p.
- Valentine I. and Matthew. 1999. Plant growth development and yield. *In*: White J. and Hodgson J. (Ed). New Zealand . Pasture and crop Science Auckland N. Z. Oxfrud. University Press. 323 p.
- Valentine, I., and Matthew, C. 1999. Plant growth, development and yield. *In*: White, J., and Hodgson,. (Eds.). New Zealand pasture and Crop Science. Oxford, U. K. 11- 28 p.
- Vázquez G. J. 1978. Efecto del nitrógeno, época del año, frecuencia y altura de corte en las reservas de los carbohidratos y materia seca en estrella africana *Cynodon plectostachyus* (K) Schum. y para *Brachiaria mutica* (Fork) Stapf Tesis, Maestría en Ciencias. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco.
- Vázquez, F. F. y Robles, S. R. 1985. Cultivo de Estrella Africana. *In*: Producción de granos y forrajes. R. Robles S., (Ed.) Cuarta edición. Editorial, LIMUSA. México, D.F. 381 – 393 p.
- Velasco Z. M. E. 2001. Dinámica de crecimiento y calidad de praderas de *Lolium perenne* L. y *Dactylis glomerata* L. en respuesta de la defoliación. Tesis Doctorado, Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. México.
- Villareal M. Pastora D. y Brizuela E. 1994. Evaluación de gramíneas forrajeras en pequeñas parcelas. Pasturas Tropicales. CIAT. Vol. 16. No. 3. 9-12 p.
- Watson A. S. and Ward C. 1970. Influence of tiller and height of cut on regrowth and carbohydrate reserves of dallisgrass. Crop Science. 10 (5): 474- 476 p.

- Yoda, K., Kira, T., Ogawa, H. y Hozumi, K. 1963. Intraspecific competition among higher plants. XI. Self-tining in overcrowded pure stands Ander cultivated and natural conditions. J. of Institute o Polytechnic. Osaka City. University series. 14:107-129 p.
- Zaragoza E. J. A. 2000. Crecimiento y acumulación de forraje de los pastos ballico *Lolium perenne* L. y ovillo *Dactylis glomerata* L. a diferentes frecuencias de corte. Tesis, Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. México. 98 p.
- Zhang, J. 1995. Differences in phenotypic plasticity between plants from dimorphic seeds of *Cakile edule*. Oecologia 102:353-360 p.