



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

**ANÁLISIS DE CRECIMIENTO: *Brachiaria* híbrido cv. Camello -
Brachiaria humidicola cv. Chetumal EN EL TRÓPICO
VERACRUZANO**

Tesis que Presenta:

GARCÍA RANGEL RICARDO DE JESÚS

Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

**Tuxtepec, Oaxaca.
Marzo de 2018**



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Campo Experimental
“La Posta”

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO: *Brachiaria* híbrido cv. Camello - *Brachiaria humidicola* cv. Chetumal EN EL TRÓPICO VERACRUZANO

GARCÍA RANGEL RICARDO DE JESÚS

Nº de control: 12810005

ASESOR INTERNO:

MVZ. BETSABÉ LEAVIT ALONSO LÓPEZ

ASESOR EXTERNO:

DR. JAVIER FRANCISCO ENRÍQUEZ QUIROZ

PERIODO DE REALIZACIÓN:

JULIO 2017 - MARZO 2018

El presente trabajo de tesis, del C. Ricardo de Jesús García Rangel denominado “Análisis de Crecimiento: *Brachiaria* híbrido cv. Camello - *Brachiaria humidicola* cv. Chetumal en trópico Veracruzano” que se desarrolló en el Campo Experimental “La Posta” del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, en el estado de Veracruz, fue revisado y aprobado por el:

DIRECTOR INTERNO DE TESIS

M.V.Z. BETSABÉ LEAVIT ALONSO LÓPEZ

DIRECTOR EXTERNO DE TESIS

DR. JAVIER FRANCISCO ENRIQUEZ QUIROZ

ASESOR DE TESIS

MC. MARIBEL MONTERO LAGUNES

MARZO DEL 2018



San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca a 22/02/2018

ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada.

ING. ANTELMO PRADO LEAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO
PRESENTE.

El comité de revisión de tesis del C. Ricardo de Jesús García Rangel, asignado por la Academia de Agronomía del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los CC. Betsabé Leavit Alonso López, Freddy Armas Lozano y Adrián Morales Ramos, habiéndose reunido a fin de evaluar la Tesis titulada "ANÁLISIS DE CRECIMIENTO: *Brachiaria* híbrido cv. Camello - *Brachiaria* humidicola cv. Chetumal EN EL TRÓPICO VERACRUZANO", que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agronomía, de acuerdo con las normas de elaboración de Tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el Instituto; dictaminó su AUTORIZACIÓN para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.


Freddy Armas Lozano
SECRETARIO


ATENTAMENTE
Betsabé Leavit Alonso López
DIRECTOR


Adrián Morales Ramos
VOCAL



La presente tesis, del C. Ricardo de Jesús García Rangel, denominada **“ANÁLISIS DE CRECIMIENTO: *Brachiaria* híbrido cv. Camello - *Brachiaria humidicola* cv. Chetumal EN EL TRÓPICO VERACRUZANO”** que se desarrolló en el INIFAP, Campo Experimental la Posta, fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

DIRECTOR

M.V.Z. BETSABÉ LEAVIT ALONSO LÓPEZ



SECRETARIO

M.V.Z FREDDY ARMAS LOZANO



VOCAL

ING. ADRIÁN MORALES RAMOS



MARZO DEL 2018

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater que fue el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, por la formación académica; a los maestros que, de manera directa o indirecta, fueron partícipes de este proceso de enseñanza aprendizaje, gracias a todos ustedes.

Al INIFAP, Campo Experimental la Posta, por permitirme desarrollar mi residencia profesional dentro de sus instalaciones.

A mis asesores:

Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz, por permitirme ser parte de su equipo de trabajo, muchas gracias por su invaluable respaldo y sobretodo el tutorado y por compartir parte de sus conocimientos.

A la MC. Maribel Montero lagunés, por su apoyo con el que me atendió en la revisión de mi tesis, pero sobre todo por la motivación que me brindó en el transcurso de la residencia académica.

DEDICATORIAS

A Dios.

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, por qué sin su compañía nada se logra.

A mis esposa e hijos.

Dedico este trabajo a mi amada esposa, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. A mi adorado Iker y Santiago, a quienes siempre cuidaré para verlos hecho personas capaces.

A mis padres.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, así como sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Abigail y Marlen.

Finalmente, a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
GLOSARIO DE SIGLAS	xii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I.- INTRODUCCIÓN	3
1.1. OBJETIVOS.....	5
1.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.2. HIPÓTESIS.....	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. DISTRIBUCIÓN NATURAL DE <i>Brachiaria</i>	7
2.2. TAXONOMÍA.....	8
2.2.1. GENERO.....	8
2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES FORRAJERAS.....	9

2.3. FISIOLÓGÍA VEGETAL.....	10
2.3.1. CRECIMIENTO VEGETAL.....	10
2.3.2. MERISTEMOS DE CRECIMIENTO.....	12
2.3.3. CRECIMIENTO DEL TALLO.....	13
2.3.4. CRECIMIENTO FOLIAR	14
2.3.5. CRECIMIENTO RADICAL.....	15
2.4. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS PASTOS.....	15
2.4.1. GENERALIDADES DEL TRÓPICO.....	16
2.4.2. FACTORES AMBIENTALES.....	17
2.4.3. PRINCIPALES TIPOS DE SUELO EN EL TRÓPICO.....	18
2.5. PASTOS NATURALES INTRODUCIDOS	19
2.5.1. <i>Brachiaria humidicola</i> cv. Chetumal.....	19
2.6. REPRODUCCIÓN APOMÍCTICA.....	21
2.7. RECOMBINACIÓN GENÉTICA EN <i>Brachiaria</i>	22
2.7.1. <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Camello.....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. METODOLÓGICA.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA.....	40
4.2. DINÁMICA DE CRECIMIENTO.....	42

4.3. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA.....	44
4.4. RELACIÓN H/T Y H/NH.....	46
4.5. TASA DE CRECIMIENTO.....	48
4.6. PROTEÍNA CRUDA.....	49
4.7. PARED CELULAR.....	51
5. CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Figura 1: Localización del Campo Experimental “La Posta”.....	25
Figura 2: Panorámica de los Componentes Aéreo y Radical de los Pastos Camello y Chetumal en la décima de crecimiento..	26
Figura 3: Prueba de Germinación de <i>B. híbrido cv. Camello</i> ...	27
Figura 4: Panorámica del Experimento en la Tercera Semana Después de su Germinación (cv. Chetumal y cv. Camello)....	28
Figura 5: Panorámica del Experimento en la Semana 8 Después de su Germinación.....	29
Figura 6: Selección de Muestras Para el Análisis de <i>Brachiaria híbrido cv. Camello</i> y <i>Brachiaria humidicola cv. Chetumal</i> en la Primera Semana Después de la Germinación.....	30
Figura 7: Componentes Morfológicos (Hojas, Tallos, Inflorescencia, Material Muerto y Raíz).....	31
Figura 8: Composición Morfológica del Pasto cv. Camello Cosechado a Diferentes Edades de Corte.....	41
Figura 9: Composición Morfológica del Pasto cv. Chetumal Cosechado a Diferentes Edades de Corte.....	41
Figura 10. Dinámica de Crecimiento por Componente Morfológico (BF; Biomasa Foliar; BT, Biomasa de Tallos; BINF, Biomasa de la Inflorescencia; BR, Biomasa Radical; y MM; Material Muerto) del cv. Camello a Diferentes Edades de Corte	43

Figura 11: Dinámica de Crecimiento por Componente Morfológico (BF; Biomasa Foliar; BT; Biomasa de Tallo; BR; Biomasa Radical; y MM; Material Muerto) del cv. Chetumal a Diferentes Edades de Corte.....	43
Figura 12: Producción de Materia Seca en Planta Completa (BF, BT, BINF, MM, MR) de los Cultivares Camello y Chetumal a Diferentes Edades de Corte.....	44
Figura 13: Producción de Biomasa Aérea (Materia Seca Total de los Componentes Morfológicos; BH, BT, BINF, MM) de cv. Camello y cv. Chetumal a Diferentes Edades de Corte.....	45
Figura 14: Producción de Biomasa Radical (Materia Seca de Raíz) de cv. Camello y cv. Chetumal.....	46
Figura 15: Relación Hoja/Tallo Durante el análisis de Crecimiento de los Cultivares Camello y Chetumal.....	47
Figura 16: Relación Hoja/No Hoja de los Cultivares Camello y Chetumal.....	48
Figura 17: Tasa de Crecimiento de la Planta Completa (g de MS Dia ¹) de los Pastos cv. Camello y cv. Chetumal.....	49
Figura 18. Porcentaje de PC del cv. Camello y cv. Chetumal a diferentes edades de corte.....	50
Figura 19: Comportamiento de FDA, FDN y LDA que Determinan el Aumento en la Proporción de las Paredes Celulares (Celulosa, Hemicelulosa y Lignina) y la Disminución de PC a Través del Tiempo, de los Pastos Evaluados.....	51

GLOSARIO DE SIGLAS

SIGLAS	SIGNIFICADO
BF	BIOMASA FOLIAR
BINF	BIOMASA DE INFLORESCENCIA
BT	BIOMASA DE TALLOS
BR	BIOMASA RADICAL
CV	CULTIVAR
FDA	FIBRA DETERGENTE ACIDA
FDN	FIBRA DETERGENTE NEUTRO
H/NH	HOJA/NO HOJA
H/T	HOJA/TALLO
LDA	LIGNINA DETERGENTE ACIDA
MM	MATERIAL MUERTO
MS	MATERIA SECA
PC	PROTEÍNA CRUDA
TC	TASA DE CRECIMIENTO

RESUMEN

En la región tropical los pastos del género *Brachiaria* forman parte de la principal fuente de alimentación para la ganadería en México. Algunas especies de *Brachiaria* son gramíneas muy comunes en las praderas del trópico mexicano y latinoamericano, ya que sus cultivares se adaptan con facilidad a suelos de baja fertilidad, manifestando mejor rendimiento y buena calidad nutritiva. El objetivo fue realizar un análisis de crecimiento de los pastos *B. híbrido* cv. Camello y *B. humidicola* cv. Chetumal evaluando el rendimiento de MS por planta, composición morfológica, TC y composición bromatológica; PC, FDN, FDA y lignina, mediante cosechas a intervalos de 7 días durante 21 semanas. El experimento se efectuó en el Campo Experimental “La Posta” del (INIFAP) ubicado en Medellín, Veracruz. Los datos se procesaron con procedimientos GLM de SAS para un diseño experimental completamente al azar y un arreglo factorial 2 X 21 con cuatro repeticiones para cada cultivar. La dinámica de crecimiento por componente morfológico de los cultivares evaluados mostró un desarrollo normal y ascendente en la acumulación MS. La BT, MM y BR del cv. Chetumal, tubo diferencias significativas ($P < 0.05$) respecto a cv. Camello; sin embargo, cv. Camello obtuvo la mayor proporción de BF en relación a BT y H/NH ($P < 0.05$). El mayor porcentaje de PC (12.3 %) se encontró a la semana 4, mientras que los componentes de pared celular, aumentaron conforme se incrementó la edad de la planta, lo que provocó que el porcentaje de PC disminuyera debido al incremento de los carbohidratos estructurales.

ABSTRACT

In the tropical region, pastures of the genus *Brachiaria* are part of the main source of food for livestock in Mexico. Some *Brachiaria* species are common grasses in the Mexican and Latin American tropical grasslands, as their cultivars adapt easily to low fertility soils, showing better yield and good nutritional quality. The objective was to perform a growth analysis of *B. hybrid cv. Camello* and *B. humidicola cv. Chetumal* evaluating the yield of DM per plant, morphological composition, TC and bromatological composition; PC, NDF, FDA and lignin, through harvests at 7-day intervals for 21 weeks. The experiment was carried out in the Experimental Field "La Posta" (INIFAP) located in Medellin, Veracruz. The data were processed with SAS GLM procedures for a completely randomized experimental design and a 2 X 21 factorial arrangement with four replicates for each cultivar. The growth dynamics by morphological component of the evaluated cultivars showed a normal and ascending development in the MS accumulation. The BT, MM and BR of the cv. Chetumal, tube significant differences ($P < 0.05$) with respect to cv. Camel; however, cv. Camel obtained the highest proportion of BF in relation to BT and H / NH ($P < 0.05$). The highest percentage of CP (12.3%) was found at week 4, while the cell wall components increased as the age of the plant increased, which caused the PC percentage to decrease due to the increase in structural carbohydrates.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a que los pastos son la base de la alimentación animal de las explotaciones ganaderas del trópico de México, existe gran diversidad de especies introducidas en la zona tropical como “Guinea” (*Panicum maximum* Jacq.), “Pangola” (*Digitaria decumbens* Stent) y estrella africana (*Cynodon nlenfuensis* Vanderyst), de las cuales se ven afectadas por condiciones propias del trópico, como suelos ácidos (pH bajo), niveles altos de aluminio y manganeso intercambiables, baja disponibilidad de nutrientes y materia orgánica. Las introducciones de nuevas especies han desplazado circunstancialmente a las ya mencionadas, manifestando una buena adaptación en el trópico y mejor calidad de forraje, siendo por mencionar las variedades “Mombasa” y “Tanzania” (*Panicum maximum* Jacq), así como variedades del género *Brachiaria* como “Señal” (*B. decumbens* Stapf) “Insurgente” (*B. brizantha* (Mochst) Stapf.) y “Chetumal” (*B. humidicola* (Rendle) Schweickt) (Enríquez *et al.*, 1999).

Brachiaria es el género de gramíneas más común de praderas establecidas en la región tropical de Veracruz, la superficie ocupada por los pastos del género *Brachiaria* se ha incrementado de manera importante durante los últimos 25 años. Los cultivares de este género, se adaptan con facilidad a suelos de baja fertilidad, debido a que son capaces de tolerar condiciones con baja disponibilidad de fósforo y calcio. Estos pastos presentan diferente comportamiento productivo y, en general, distintos niveles de tolerancia al ataque del salivazo, lo que garantiza un buen establecimiento de la pradera para la explotación ganadera de la región.

Una alternativa para resolver este problema es utilizar nuevos materiales como la generación de los híbridos *Brachiaria*, cultivares “Cobra” y “Camello”, que son comercializados por una empresa privada, que ha liberado varios de ellos, entre los que destacan “Mulato II”, “Caimán o Yacaré”, “Cobra”, y en 2017 se está ofertando en el mercado el cultivar “Camello”, sin embargo, existe poca información técnica sobre su comportamiento agronómico, o no ha sido publicada información que soporte sus características productivas para evaluar su potencial productivo mediante la determinación de sus características morfológicas, así como el manejo adecuado de este último cultivar, lo que impulso a realizar el presente trabajo para evaluar su crecimiento, que facilite la familiarización con dicho pasto, impulsando su uso de manera eficiente en el establecimiento de praderas en la región tropical.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Determinar la curva de crecimiento, composición morfológica aérea y radical, así como su calidad nutritiva de los cultivares “Camello” y “Chetumal”, en el trópico veracruzano.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Conocer el comportamiento de los componentes morfológicos en cada cultivar, mediante la clasificación de biomasa aérea (hojas, tallos, inflorescencias, material muerto) y la biomasa radical.
- Evaluar la tasa de crecimiento en gramos de materia seca de planta por día.
- Determinar su composición bromatológica; proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina.

1.2. HIPÓTESIS

La cantidad de biomasa foliar y la calidad nutritiva disminuye conforme se incrementa la edad de la planta, aumentando la cantidad de carbohidratos estructurales y acumulación de material muerto, debido a que la planta decrece y muere.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DISTRIBUCIÓN NATURAL DE *Brachiaria*

Brachiaria es actualmente un género que contiene cerca de 100 especies con amplias diferencias morfológicas y fenológicas (Keller-Grein *et al.*, 1998) que, aunque distribuidas en todo el trópico, se encuentran principalmente en África. Los hábitats en que crecen estas especies son muy variados, ya que se pueden encontrar en bosques de sombra ligera, pantanos y en áreas semidesérticas; sin embargo, el ambiente típico de la mayoría de este género se encuentra en la sabana. Algunas especies se encuentran como malezas en los cultivos, a lo largo de los caminos y en otros sitios disturbados. El interés agronómico despertado por *Brachiaria* es centrado en dichas especies que se emplean para desarrollar pasturas tropicales ya que en los últimos 30 años la superficie ha crecido de manera significativa entre las que se destacan las especies comerciales como: *B. decumbens* Stapf, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis*, *B. mutica* y son, quizás las más utilizadas en el trópico latinoamericano (Keller-Grein *et al.*, 1998).

2.2. TAXONOMÍA

2.2.1. Género

Dentro de la tribu *Paniceae*, los principales caracteres que identifican al género *Brachiaria* son las espiguillas aovadas u oblongas, que se organizan en racimos de un solo lado, con la gluma inferior adyacente al raquis. Estas características no son, de algún modo uniformes en todo el género, y en aquellas especies en que las espiguillas van en pares sobre un raquis triangular, la orientación de estas espiguillas es de algún modo difícil de determinar (CIAT, 1998). *Brachiaria* pertenece a un grupo pequeño de géneros que incluye a *Urochloa*, *Erichloa* y *Panicum*, ya que todos tienen la vía fotosintética Carboxiquinasa del fosfoenolpiruvato del tipo C₄ (Clayton y Renvoize, 1986) y, aunque se ha reconocido la existencia de estos géneros desde hace más de 100 años, todavía existen algunas dudas sobre la exactitud de los límites genéricos.

2.2.2. Características de Identificación de las Especies Forrajeras

Las especies forrajeras se encuentran identificadas en la similitud de las características más significativas de valuación en las relaciones existentes entre especies del mismo género *Brachiaria*, por lo cual se desarrolló un método de clasificación que consiste en nueve grupos para lograr distinguirlas unas de otras. De tal modo que las especies forrajeras se logran encontrar tanto en el grupo cinco (seis especies) como el grupo seis (nueve especies) provenientes de África y fenotípicamente son afines en la forma de su espiguilla, oblonga elíptica. Manteniéndose, no obstante, como dos grupos de clasificación, separados por dos razones: en la primera, la longitud de la gluma inferior, que puede ser muy corta o parecida a un doblez, o ser casi tan larga como la espiguilla, y la segunda razón es la presencia o ausencia de venación reticulada en la gluma superior y en el lema inferior. La forma del raquis va desde triangular hasta alada. (CIAT, 1998)

El grupo cinco se caracteriza por tener racimos: desde pocos a varios, dispersos a lo largo de un eje central, ascendentes o extendidos. El raquis: ancho o angosto, en forma de cinta o media luna, con un solo lado; espiguillas solitarias, en pedicelos cortos, formando una o dos hileras diferenciadas, densas, extendidas. Las espiguillas grandes, de 3.5 a 6.0 mm de largo, aovadas u oblongas, turgentes. Y la gluma inferior parecida a un doblez, siendo granulosa el lema superior. Las especies que se encuentran en este grupo son: *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dura*, *B. emini*, *B. oligobrachiata* y *B. ruzizensis*. Este grupo incluye las tres

especies más populares en el establecimiento de pasturas siendo así: *B. brizantha*, *B. decumbens* y *B. ruziziensis*. (CIAT, 1998).

En el grupo seis, los racimos pueden encontrarse de uno a cuatro, esparcidos en el eje central, erguidos o extendidos. El raquis plano, ancho, angostos, o casi triangulares ubicándose en él las espiguillas de forma elípticas u oblongas con una gluma inferior de longitud mayor a dos tercios que la espiguilla con muchas nervaduras. La gluma superior y lema inferior con nervaduras retículas, diferenciándose de ellas el lema superior de forma granulosa, papilosa, estriada o lisa. En esta clasificación de nueve integrantes se encuentra *B. dictyoneura* y *B. humidicola* utilizadas para pasturas, ambas estrechamente relacionadas y a veces confundidas por agrónomos. El nombre de *Brachiaria humidicola* se aplica correctamente a las plantas que son estoloníferas, mientras que *Brachiaria dictyoneura* son de crecimiento amacollado (CIAT, 1998).

2.3. FISIOLÓGÍA VEGETAL

2.3.1. Crecimiento Vegetal

Silk (1994), define el crecimiento de las plantas como el incremento irreversible del volumen. Hunt (1990), señala que el crecimiento no implica ganancia de peso ya que, en los primeros días de germinación en

la planta, no existe ganancia de peso, por el contrario, hay una disminución en 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 conceptualización más aceptable de crecimiento, es señalada por Ray (1987), al considerar el crecimiento y la diferenciación como los aspectos cuantitativos y cualitativos del desarrollo. Sin embargo, la definición de crecimiento para las plantas forrajeras, propuesta por Hodgson (1979), lo define como el proceso irreversible, debido a que la célula vegetal se encuentra rodeada por una estructura rígida (pared celular), la cual proporciona apoyo mecánico y protección a la planta, además de ayudar a determinar la forma de la misma en el desarrollo e incremento del tamaño y peso del tallo o tejido foliar (Valentine y Matthew, 1999).

A medida que crecen los órganos multicelulares, a partir del desarrollo embrionario, no solo aumenta el volumen, sino también su peso, número de células, cantidad y complejidad del protoplasma (Salisbury y Ross, 1992). El crecimiento ocurre a través de un aumento en el número de células, por la división en el tejido meristemático y mediante el incremento y alargamiento celular (Manske, 1998). Dichas células, se pueden diferenciar o desarrollar en una gran variedad de tejidos y órganos (Valentine y Matthew, 1999). Este en sentido, Hunt (1990), indica que el crecimiento describe a través del tiempo, como cambios irreversibles en la planta de tamaño, forma y, en hijuelos; estos tres fenómenos naturales son de importancia vital para supervivencia en el medio en el que se desarrollan las plantas (Hunt, 1982).

La planta en crecimiento, están sensibles a estímulos y variaciones en el medio ambiente, los cuales determinan el desarrollo vegetal. Tal como lo menciona Hunt (1990), el análisis de crecimiento vegetal, constituye un

método básico para caracterizar el efecto del medio ambiente y su manejo en el crecimiento de la planta. De acuerdo con Valentine y Matthew (1999), al concebir la naturaleza del proceso de crecimiento y los requerimientos del mismo, se preparan las condiciones necesarias para comprender el potencial y las limitaciones que tiene la planta al desarrollarse en una situación ambiental o de manejo. Las curvas de crecimiento son muy útiles, para clasificar el tamaño o peso de un organismo en función del tiempo. Una de las curvas de crecimiento es la sigmoideal (forma de S), en el que puedes registrar tres fases: logarítmica, lineal y senescencia.

2.3.2. Meristemos de Crecimiento

El crecimiento de la mayoría de las plantas, está confinado en áreas específicas de división celular, conocidas como meristemos (Valentine y Matthew, 1999). La mayoría de las células nuevas, se producen en el meristemo apical, localizado en el ápice del tallo. En algunas especies, el meristemo apical permanece cerca del nivel del suelo y, en otras especies, es elevado y puede cambiar de un estado vegetativo a un estado sexualmente reproductivo (Manske, 1998). En plantas monocotiledóneas existen otras zonas meristemáticas, que se encuentran ubicadas en el cambium vascular, arriba de los nudos. Los meristemos apicales de raíces y tallos (meristemos primarios), se forman durante el desarrollo embrionario. El cambium vascular y las zonas meristemáticas de los

nudos y hojas de gramíneas (meristemas secundarios), no pueden diferenciarse sino hasta después de la germinación (Salisbury y Rosss, 1992).

2.3.3. Crecimiento del Tallo

El crecimiento del tallo en gramíneas, se presenta en zonas alejadas del ápice, en las plantas jóvenes, los primordios foliares están muy cercanos unos de otros. Los entrenudos, se forman a partir de la división y crecimiento de la célula, situadas entre los primordios foliares. En las fases tempranas de crecimiento, las divisiones celulares se presentan a lo largo del entrenudo joven, pero tiempo después la actividad meristemática se restringe a la región ubicada en la base del entrenudo e inmediatamente arriba del nudo mismo. Estas regiones meristemáticas se llaman meristemas intercalares, porque se intercalan o insertan entre regiones de células viejas que no se dividen, en especial en la base de los entrenudos, lamina y vainas de la hoja (Waller *et al.*, 1985; Salisbury y Ross, 1992).

Aunque la defoliación puede estimular el amacollamiento, al disminuir la dominancia apical a corto plazo, la constante remoción del área fotosintética, minimiza la disponibilidad de recursos para el crecimiento del tallo (Richards, 1984).

2.3.4. Crecimiento Foliar

El primer signo del desarrollo foliar, suele consistir en divisiones de una de las tres capas más cercanas al ápice del tallo. Cuando las células en crecimiento surgen y se exponen a la luz, la expansión celular cesa y da origen a los procesos de fotosíntesis y transpiración. En este momento, la hoja en crecimiento recibe carbohidratos de las raíces, tallos, y de las hojas maduras, hasta que los requisitos de la hoja de crecimiento puedan cubrirse con los fotoasimilados (Manske, 1998).

La actividad meristemática del ápice del tallo da lugar a las primeras hojas, que van apareciendo como una protuberancia de células a un lado del ápice denominado primordio foliar (Valentine y Matthew, 1999). Según Manske (1998), las yemas o primordios foliares, se forman en sitios alternos al meristemo apical. Las divisiones periclinales, seguidas del crecimiento de las células hijas dan lugar al primordio foliar, mientras que las divisiones anticlinales incrementan el área superficial del primordio; ambos tipos de divisiones son importantes para el desarrollo posterior de la hoja y crecimiento de otros tejidos en la planta (Salisbury y Ross, 1992).

Los meristemos intercalares en las hojas permanecen en posiciones basales, este rasgo morfológico es característico de las gramíneas y contribuye con la tolerancia al pastoreo. Los meristemos intercalares cesan su actividad, cuando la lígula de la hoja es expuesta, es decir, una vez que la hoja está en su totalidad extendida y ningún crecimiento en longitud es posible (Manske, 1998).

2.3.5. Crecimiento Radical

El crecimiento radical se inicia en los nudos que están en la corona y estos pueden ser bajo o sobre la superficie del suelo. Las raíces laterales o adventicias en general, comienzan a desarrollarse a pocos milímetros de la punta de la raíz y se originan en el periciclo, por lo general, opuestas a las puntas del protoxilema, crecen hacia afuera a través de la corteza y, la epidermis, se desarrollan en el tejido del parénquima de los nudos, solo debajo del meristemo intercalar del entrenudo (Salisbury y Ross, 1992). El sistema radical de la planta, además de estar encargado de obtener agua y nutrimentos a través de los diferentes estratos del suelo, provee anclaje y apoyo a los tallos, produce reguladores de crecimiento y conserva comunicados a los tallos, para mantener integrado el crecimiento y la salud de la planta (Ingram y Leers, 2001).

2.4. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS PASTOS

La producción de las plantas depende químicamente de tres factores: fotosíntesis, respiración y distribución de fotoasimilados, 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 en función de su análisis de crecimiento, es importante conocer sus índices de crecimiento o eficiencia (McNaughton, 1983; Torres, 1984), los cuales se utilizan para entender la dinámica de crecimiento del cultivo, estudiar la distribución de la materia seca, desarrollo de modelos de predicción y selección de genotipos.

Hunt (1990) y Hernandez-Garay *et al.*, (1992) señalan la eficiencia de crecimiento vegetal, como la tasa de crecimiento del cultivo ($\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$), que indica el incremento del material vegetal por unidad de tiempo. 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) entre el tiempo.

2.4.1. Generalidades del trópico

Las superficies del trópico seco y húmedo de México comprenden una extensión del alrededor de 56, 000 000 de hectáreas, que representan el 28% del territorio nacional. El trópico seco cuenta con una superficie de 32 000 000 (16 % del país), distribuido en 26 estados de la república mexicana mientras que el trópico húmedo cubre una superficie de 24 000 000 de hectáreas (12 % del país), localizada en 16 estados (Enríquez 2011).

En el trópico húmedo, las demandas hídricas de las praderas están marcadas por tres épocas bien definidas; una época sin lluvias, que comprende los meses de marzo a mayo, una época de lluvias, que ocurre en los meses de junio a octubre donde se observa el mayor crecimiento en las especies forrajeras y la época de nortes que va de noviembre a febrero (Juárez, 1997).

2.4.2. Factores Ambientales

Las condiciones ambientales en el que se desarrollan las plantas, son principalmente influenciadas por factores abióticos como temperatura, luz, radiación, humedad relativa, nutrientes y agua disponible. Dichos factores y sus interacciones aumentan la velocidad de los procesos bioquímicos reflejándose en la tasa de crecimiento, rendimiento y calidad nutricional del forraje.

La luz y temperatura conforman las mayores necesidades para el crecimiento de las plantas, siguiendo por consiguiente el suministro de agua. La estación del crecimiento se inicia en la época de lluvias, con el gradual aumento de temperatura y el fotoperiodo que al iniciar provoca una paulatina reducción al acercarse el otoño (Salisbury y Ross, 1992). Estos factores son de suma importancia en la tasa de crecimiento en las plantas, ya que determina la tasa de producción de hojas, las cuales interceptan la radiación solar y generan biomasa (Duru y Ducroq, 2002).

La cantidad y distribución pluvial aunado a la fluctuación de la temperatura en el tiempo, es un factor que incide en el crecimiento de los pastos, ya que las plantas son afectadas por el estrés hídrico y bajas temperaturas, provocando inhibición de la fotosíntesis y suspendiendo la producción de biomasa en la planta (Ludlow, 1980; Enríquez y Romero, 1999).

2.4.3. Principales Tipos de Suelo en el Trópico

En el trópico de México, predominan ocho ordenes de suelos, distribuidos en diferentes proporciones en los estados más importantes que lo conforman. Los tipos predominantes son: Cambisol, Luvisol y Vertisol, los cuales cubren el 71% de la superficie. Luvisol y Cambisol se caracterizan por su buena fertilidad y alta saturación de bases.

Los Cambisoles y las Rendzinas abarcan el 31% del área tropical, se tipifican por ser de fertilidad de mediana a baja, al igual que los Acrisoles que comprenden el 8.7% y Nitsoles en un 5.6% pero con suelos que permanecen inundados la mayor parte del año. En los Litosoles predominan las rocas calcáreas, son pocos profundos, de fertilidad baja, con limitantes físicas y químicas.

El establecimiento y desarrollo de los pastos pueden realizarse en cualquier tipo de suelo, desde los muy fértiles, hasta los de baja fertilidad o con problemas de toxicidad, exceso de humedad y salinidad; esto debido a la riqueza y plasticidad de las plantas forrajeras, ya que existen especies

adaptadas para cada condición en particular. Las características químicas del suelo son dinámicas y tienen influencia en la productividad de las especies forrajeras (Enríquez 2011).

2.5. PASTOS NATURALES INTRODUCIDOS

En los últimos 30 años se ha marcado la expansión de la superficie ocupada por los pastos del género *Brachiaria*, entre las que se destacan las especies comerciales como: *B. decumbens* Stapf, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis*, *B. mutica* y son, quizás las más utilizadas en el trópico latinoamericano (Enríquez 2011).

2.5.1. *Brachiaria humidicola* cv. Chetumal

Brachiaria humidicola fue introducida como CPI 16707 en 1952 de la estación experimental Rietondale, en Pretoria, Republica de Sudáfrica, por J. F. Miles (Oram, 1990). Muestras de semilla fueran llevadas de Australia a Fiji y a Papua, Nueva Guinea, desde donde se reintrodujo un material idéntico al área Tully del norte de Queensland en 1973; El cv.

Tully se deriva de ese material. El cultivar fue aprobado para su liberación comercial en 1980 dando su registro en 1981 (Oram, 1990). Es probable que el material cultivado en América tropical (CIAT 679) sea del mismo genotipo. En México se conoce como Humidicola o Chetumal.

B. humidicola es una planta perenne, rastrera, fuertemente estolonífera, que crece a una altura de hasta 100 centímetros, formando una cobertura agresiva y un césped denso que suprime las malezas, tolera el pastoreo intensivo y a la sombra adaptándose a suelos pocos fértiles y mal drenado.

Posee hojas glabras de color verde intenso de 8 a 10 centímetros de longitud y de 0.5 a 1.6 centímetros de ancho. La inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos, de dos a 5 centímetros de longitud, que produce semilla fértil, aunque con alto grado de latencia; sin embargo, es posible superar este problema mediante la utilización de material vegetativo para su propagación. *B. humidicola* puede establecerse tanto en suelos fértiles, como en suelos ácidos y de baja fertilidad prefiriendo terrenos con buen drenaje o con inundaciones periódicas, característica que lo ha hecho popular y apreciado por los productores ganaderos. (Enríquez *et al.*, 2011).

La rusticidad y agresividad de esta especie, ha propiciado su rápida expansión en la región tropical de México. De los cultivares comerciales del género *Brachiaria* que se explotan actualmente en el país, *B. humidicola* cv. Chetumal es el más resistente a condiciones adversas, especialmente a la sequía. Este cultivar soporta una fuerte carga animal, y se puede considerar un sustituto de otros géneros utilizados en suelos pobres. Se considera tolerante al ataque de la mosca pinta, y el gusano falso medidor no la prefiere (Enríquez *et al.*, 2011).

2.6. REPRODUCCIÓN APOMÍCTICA

La mayoría de las especies del género *Brachiaria* (incluido *B. humidicola*) utilizadas en la ganadería de Latinoamérica son de reproducción apomíctica en donde el término “apomixis” significa generalmente una reproducción asexual de las plantas mediante la semilla. Cuando hicieron los primeros estudios del modo reproductivo de *Brachiaria*, se identificó la apomixis en varias especies del género. Cuando la apomixis es obligada, representa un obstáculo formidable para la recombinación genética convencional. La expresión fenotípica de la apomixis es, incompleta porque algunas semillas contienen embriones que se han originado en la meiosis y la fertilización. En la mayoría de las especies apomícticas se han encontrado genotipos completamente sexuales, si no en la misma especie al menos en otra estrechamente relacionada con ella. Comúnmente se encuentra sexualidad obligada a nivel diploide y un grado mayor o menor de apomixis entre los biotipos poliploides relacionados (Asker y Jerling, 1992).

Schank y Sotomayor-Ríos (1970) informaron que existía reproducción sexual en *B. ruziziensis*, y Ferguson y Crowder (1974) confirmaron que esta especie era naturalmente diploide y obligadamente sexual.

2.7. RECOMBINACIÓN GENÉTICA EN *Brachiaria*

La hibridación artificial en el género *Brachiaria* ha sido objetivo de los investigadores desde principios de la década de los 70, por lo menos, cuando Fergusson y Crowder (1974) intentaron producir híbridos mediante polinización del diploide sexual, *B. ruziziensis*, con polen de un tetraploide apomítico, *B. decumbens*. Este intento inicial fue, al parecer infructuoso por la diferencia en ploidía. Por tal motivo sugirieron entonces que se produjera una planta sexual, compatible con las apomíticas y tetraploides mediante duplicación artificial del número cromosómico de *B. ruziziensis*, una especie diploide y naturalmente sexual.

Hacker (1988) realizó con éxito un cruzamiento de una accesión diploide sexual de *B. decumbens* con otra accesión tetraploide apomítica. El híbrido resultante fue triploide y completamente estéril; por lo tanto, representaba un callejón genético sin salida. Hacker sugirió entonces dos enfoques alternativos para superar la barrera de la ploidía entre diploides sexuales y tetraploides apomíticos en el género *Brachiaria*: primero, un tratamiento con colchicina del híbrido triploide estéril para producir un alohexaploide fértil; y como segundo el tratamiento con colchicina del diploide sexual compatible en el cruzamiento con accesiones apomíticas y tetraploides.

2.7.1. *Brachiaria* híbrido cv. Camello

Una colecta de híbridos procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) fueron evaluados en México por Grupo Papalotla para identificación de atributos agronómicos y componentes de rendimiento. La evaluación realizada mediante selección masal por 12 años, reveló un material sobresaliente denominado “Camello” con grandes atributos, relacionados con tolerancia a sequía y buena producción forrajera. Este clon apomíctico tetraploide obtenido de *Urochloa ruziziensis* y *U. brizantha* (Sinónimo de *B. ruziziensis* y *B. brizantha*) fue seleccionado del quinto ciclo (C5) por el CIAT en Cali Colombia mediante un programa de mejoramiento genético y actualmente constituye el único híbrido glabro comercial, propiedad de Grupo Papalotla con éste atributo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se efectuó en las instalaciones del Campo Experimental “La Posta” del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en la localidad de Paso del Toro, en el municipio de Medellín, Veracruz, localizado en el km. 22.5 de la carretera libre Veracruz-Córdoba, en la coordenada que forman el paralelo 19° 02´ de latitud Norte con el meridiano 96° 08´ de longitud Oeste. Según la clasificación climática de Koppen modificada por García (1973), el clima predominante en el área de influencia directa de “La Posta”, corresponde al intermedio del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw1), con temperaturas media, máxima y mínima son de 25.4, 31.3 y 19.5 °C, respectivamente, y una precipitación pluvial de 1336.8 mm, y una evaporación de 1379.5 mm. La altura del sitio es de 16 m.s.n.m. el suelo es clasificado como Vertisol de textura migajón arcillo-arenosa.

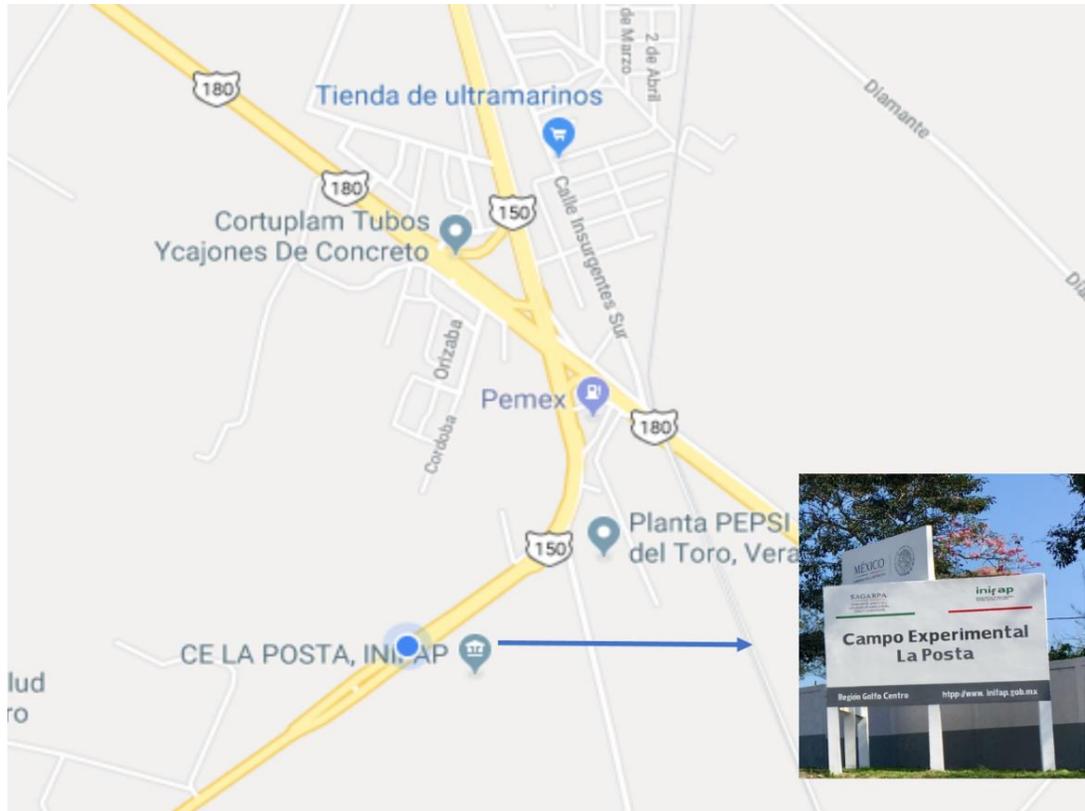


Figura 1: Localización del Campo Experimental “La Posta”



Figura 2: Panorámica de los Componentes Aéreo y Radical de los Pastos Camello y Chetumal en la décima de crecimiento

3.1. METODOLÓGICA

Antes de establecer el experimento, se realizó una prueba de germinación, seleccionando 400 semillas de cada cultivar, asegurándose que no estuvieran vanas, obteniendo cuatro repeticiones de 100 semillas. La siembra se realizó en charolas de 200 cavidades utilizando sustrato orgánico (Peat Moss) y suelo del lugar en una relación 1:1. Las semillas se regaron constantemente para mantener la humedad durante la prueba. Se realizaron conteos semanales de las plántulas emergidas durante cuatro semanas. El porcentaje de germinación para *B. híbrido* cv. Camello fue del 48% mientras que para *B. humidicola* cv. Chetumal obtuvo el 20% (Figura 3).



Figura 3: Prueba de Germinación de *B. híbrido* cv. Camello

Área Experimental

El experimento se estableció el día 09 agosto del 2017; se utilizaron un total de 84 macetas para cada cultivar, sembradas en bolsas de plástico, en un área expuesta de 95 cm² con 2.0 litros de capacidad. Se incorporó en promedio 1.2 kg de suelo del área del lugar en cada maceta, las cuales tuvieron plantas completas. Se obtuvieron 168 plantas bajo un ambiente natural y en condiciones controladas de humedad, suministrando agua en situaciones de nula precipitación a capacidad de campo (Figura 4 y 5).

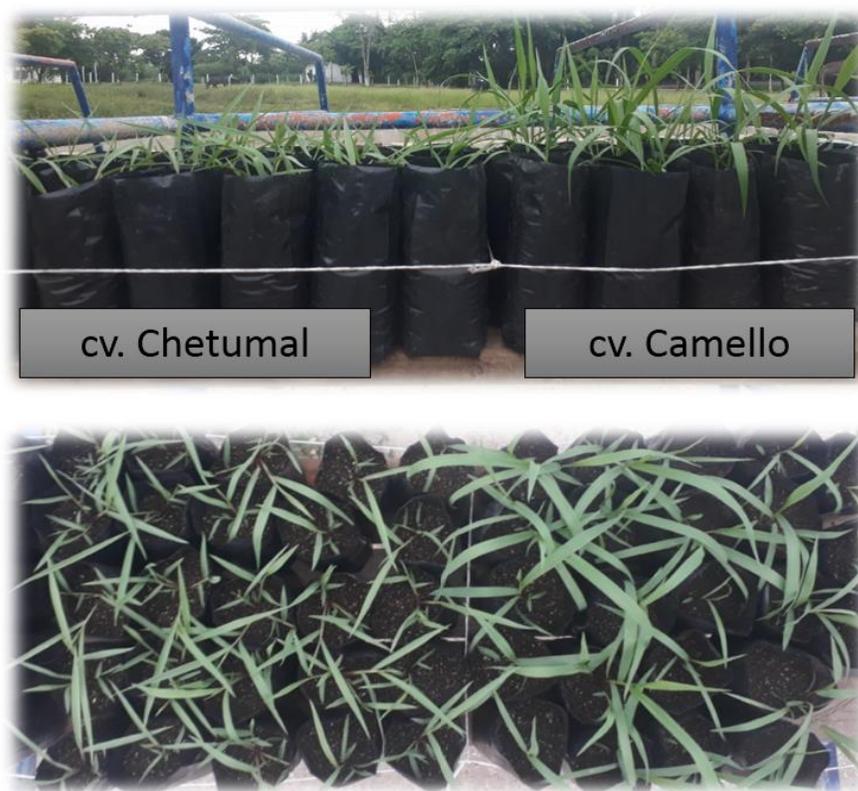


Figura 4: Panorámica del Experimento en la Tercera Semana Después de su Germinación (cv. Chetumal y cv. Camello)

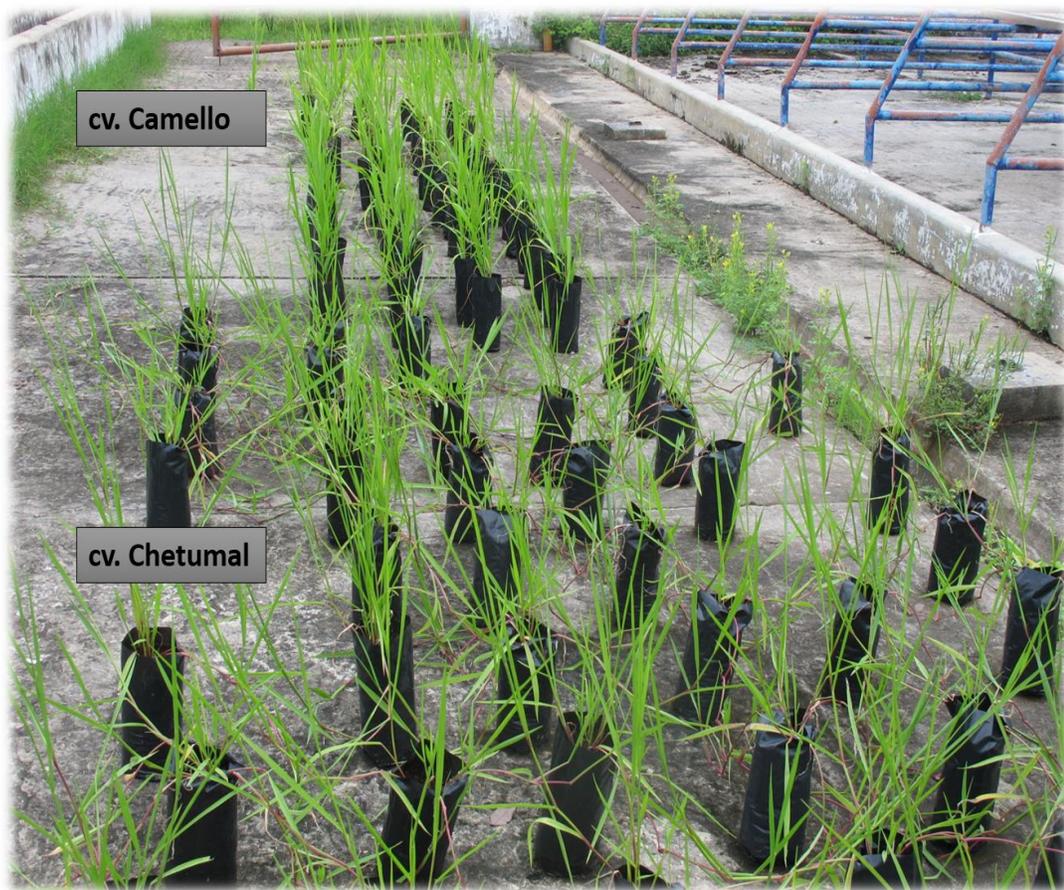


Figura 5: Panorámica del Experimento en la Semana 8 Después de su Germinación.

Manejo de los Tratamientos

Las evaluaciones se realizaron cada 7 días después de la siembra, a partir del 16 de agosto de 2017 al 3 de enero de 2018. Se analizaron diferentes estadios de crecimiento, mediante muestreos destructivos, se cosecharon cuatro plantas completamente al azar, cada cultivar (Figura 6).

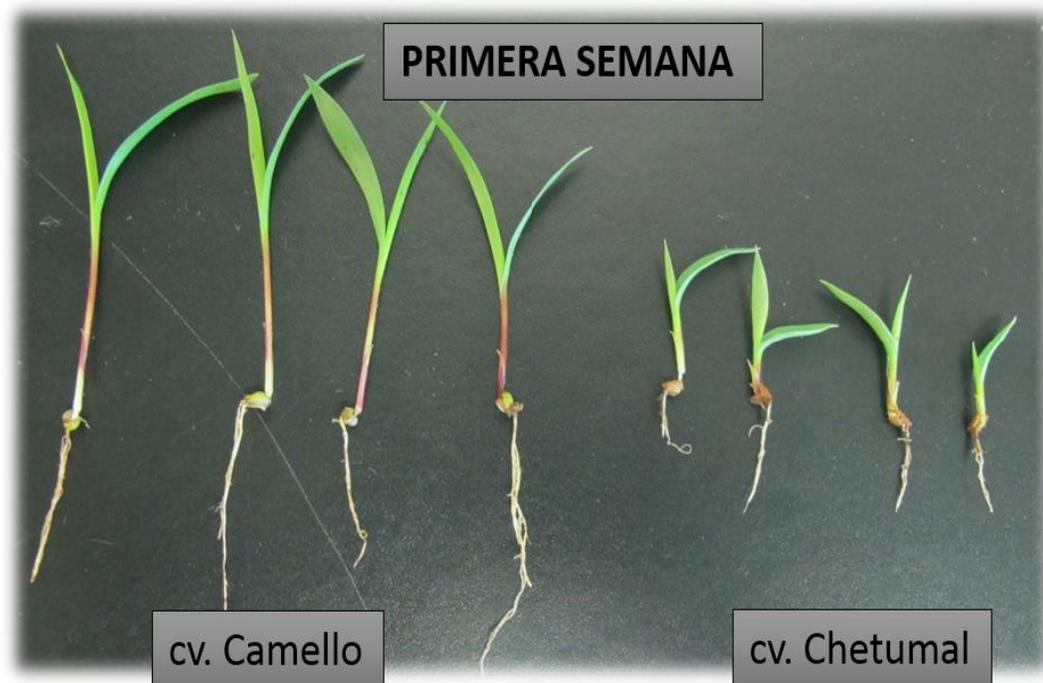


Figura 6: Selección de Muestras Para el Análisis de *Brachiaria* híbrido cv. Camello y *Brachiaria humidicola* cv. Chetumal en la Primera Semana Después de la Germinación

Clasificación de Componentes Morfológicos

Las plantas se separaron en cada componente morfológico; biomasa aérea (hojas, tallos, inflorescencias, material muerto) y la biomasa radical (raíz), para esta última se lavó a presión con agua corriente, por separado (Figura 7). Posteriormente se secaron en una estufa de aire forzado (marca Felisa, modelo VWR-1350-FD), a 65°C durante 48 horas y se realizó el procedimiento de pesado en una balanza analítica estándar (marca Ohaus, modelo AS-120), con aproximación a milésima de gramo. El total de la biomasa colectada se promedió con el resto de las siguientes muestras, para obtener la información sobre la acumulación de biomasa total, biomasa aérea y radical (Figura 2).



Figura 7: Componentes Morfológicos (Hojas, Tallos, Inflorescencia, Material Muerto y Raíz)

Composición Morfológica

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

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

DONDE:

%cm= Porcentaje del componente morfológico (lamina foliar, tallo, inflorescencia, material muerto y raíz) en gramos de materia seca.

Pcm= Peso seco del componente morfológico (lamina foliar, tallo, inflorescencia, material muerto y raíz).

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

Rendimiento de Materia Seca; Biomasa de Planta Completa, Biomasa Aérea y Biomasa Radical

El rendimiento de MS se calculó sumando el peso de cada componente morfológico por planta, mediante la siguiente formula:

$$RTMS= \{ PSTa + PSTr \}$$

Dónde:

Rendimiento total de materia seca por hectárea (g MS planta⁻¹)

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

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

Relación Hoja/Tallo, Hoja/No Hoja

La relación hoja/tallo y hoja/no hoja, se estimó para cada edad de crecimiento, al dividir la biomasa total de hojas, entre la biomasa total de tallos por planta. Para el caso de la relación hoja/ no hoja, la materia seca total de hojas, se dividió entre la sumatoria de la materia seca total de tallos, inflorescencias y material muerto.

Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento de los cultivares se estimó cada siete días con la siguiente formula:

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

Donde:

TC= Tasa de crecimiento (g MS planta dia⁻¹)

FC= Forraje cosechado

T= Tiempo transcurrido entre un corte y el siguiente

Análisis Bromatológico

Para realizar el análisis bromatológico se eligieron los tratamientos; 4, 6, 8,10, 12, 14, 16, 18, 20 con tres repeticiones para cada cultivar, obteniendo un total de 54 muestras a analizar. El análisis se realizó en muestras de plantas completas, seleccionando solo la biomasa aérea (hojas y tallos), se pulverizaron en molino Thomas Wiley No. 4 a 1mm de tamizaje.

Proteína Cruda (PC)

Se determinó Proteína Cruda por el método de Kjeldahl (A.O.A.C. 1990), que consiste en la digestión de la materia orgánica con ácido sulfúrico y calor, en la presencia de un catalizador. Una vez que la materia orgánica se ha desintegrado completamente, la solución formada, sulfato ácido de amonio, se neutraliza con hidróxido de sodio, liberándose amoníaco el cual es destilado por arrastre con vapor dentro de una solución de ácido bórico, para formar un complejo boro-amoniaco (tetaborato de amonio) en equipo Kjeldahl. La cuantificación del nitrógeno se logra cuando una solución de ácido previamente valorado (ácido clorhídrico al 0.1 N) titula a la solución formada. Aquí, 1 ml del ácido estandarizado neutraliza 0.014 g de nitrógeno en forma de ión amonio.

Para calcular la cantidad de nitrógeno en la muestra se utilizan los siguientes datos y fórmulas:

$$\%N = \frac{(\text{ml HCl } 0.1N - \text{ml HCl en blanco}) * \text{Normalidad del HCl} * \text{mq N} * 100}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

Peso de la muestra (g)

$$\text{Meq N} = 0.014$$

$$\% N * 6.25 = \text{PROTEÍNA CRUDA}$$

Carbohidratos Estructurales

El contenido de carbohidratos no solubles se determinó con el procedimiento propuesto por Van Soest *et al.* (1991) en equipo Digestor Ankom técnica de la bolsa de filtro (Ankom²⁰⁰). Con este método se obtienen las fracciones que se presentan en el siguiente esquema:

Esquema Básico de Análisis de Forrajes Usando Detergentes.

DETERMINACIÓN	FRACCIÓN	SOLUCIÓN UTILIZADA	COMPUESTOS QUÍMICOS QUE TEÓRICAMENTE PUEDEN ESTAR PRESENTES EN CADA DETERMINACIÓN
Fibra detergente neutro (FDN)	Fracción insoluble en detergente neutro	Lauril sulfato de sodio, EDTA. pH: 7	Pared celular total
Fibra detergente ácido (FDA)	Fracción Insoluble en Detergente Ácido	Bromuro de Cetiltrimetil Amonio	Celulosa y Lignina
LIGNINA DETERGENTE ACIDO (LDA)	Fracción Insoluble en Ácido Sulfúrico Concentrado	H ₂ SO ₄ al 72%	Lignina

Fibra Detergente Neutra (FDN)

Se determinó pared celular (hemicelulosas, celulosa y lignina) por el método de Fibra por Detergente Neutro (FDN), en la cual queda el residuo remanente después de la digestión en una solución de detergente. Para conocer el porcentaje de la pared celular total se ocupó la siguiente formula:

$$\% \text{ NDF} = \frac{[W_3 - (W_1 \times C_1)]}{W_2} 100$$

Donde:

W_1 = peso de la bolsa

W_2 = peso de la muestra

W_3 = peso seco de la bolsa con la muestra después de la extracción

C_1 = corrección por blanco (peso seco final de la bolsa/peso original de la misma bolsa)

Fibra Detergente Acida (FDA)

Se determinó por consiguiente ligno-celulosa por el método de Fibra por Detergente Acido (FDA). Técnica de la bolsa filtro (ANKOM²⁰⁰). Este método determino la fibra por detergente ácido el cual es el residuo remanente después de digerir con CTAB preparado en H₂SO₄ 1N. El residuo fibroso está formado predominantemente de celulosa y lignina. El porcentaje de dichos residuos se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ FAD} = \frac{[W_3 - (W_1 * C_1)]}{W_2} 100$$

Donde:

W₁ = peso de la bolsa

W₂ = peso de la muestra

W₃ = peso seco de la bolsa con fibra después de la extracción

C₁ = corrección por blanco (peso seco final/peso inicial de la bolsa en blanco)

Lignina Detergente Acido (LDA)

El porcentaje de lignina se determinó por la fracción Insoluble en Ácido Sulfúrico al 72%. El residuo final del remanente total de carbohidratos estructurales en las muestras determinó el porcentaje de lignina de la pared celular, ocupándose la siguiente formula:

$$\% \text{ LDA} = \frac{[W_3 - (W_1 * C_1)]}{W_2} 100$$

Donde:

W_1 = peso de la bolsa

W_2 = peso de la muestra

W_3 = peso seco de la bolsa con fibra después de la extracción

C_1 = corrección por blanco (peso seco final/peso inicial de la bolsa en blanco)

Análisis de Datos

Los datos se analizaron por los procedimientos GLM de SAS (SAS, 1999) para un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 X 21 (dos cultivares de pasto y 21 edades de corte en semanas), con cuatro repeticiones, y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición Morfológica

La composición morfológica de la planta en los cultivares Camello y Chetumal varió en los diferentes estadios de crecimiento. La relación existente entre la producción de biomasa foliar (BF), disminuyó conforme transcurrió el tiempo, mientras que la biomasa de tallos (BT), material muerto (MM) y biomasa radical están relacionados de manera positiva con los diversos estadios de crecimiento y el incremento en la edad de la planta (Figuras 8 y 9). La biomasa por senescencia y descomposición aumentaron conforme aumento la madurez de la planta, en consecuencia, la producción de biomasa foliar empieza a declinar. La emisión de los primeros tallos florales en el cv. Camello inicio a partir de la semana 8 y continuo hasta la semana 13, mostrando una floración uniforme en el lapso de 6 semanas (Figura 8). Para el caso del cv Chetumal, este no mostro floración, ya que su ciclo de floración se desarrolla al inicio de la época de lluvias debido a que es una planta de fotoperiodo largo.

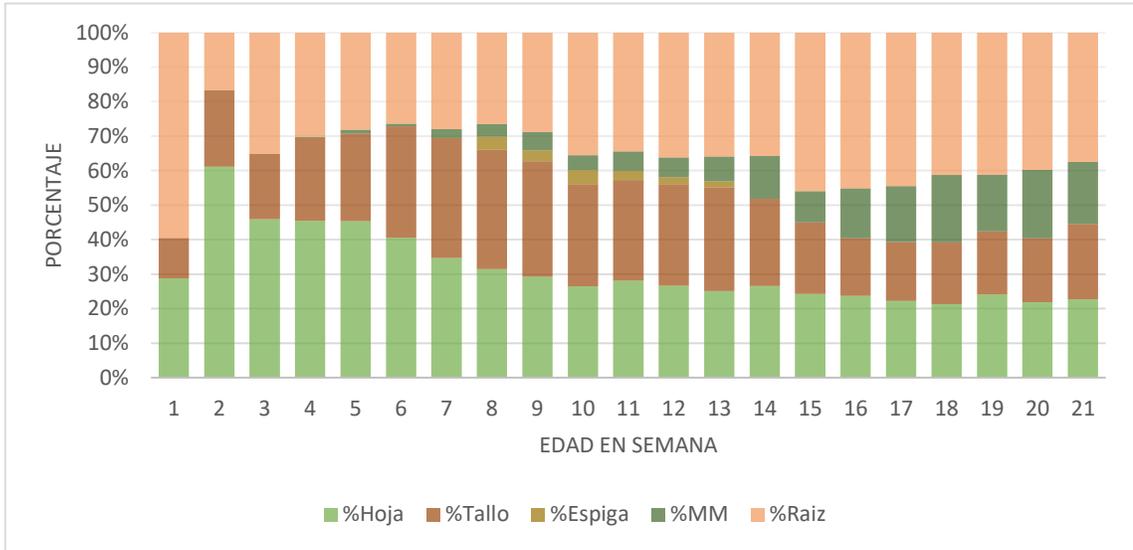


Figura 8: Composición Morfológica del Pasto cv. Camello Cosechado a Diferentes Edades de Corte

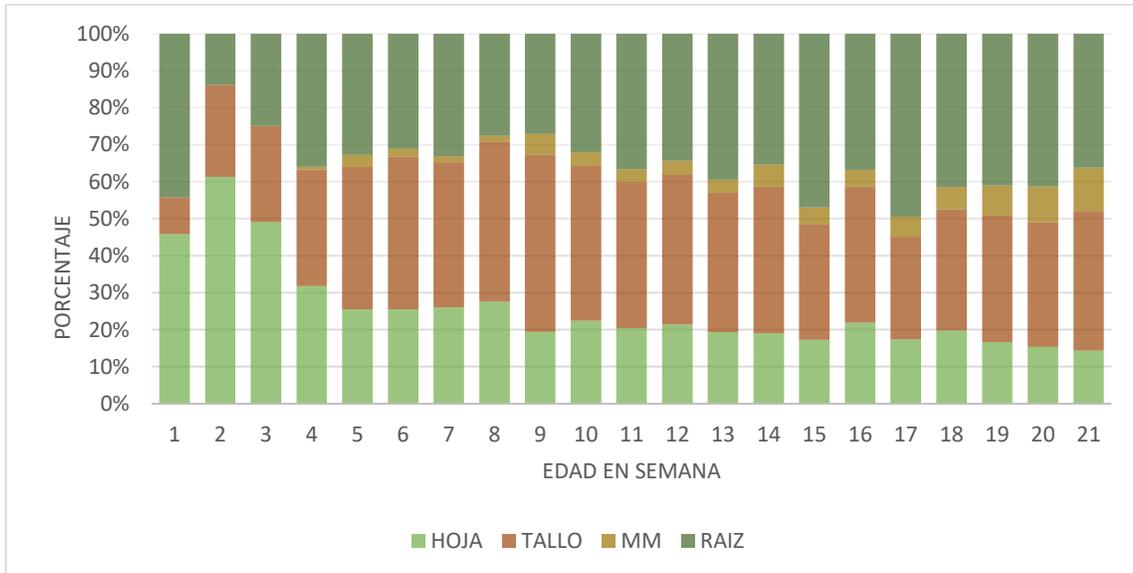


Figura 9: Composición Morfológica del Pasto cv. Chetumal Cosechado a Diferentes Edades de Corte

4.2. Dinámica de Crecimiento

La dinámica de crecimiento por componente morfológico de los cultivares cv. Camello y Chetumal, se muestran en las Figuras 10 y 11. El análisis estadístico no registró diferencias ($P > 0.05$) para la producción de biomasa foliar (BF) entre los cultivares evaluados. La mayor cantidad de BF se obtuvo a las 19 semanas de edad, con 3.95 gramos de MS por planta, la cual se caracterizó por un bajo crecimiento inicial, alcanzando el punto máximo y posteriormente declinar su producción conforme las hojas de estratos inferiores senescen y mueren. Al respecto, Azuymí y Watanabe (1991), indicaron que la senescencia en hojas, se presenta debido a una pérdida gradual en la actividad fotosintética, que conduce a una generación y muerte del tejido, no solo por efecto de la edad, sino también por efecto de las condiciones ambientales. La biomasa de tallos tuvo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre cultivares, ya que Chetumal presentó la mayor producción de BT, por contener 4.91 gramos de MS a lo largo del análisis. Cruz *et al.*, (2011) concluyeron que la cantidad de biomasa de tallo, por ser la unidad de producción de las especies forrajeras, es el componente que define su potencial de producción de cada variedad o ecotipo.

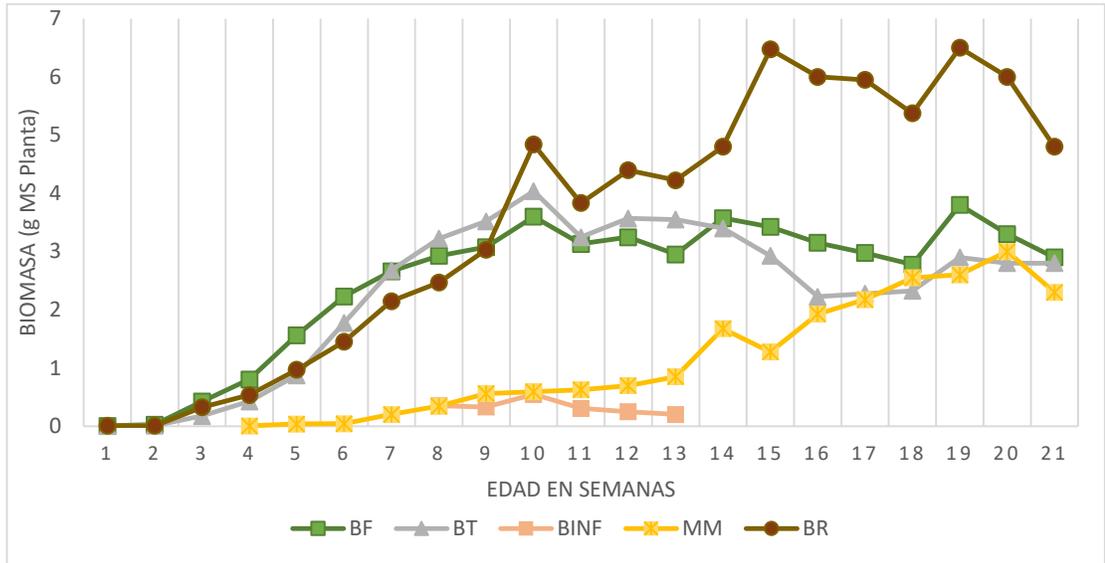


Figura 10. Dinámica de Crecimiento por Componente Morfológico (BF; Biomasa Foliar; BT, Biomasa de Tallos; BINF, Biomasa de la Inflorescencia; BR, Biomasa Radical; y MM; Material Muerto) del cv. Camello a Diferentes Edades de Corte

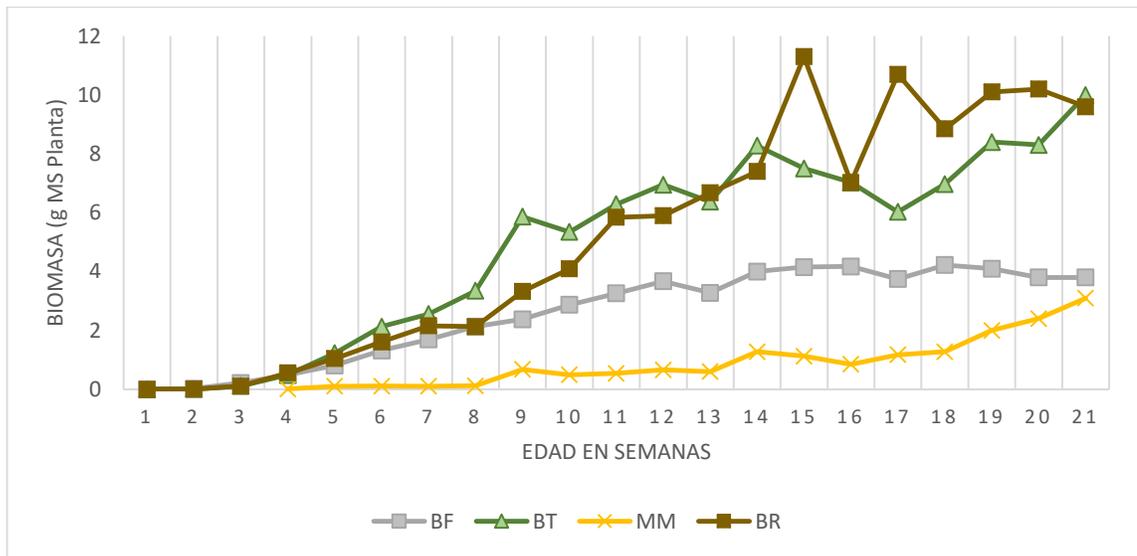


Figura 11. Dinámica de Crecimiento por Componente Morfológico (BF; Biomasa Foliar; BT; Biomasa de Tallo; BR; Biomasa Radical; y MM; Material Muerto) del cv. Chetumal a Diferentes Edades de Corte

4.3. Producción de Materia Seca

MS por Planta

La acumulación de biomasa total (MS) en la planta completa (BF, BT, BINF, MM Y BR) se muestran en la Figura 12. El estudio mostro diferencias significativas para el cv. Chetumal ($P < 0.05$), teniendo la mayor producción de materia seca entre cortes (13.47g de MS por planta). El análisis muestra que la producción media de MS en ambos cultivares, se obtuvo en la semana 19 (20.2g MS), siendo el corte con mayor producción de MS en la planta completa.

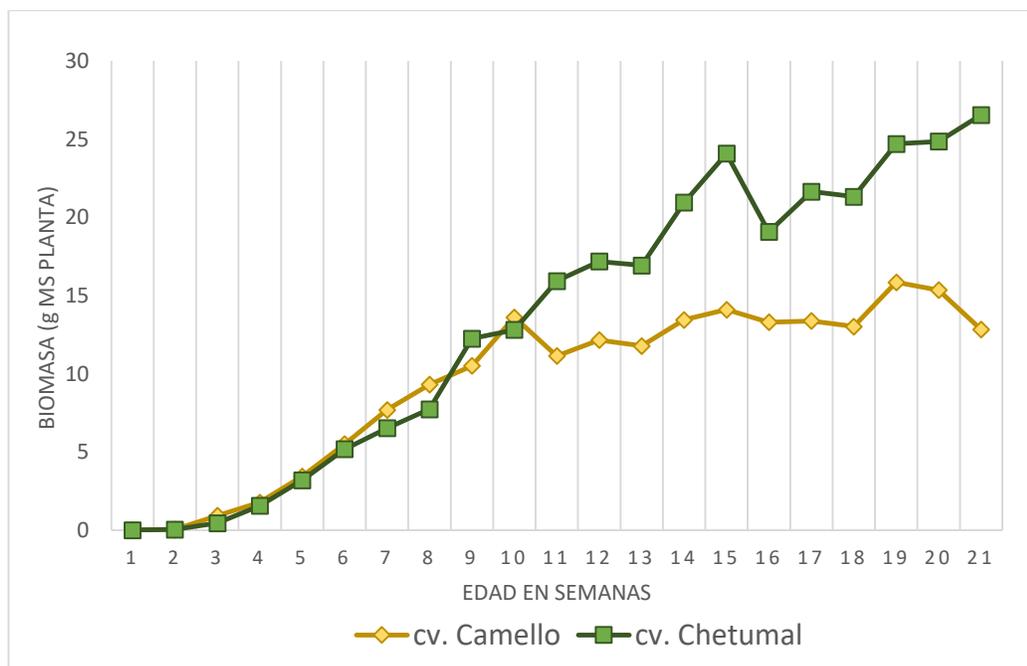


Figura 12: Producción de Materia Seca en Planta Completa (BF, BT, BINF, MM, MR) de los Cultivares Camello y Chetumal a Diferentes Edades de Corte

Biomasa Aérea y Radical

La cantidad de biomasa aérea (BF, BT, BINF, MM) y radical se presenta en la Figura 13 y 14. El cultivar Chetumal mostro tener mayor producción de biomasa aérea y radical ($P < 0.05$) a las obtenidas por el cv. Camello. La producción de MS del cv. Chetumal fue de 8.2g de MS por planta de biomasa aérea y 5.17g de biomasa radical por planta. El incremento de los componentes de la biomasa aérea (BH, BT, BINF, MM) y biomasa radical se caracterizó por una acumulación de MS a través del tiempo. En este sentido, Lamaire (2001), indica que el tamaño relativo en los diferentes órganos, para la captura, asimilación de recursos o para el almacenamiento de reservas (hoja, tallo, vaina y raíz), son los principales factores que determinan el crecimiento a medida que la planta se desarrolla.

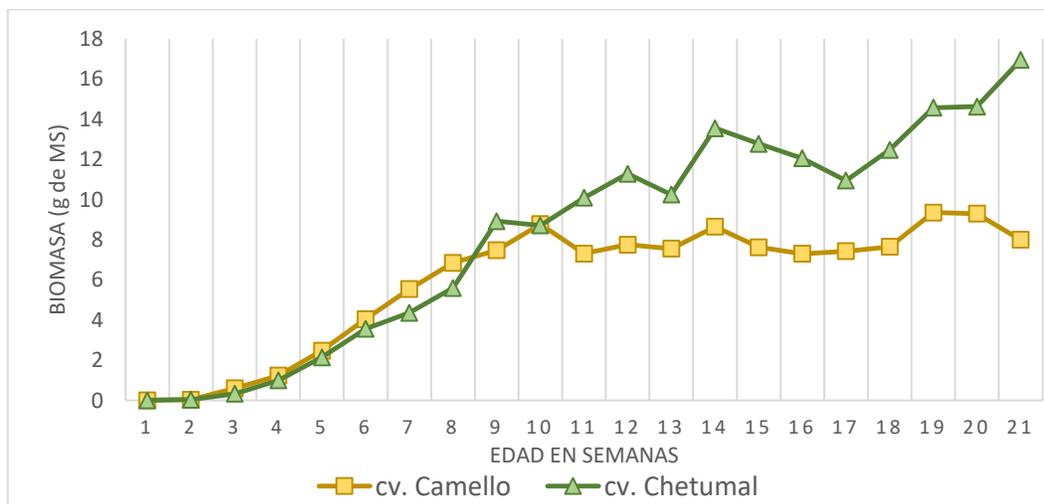


Figura 13: Producción de Biomasa Aérea (Materia Seca Total de los Componentes Morfológicos; BH, BT, BINF, MM) de cv. Camello y cv. Chetumal a Diferentes Edades de Corte

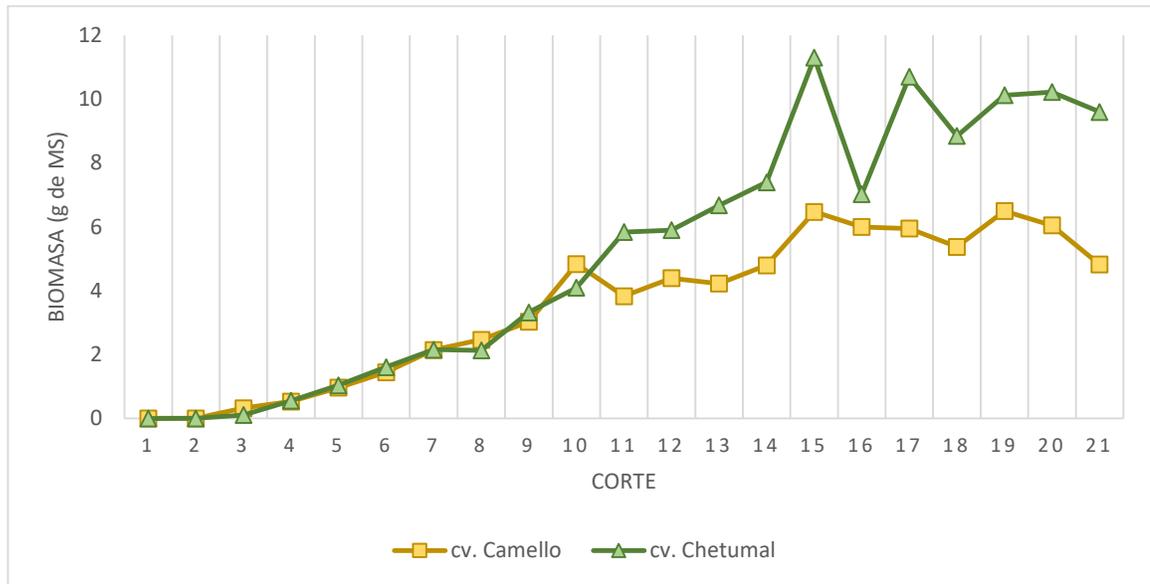


Figura 14: Producción de Biomasa Radical (Materia Seca de Raíz) de cv. Camello y cv. Chetumal

4.4. Relación H/T y H/NH

Los cambios semanales en la relación hoja/tallo (Figura 15) y hoja/no hoja (Figura 16) durante los diferentes estadios de crecimiento, tuvieron resultados que indican que el cv. Camello mantuvo la mayor relación de BF en ambas variables con diferencias significativas ($P < 0.05$), en donde la proporción de BF fue 1.36g en relación con la BT y 1.09 en relación a la biomasa aérea (BT, BINF, MM). Con respecto al análisis en el tiempo de ambos cultivares, estas variables tienden a disminuir conforme se incrementa la madurez del pasto, tal como lo mencionan algunos

investigadores; esto sucede a consecuencia de un aumento en la biomasa de tallos y material muerto (Bircham y Hodgson, 1993; Hernández *et al.*, 1997 y Velasco *et al.*, 2002).

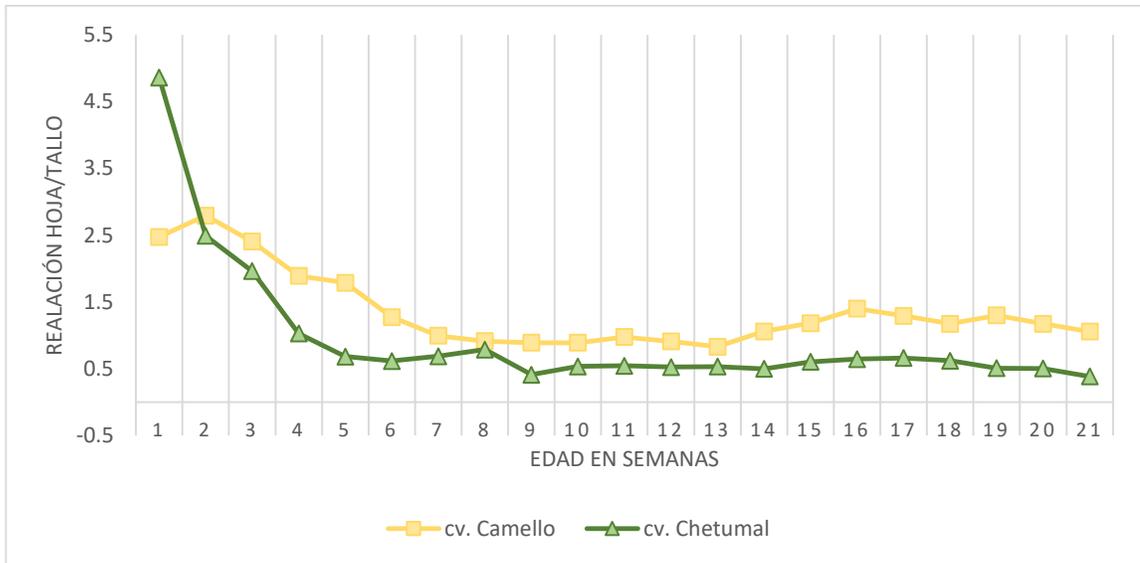


Figura 15: Relación Hoja/Tallo Durante el análisis de Crecimiento de los Cultivares Camello y Chetumal

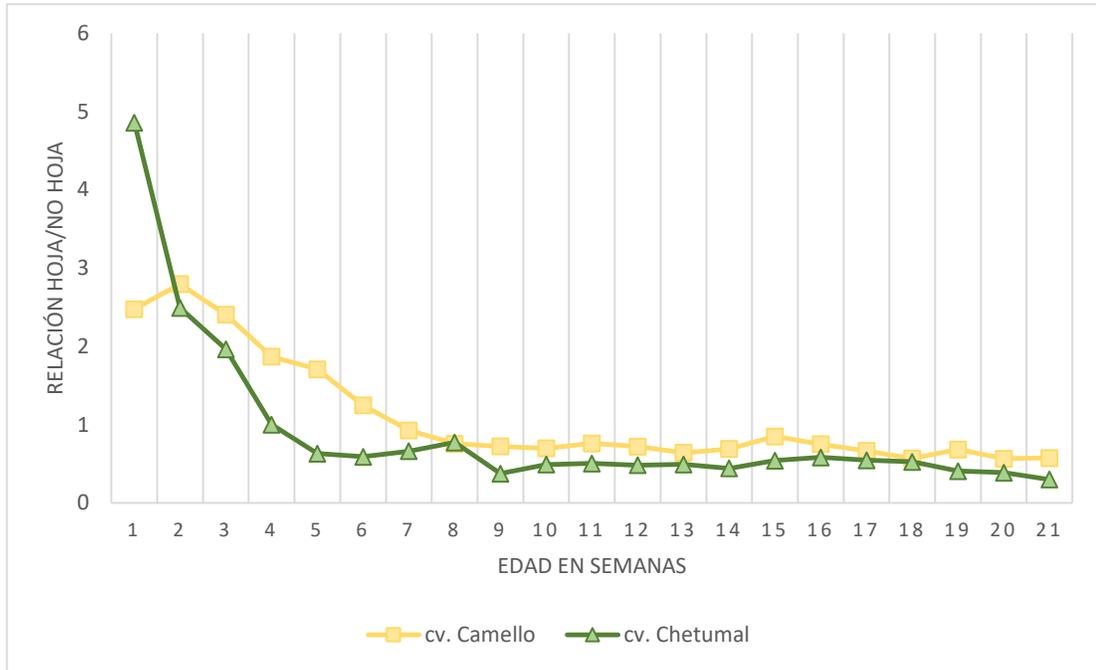


Figura 16: Relación Hoja/No Hoja de los Cultivares Camello y Chetumal

4.5. Tasa de Crecimiento

Los cambios semanales de la TC en planta completa se muestran en la Figura 17. El cv. Chetumal obtuvo la mayor TC ($P < 0.05$) al presentar 0.14g de MS día⁻¹. En el análisis integral, los valores máximos de TC, se presentó en la semana 10 (0.18 g de MS día⁻¹). De acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio, la TC se caracterizó por presentar un incremento gradual en sus valores, y llegar a un punto máximo, esto confirma lo consignado por Hodgson *et al.*, (1981), quienes indicaron que la tasa de crecimiento del forraje en un punto dado, puede estar limitada por el

suministro de fotoasimilados, por las reservas de la planta o por el número, tamaño y actividad de los meristemos de crecimiento.

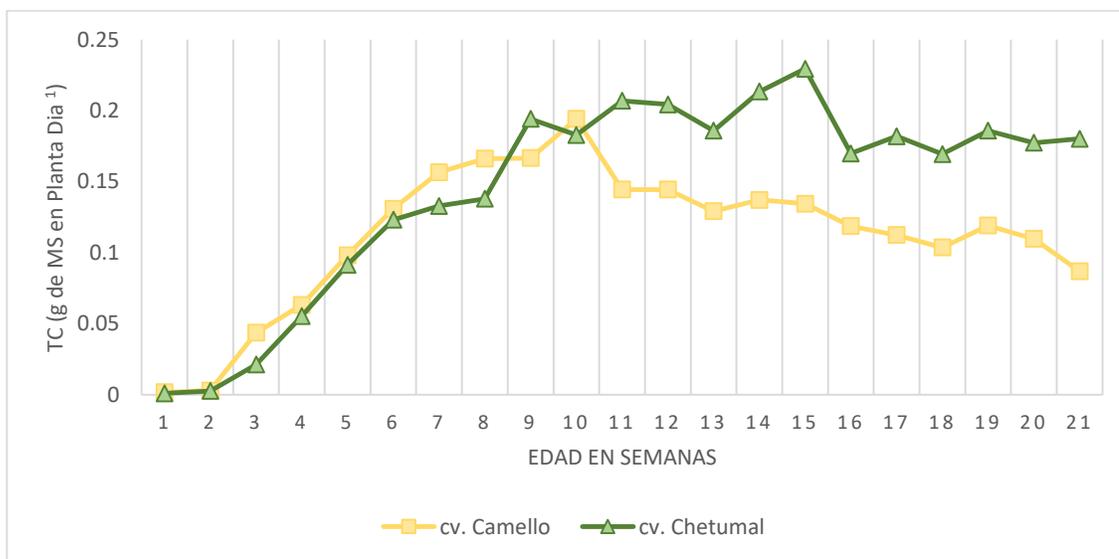


Figura 17: Tasa de Crecimiento de la Planta Completa (g de MS Día⁻¹) de los Pastos cv. Camello y cv. Chetumal

4.6. Proteína Cruda

La importancia de la PC radica en que un forraje con menos de 7% de PC deprime la digestibilidad y consumo voluntario, ya que este valor coincide con el requerimiento mínimo para el mantenimiento de los microorganismos del rumen (Van Soest, 1991).

En la Figura 18 se presenta el porcentaje de proteína cruda (PC) de los cultivares cv. Camello y Chetumal, a diferentes edades de corte. No hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre los cultivares evaluados. Se observa que la edad de corte a los 28 días (4 semanas) presenta el mayor contenido promedio de PC con 12.37% en los cultivares evaluados, siendo menor en la semana 20, con 2.32%. La pérdida de proteína es muy acelerada al pasar de 12.37 a 5.21% de PC del corte 4 al corte 6, ya que en solo dos semanas el porcentaje de proteína cruda disminuyó 7.16%. Datos similares fueron encontrados por Lazarin (2013) en pasto Mulato cortado a los 35 días en los meses de agosto-septiembre con un valor de 7% de PC.

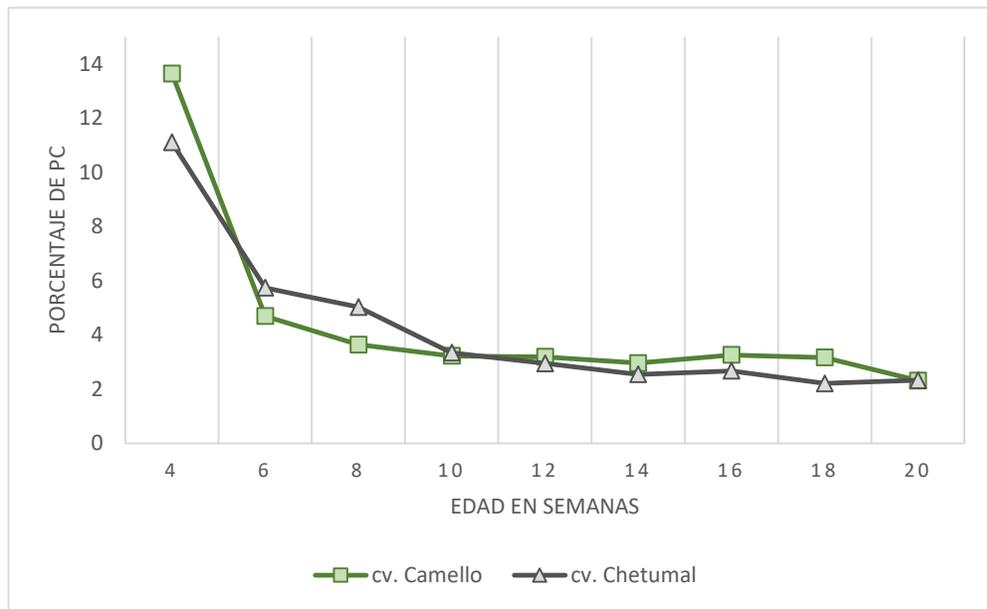


Figura 18. Porcentaje de PC del cv. Camello y cv. Chetumal a diferentes edades de corte

4.7. Pared Celular

No hubo diferencias ($P>0.05$) entre cultivares para el porcentaje de carbohidratos estructurales. En la Figura 19 se muestra la manera en que los componentes estructurales que conforman la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina), aumentan conforme se incrementa la edad de la planta, sin embargo, si esta prolonga, la proteína disminuye fuertemente, debido al incremento de las paredes celulares; aunque éstas son parcialmente digeribles dependiendo del contenido de lignina, su tasa de digestión es menor (Améndola, 1998).

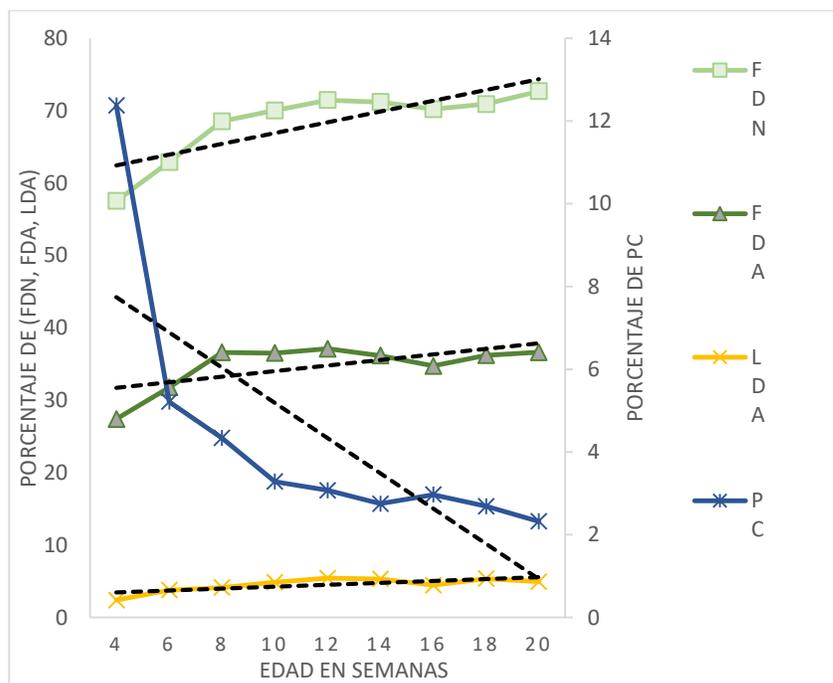


Figura 19: Comportamiento de FDA, FDN y LDA que Determinan el Aumento en la Proporción de las Paredes Celulares (Celulosa, Hemicelulosa y Lignina) y la Disminución de PC a Través del Tiempo, de los Pastos Evaluados.

Relación Entre Proteína y Pared Celular

Cuando el forraje se hace más maduro, se incrementan los contenidos de los nutrientes menos digeribles, que son aquellos constituyentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa, lignina), mientras que los más aprovechables por los animales como la PC decrecen en cuanto a su densidad (Bosch, *et al .*, 1992). Estas medidas están asociadas a características morfofisiológicas de las plantas que pueden variar con la especie, la variedad, el clima, el suelo, la agrotecnia, etc., pero fundamentalmente con el estado de madurez (Van Soest, 1996).

5. CONCLUSIONES

Los componentes morfológicos de BT, MM y BR incrementaron conjuntamente con la edad de la planta, mientras que la BF se caracterizó por ser un componente mayor en las primeras semanas, y posteriormente declinar su proporción conforme transcurría el tiempo.

El análisis de crecimiento de los pastos evaluados mostro un desarrollo normal y ascendente en la acumulación MS. La BF aumento hasta un cierto límite, ya que, al aumentar la edad en la planta, el tejido foliar comenzó a senecer declinando su producción y aumentando la cantidad de MM.

El cv. Chetumal mostro mayores atributos para la producción de BT, y BR, sin embargo, la producción de BF mantuvo la misma tendencia a lo largo del análisis en ambos pastos. En este sentido cv. Camello mostro la mayor relación de biomasa foliar en comparación con sus otros componentes (BT, H/NH).

La composición química de los pastos tuvo un comportamiento normal, es decir, a mayor edad, los contenidos de PC decrecen y aumentan los contenidos de carbohidratos estructurales.

BIBLIOGRAFÍA

Agnusdei, M. G. 2007. Calidad nutritiva del forraje. Grupo producción y utilización de pasturas, INTA E.E.A. Balcarce. 136:11-17

Améndola, M. R. 1998. Producción de forrajes. Notas de curso. Departamento de zootecnia. Universidad Autonoma Chapingo, Mexico. 38 p.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 15th Edition. Published by the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.

Azuymí, Y., and A. Watanabe. 1991. Evidence for a senesce-associated gene induced by darkness. *Plant Physiology*. 95:577-583

Asker, S. E. y Jerling, L. 1992. Apomixis in plants. CRC Press, Boca Raton, FL, EU. 298 p.

Bircham, J. D., and Hodgson.1983. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous grazing management. Grass Forage Science 38:323-331

Bosch MW, Tamminga S, Post G, Leffering CP, Muylaert JM. 1992. Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows. 1. Composition, nylon bag characteristics, digestibility and intake. Livestock Prod Sci; (32):245-264

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). 1998. *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. Miles J. W., Maass B. l., y Valle C. B. Panamericana Formas e Impresos S.A., Santafé de Bogotá, Colombia. CIAT Publicación Núm. 295. 312 p.

Clayton W. D. y Renvoise, S. A. 1986. GENERA Graminum. Her Majesty's Stationery Office, Londres, R. U. 389 p.

Cruz L. P. I., Hernández G. A., Enríquez Q. J. F., Mendoza P. S. I. , Quero C. A. R. y Joaquín T. B. M. 2011. DESEMPEÑO AGRONÓMICO DE GENOTIPOS DE *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE MÉXICO. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 34 (2): 123 – 131

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

Enríquez Q, J. F., F. Meléndez N., E. D. Bolaños A. y V. A. Esqueda E. 2011. Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 404 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. *Agrociencia*. 33: 141-148.

Enríquez Q, J. F., F. Meléndez N. y E. D. Bolaños A. 1999. Tecnología Para La Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales En México INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico Núm. 7. División Pecuaria. Veracruz, México. 262 p.

Enríquez Q. J. F., 2006. Producción de semilla de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro técnico Núm. 11. Veracruz, México. 109 p.

Ferguson J.E. y Crowder L.V 1974. Cylogy and breeding behavior of *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard. Crop Sci 14: 893 – 895

Hacker J.B. 1988. Sexuality and hybridization in signal grass, *Brachiaria decumbens*. Trop. Grassl. 22(3):139-144

Hernandez G. A., Hodgson, J., and Matthew C. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass-white clover pastures. pp.1. Tissue Turnover and Herbage Accumulation. New Zealand of Agricultural Research 40:25-35

Hernández G. 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

Hodgson J., Bircham J. S., Grant S.A., and J. King. 1981. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. *In*: Wright, C. E. (ed.). Plant physiology and herbage production. The British Grassland Society Occasional Symposium, 13:51-62

Hodgson J. 1979. Nomenclatural and definition in grazing studies. Grass and forage Science. 39: 11-18

Hunt R. 1990. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. London England. Unwin Hyman. 12: 112

Ingram K.T., and G.A, Leers. 2001. Software for measuring root characters from digital images. *Agronomy Journal* 93: 918 – 922.

Juárez L.J.F. 1997. Productividad del pasto estrella África *Cynodon plecstachyus* en el trópico húmedo mexicano. Tesis maestría en ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco, Estado de México, 103 p.

Keller-Grein, G., Maass, B. L., and J. Hanson. 1998. Variación Natural en *Brachiaria* y Bancos de Germoplasma Existente. In. J. W. Miles, B. L. Maass y C. B. do Valle (ed.). *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*, CIAT Núm. 295. Cali, Colombia. pp. 18-45

Lemaire G., 2001. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. Teme I. Ecophysiology of Grasslands (Invited conferences) 25 p. In proceedings of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo-Brazil. Brazilian Society of Animal Husbandry Sociedade Brasileira de Zootecnia (C.D)

Lazarin. F. Z. 2013. Evaluación nutricional de los pastos tropicales según la estructura del CNCPS. Tesis profesional. Universidad Veracruzana. Facultad de Veterinaria, Veracruz, 103 p.

Ludlow M.M. 1980. Stress physiology of tropical pasture plants. *Tropical Grassland*. 12: 136-145

Oram R. N. 1990. Register of Australian herbage plant cultivars. 3^a. Ed. Division of Plant Industry, CSIRO, East Melbourne, Vic., Australia. 304 p.

McNaughton S.J. 1983. Compensatory plant growth as response to herbivory. *OIKOS*. 40: 329 – 336

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

Manske L. L. 1998. General description of grass growth and development and defoliation resistance mechanism. NDSU Dickinson Research Center. Range Management Report. DREC 98-1022. Dickinson, North Dakota. pp. 12

Myres F.J. 1991. Basic biology of plant growth. In: James, F.J.B., Wrigth, P.A., McClymont, G.L. and Lazenby, A (eds). Intensive utilization of pastures. Angus and Robertson LAT. Australia. pp.19 – 25

Ray P.M. 1987. Principles Of Plant Cell Growth. In: D.J Cosgrove and D.P Knievel (eds), Physiology of cell Expansion During Plant Growth. American Society of Plant Physiologists, Rockville. Md. pp. 1-17

Richards J.H.1984. Root growth response to defoliation in two agropyron bunchgrasses: field observations with an improved root periscope. *Oecologia* 64:21-25

Schank S. C. y Sotomayor-Rios, A. 1968, Cytological studies on *Brachiaria* species. *Soil Crop Sci Soc. fla., Proc.*28:156 -162.

Salisbury F. B., and C. W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. 4th ed. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, USA. XVIII: 682 p.

Silk, W.K (1994) Kinematics and dynamics of primary growth. *Biomimetics* 2: 199 – 213.

Torres, N.W. 1984. Análisis de crecimiento de las plantas. *Cultivos tropicales. Pastos y Forrajes*. 17: 185 – 192

Valentine, I., and C. Matthew. 1999. Plant Growth, development and yield. In: White J. and J. Hodgson (ed.). *New Zealand pasture and crop science*. Oxford, U. K. pp. 11-28

Van Soest PJ., Robert JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74 p.

Van Soest PJ. 1996. Environment and forage quality. In: *Proceed Cornell Nutrition Conf for Food Manufacturers*. Cornell Univ, Ithaca, NY, USA.

Velazco Z. M. E., A. Hernández G., V. A. Gonzáles H., J. Pérez P., y H. Vaquera H. 2002. Curvas estacionales de crecimiento del Ballico perenne. *Fitotecnia Mexicana*. 25:97-106

Waller S. S., L. E., and P. E. Reece. 1985. *Understanding grass growth: the Key to Profitable livestock production* ed. Gates G. A. University of Nebraska-Lincoln, USA. 17 p.

ANEXOS

Medias de producción de materia seca a diferentes edades de los pastos Camello y Chetumal

Semana	MS TOTAL	MS HOJA	MS TALLO
	Media	Media	Media
1	0.008 h	0.0028 h	0.0009 g
2	0.042 h	0.0256 h	0.0098 g
3	0.684 h	0.3211 hg	0.1448 g
4	1.662 gh	0.6488 hg	0.4575 fg
5	3.318 ghf	1.1888 fg	1.05 fg
6	5.338 gef	1.7763 fe	1.9525 feg
7	7.104 de	2.1788 fde	2.6188 fde
8	8.523 de	2.53 dec	3.2838 dec
9	11.379 dc	2.7288 bdec	4.6938 bdac
10	13.208 bc	3.235 bac	4.69 bdac
11	13.534 bc	3.195 bdac	4.765 bdac
12	14.668 bc	3.4575 bac	5.2588 bac
13	14.351 bc	3.1125 bdac	4.9625 bac
14	17.2 ba	3.7875 a	5.8375 ba
15	19.086 a	3.7863 a	5.2125 bac
16	16.188 ba	3.6625 ba	4.625 bdac
17	17.511 ba	3.3613 bac	4.15 bdec
18	17.175 ba	3.5 bac	4.65 bdac
19	20.275 a	3.95 a	5.7 ba
20	20.1 a	3.6 ba	5.5875 ba
21	19.688 a	3.375 bac	6.4 a

Medias en la misma columna, con diferente literal (P<0.05)

**Producción de materia seca área y radical a diferentes edades de los
pastos Camello y Chetumal**

Semana	MS AEREA Media	MSRAIZ Media
1	0.0037 i	0.0046 l
2	0.0354 i	0.0065 l
3	0.4658 ih	0.2179 l
4	1.1146 ih	0.5475 lk
5	2.31 ihg	1.0075 ljk
6	3.805 fhg	1.5325 iljk
7	4.95 feg	2.1538 ijk
8	6.2225 fde	2.3 ij
9	8.2 dec	3.1788 ih
10	8.74 bdc	4.4675 hg
11	8.6963 bdc	4.8375 fhg
12	9.5188 bdac	5.1488 fg
13	8.9013 bdc	5.45 feg
14	11.1 bac	6.1 fdeg
15	10.1988 bac	8.8875 a
16	9.675 bac	6.5125 fdec
17	9.1863 bdac	8.325 ba
18	10.0625 bac	7.1125 bdec
19	11.9625 ba	8.3125 ba
20	11.9625 ba	8.1375 bac
21	12.475 a	7.2125 bdac

Medias en la misma columna, con diferente literal (P<0.05)

**TC, RELACION H/T y H/NH a diferentes edades de los pastos
Camello y Chetumal**

Semana	TC		Relación		Relación	
	(g de MS Planta día ¹)		Hoja/Tallo		Hoja/No Hoja	
	Media		Media		Media	
1	0.00138	h	3.6678	a	3.6678	a
2	0.00288	h	2.6429	b	2.6429	b
3	0.0325	hg	2.1846	b	2.1846	b
4	0.05938	fg	1.4608	c	1.4346	c
5	0.09488	fe	1.237	dc	1.1693	dc
6	0.12713	de	0.9464	de	0.918	de
7	0.14488	bdac	0.8419	de	0.793	de
8	0.15213	bdac	0.8521	de	0.765	de
9	0.1805	bac	0.6524	e	0.5474	e
10	0.18863	a	0.7141	e	0.5938	e
11	0.17575	bac	0.7621	de	0.6314	e
12	0.1745	bdac	0.7188	e	0.6003	e
13	0.15763	bdac	0.6843	e	0.5669	e
14	0.17538	bac	0.7803	de	0.566	e
15	0.182	ba	0.8955	de	0.6958	d
16	0.14438	bdac	1.0243	dce	0.6656	e
17	0.14725	bdac	0.9786	dce	0.6049	e
18	0.13663	bdec	0.8996	de	0.5454	e
19	0.15263	bdac	0.9058	de	0.5444	e
20	0.14363	bdac	0.8401	de	0.4756	e
21	0.13363	dec	0.7219	e	0.4354	e

Medias en la misma columna, con diferente literal (P<0.05)

Porcentaje promedio de PC, FDN, FDA Y LDA a diferentes edades de los pastos Camello y Chetumal

SEMANA	PC	FDN	FDA	LDA
4	12.3 a	57.5 d	27.3 c	2.3 d
6	5.2 b	62.8 c	31.7 b	3.7 c
8	4.3 bc	68.5 b	36.5 a	4.1 bc
10	3.2 bc	70. ba	36.5 a	4.8 bac
12	3. dc	71.4 a	37.1 a	5.4 a
14	2.7 d	71.1 ba	36.1 a	5.2 ba
16	2.9 d	70.1 ba	34.7 ba	4.4 bac
18	2.6 d	70.8 ba	36.2 a	5.3 ba
20	2.3 d	72.6 a	36.6 a	4.9 bac

Medias en la misma columna, con diferente literal (P<0.05)

Producción de materia seca de BF y BT a diferentes edades

Especie	Corte	MSHOJA		MSTALLO	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
CAMELLO	1	0.0034	0.00064807	0.001375	0.00022174
CAMELLO	2	0.02745	0.01461061	0.00995	0.00474025
CAMELLO	3	0.423875	0.16070643	0.17435	0.05967744
CAMELLO	4	0.8025	0.2935274	0.425	0.15716234
CAMELLO	5	1.5625	0.358922	0.8725	0.18909874
CAMELLO	6	2.23	0.14236104	1.775	0.29860788
CAMELLO	7	2.6625	0.07135592	2.6775	0.145
CAMELLO	8	2.9275	0.43107424	3.2225	0.63709628
CAMELLO	9	3.0775	0.68718629	3.52	0.98853427
CAMELLO	10	3.5975	0.48937886	4.035	0.16583124
CAMELLO	11	3.13	0.139523	3.245	0.49756072
CAMELLO	12	3.245	0.6796813	3.5675	0.71083871
CAMELLO	13	2.95	0.40414519	3.55	0.54467115
CAMELLO	14	3.575	1.43149106	3.4	1.42361043
CAMELLO	15	3.4225	0.63720091	2.925	0.68980674
CAMELLO	16	3.15	1.04721854	2.225	0.62383224
CAMELLO	17	2.975	0.83815273	2.275	0.49244289
CAMELLO	18	2.775	0.81802608	2.325	0.28722813
CAMELLO	19	3.8	0.82865353	2.95	0.78528127
CAMELLO	20	3.35	0.42031734	2.85	0.17320508
CAMELLO	21	2.9	0.49665548	2.8	0.71180522

Producción de materia seca de BF y BT a diferentes edades

Especie	Corte	MSHOJA		MSTALLO	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
Chetumal	1	0.002175	0.00049917	0.000475	0.00017078
Chetumal	2	0.02375	0.00218556	0.009625	0.001513
Chetumal	3	0.21825	0.05038925	0.1152	0.04066514
Chetumal	4	0.495	0.05446712	0.49	0.1036018
Chetumal	5	0.815	0.15673757	1.2275	0.38430674
Chetumal	6	1.3225	0.38291644	2.13	0.50635956
Chetumal	7	1.695	0.40616089	2.56	0.92119488
Chetumal	8	2.1325	0.60373145	3.345	2.32736618
Chetumal	9	2.38	0.46317743	5.8675	1.67434315
Chetumal	10	2.8725	0.63761927	5.345	0.19347696
Chetumal	11	3.26	0.42606729	6.285	1.36170237
Chetumal	12	3.67	0.78472925	6.95	0.47958315
Chetumal	13	3.275	0.41129876	6.375	1.82642638
Chetumal	14	4	0.88317609	8.275	1.86614576
Chetumal	15	4.15	0.71414284	7.5	2.92460824
Chetumal	16	4.175	0.33040379	7.025	2.68995043
Chetumal	17	3.7475	0.76268714	6.025	2.52504125
Chetumal	18	4.225	0.72743843	6.975	1.91027921
Chetumal	19	4.1	0.58878406	8.45	2.31732605
Chetumal	20	3.85	0.8660254	8.325	2.57212623
Chetumal	21	3.85	0.42031734	10	1.0198039

**Producción de materia seca de Biomasa área, biomasa radical y
materia seca total de la planta completa a diferentes edades**

Especie	Corte	BIOMAER		MSRAIZ		MSPLANTA	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
CAMELLO	1	0.004775	0.00083016	0.007025	0.00218842	0.0118	0.00247521
CAMELLO	2	0.0374	0.01906515	0.007525	0.00214068	0.044925	0.02028339
CAMELLO	3	0.598225	0.220167	0.3249	0.1845561	0.923125	0.4036461
CAMELLO	4	1.23175	0.4473957	0.535	0.24569629	1.76675	0.68355413
CAMELLO	5	2.4725	0.52474597	0.97	0.05715476	3.4425	0.48320975
CAMELLO	6	4.0475	0.44537437	1.4525	0.23599082	5.5	0.67906799
CAMELLO	7	5.54	0.18814888	2.1475	0.05315073	7.6875	0.23128266
CAMELLO	8	6.845	1.28645508	2.4675	0.34567567	9.3125	1.56205794
CAMELLO	9	7.4725	1.98184047	3.0325	0.51448194	10.505	2.49049527
CAMELLO	10	8.77	0.67572184	4.84	0.73634231	13.61	1.20163777
CAMELLO	11	7.305	0.74786362	3.8325	0.47675116	11.1375	1.19901001
CAMELLO	12	7.755	1.4072787	4.3975	0.65336947	12.1525	1.87124513
CAMELLO	13	7.5525	1.04961501	4.225	0.66017674	11.7775	1.56632
CAMELLO	14	8.65	2.87344161	4.8	1.44683563	13.45	4.26966041
CAMELLO	15	7.6225	1.89244771	6.475	1.50637534	14.0975	2.89321476
CAMELLO	16	7.3	1.71658576	6	2.1023796	13.3	3.8096369
CAMELLO	17	7.425	1.64595464	5.95	1.62992842	13.375	3.25409998
CAMELLO	18	7.65	1.14746097	5.375	0.585235	13.025	1.7269916
CAMELLO	19	9.35	1.7175564	6.5	0.72571804	15.85	2.42830531
CAMELLO	20	9.3	0.35590261	6.05	0.25166115	15.35	0.60277138
CAMELLO	21	8	1.55777619	4.825	0.52519838	12.825	2.07424685

Producción de materia seca de Biomasa área, biomasa radical y materia seca total de la planta completa a diferentes edades

Especie	Corte	BIOMAER		MSRAIZ		MSPLANTA	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
Chetumal	1	0.00265	0.00059161	0.0021	0.00021602	0.00475	0.00063509
Chetumal	2	0.033375	0.00345579	0.005375	0.0015756	0.03875	0.00383884
Chetumal	3	0.33345	0.09101141	0.110975	0.03886561	0.444425	0.12979143
Chetumal	4	0.9975	0.14974979	0.56	0.04690416	1.5575	0.19207204
Chetumal	5	2.1475	0.56764866	1.045	0.22766935	3.1925	0.795
Chetumal	6	3.5625	0.88008996	1.6125	0.34325646	5.175	1.00054985
Chetumal	7	4.36	1.31628264	2.16	0.35421274	6.52	1.44150384
Chetumal	8	5.6	3.01233022	2.1325	0.27023138	7.7325	3.13180858
Chetumal	9	8.9275	2.44187599	3.325	0.48617555	12.2525	2.22676709
Chetumal	10	8.71	0.87867324	4.095	1.72596833	12.805	2.54538144
Chetumal	11	10.0875	1.36394953	5.8425	0.44440035	15.93	1.57653629
Chetumal	12	11.2825	1.20629944	5.9	0.46904158	17.1825	1.58045089
Chetumal	13	10.25	2.46102959	6.675	0.70887234	16.925	2.35283517
Chetumal	14	13.55	2.50532766	7.4	2.24647873	20.95	4.11055552
Chetumal	15	12.775	4.3446327	11.3	2.49532897	24.075	4.14919671
Chetumal	16	12.05	3.50285598	7.025	0.7804913	19.075	3.91098879
Chetumal	17	10.9475	3.28922863	10.7	1.89208879	21.6475	4.97329787
Chetumal	18	12.475	2.70231382	8.85	1.10905365	21.325	3.58643277
Chetumal	19	14.575	3.02696217	10.125	0.38622101	24.7	2.99332591
Chetumal	20	14.625	3.25614803	10.225	0.25	24.85	3.47610894
Chetumal	21	16.95	2.42280829	9.6	0.50990195	26.55	2.64133804

Relación hoja/tallo, hoja/no hoja y tasa de crecimiento a diferentes edades

Especie	Semana	RAZONHT		RAZONHNH		TCMSPL	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Std Dev	Mean
Camello	1	2.47650000	0.30257836	2.47650000	0.30257836	0.09140387	0.00175000
Camello	2	2.79400000	0.56362221	2.79400000	0.56362221	0.13122246	0.00300000
Camello	3	2.40650000	0.13078863	2.40650000	0.13078863	0.04068579	0.04375000
Camello	4	1.89100000	0.08868296	1.86850000	0.08869611	0.17913961	0.06325000
Camello	5	1.78975000	0.06665021	1.70800000	0.07940193	0.15928591	0.09825000
Camello	6	1.27450000	0.15821820	1.24675000	0.16101216	0.08666795	0.13100000
Camello	7	0.99550000	0.03728717	0.92600000	0.02566450	0.05504165	0.15675000
Camello	8	0.91575000	0.05225817	0.75675000	0.05981290	0.09541969	0.16625000
Camello	9	0.89175000	0.11750851	0.72150000	0.11864091	0.02055886	0.16675000
Camello	10	0.89200000	0.12179491	0.69725000	0.09994457	0.06820068	0.19425000
Camello	11	0.97750000	0.11614502	0.75925000	0.08703017	0.04749035	0.14450000
Camello	12	0.91100000	0.09466784	0.71925000	0.08758377	0.01276715	0.14450000
Camello	13	0.83300000	0.01632993	0.64100000	0.01080123	0.03336041	0.12925000
Camello	14	1.06025000	0.05657075	0.69000000	0.11291295	0.05435991	0.13725000
Camello	15	1.18550000	0.09509819	0.85050000	0.16052933	0.05246904	0.13450000
Camello	16	1.40125000	0.09777994	0.75025000	0.17912077	0.05022201	0.11875000
Camello	17	1.29400000	0.10050539	0.66500000	0.10793517	0.01330413	0.11250000
Camello	18	1.17600000	0.20180023	0.56700000	0.14476418	0.03431593	0.10375000
Camello	19	1.30050000	0.06450065	0.68225000	0.05919671	0.02083267	0.11925000
Camello	20	1.17525000	0.12633652	0.56500000	0.08409915	0.00496655	0.10975000
Camello	21	1.05725000	0.11300553	0.57300000	0.03212476	0.03727712	0.08700000

Relación hoja/tallo, hoja/no hoja y tasa de crecimiento a diferentes edades

Especie	Semana	RAZONHT		RAZONHNH		TCMSPL	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Std Dev	Mean
Chetumal	1	4.85900000	1.44692455	4.85900000	1.44692455	0.07080725	0.00100000
Chetumal	2	2.49175000	0.24147930	2.49175000	0.24147930	0.05982405	0.00275000
Chetumal	3	1.96275000	0.25854255	1.96275000	0.25854255	0.09724539	0.02125000
Chetumal	4	1.03050000	0.13397637	1.00075000	0.11306156	0.07664800	0.05550000
Chetumal	5	0.68425000	0.08941057	0.63050000	0.08319255	0.24383516	0.09150000
Chetumal	6	0.61825000	0.06619856	0.58925000	0.07597532	0.11200446	0.12325000
Chetumal	7	0.68825000	0.10786527	0.66000000	0.09966276	0.26959893	0.13300000
Chetumal	8	0.78850000	0.29109735	0.77325000	0.29692578	0.36912012	0.13800000
Chetumal	9	0.41300000	0.05068202	0.37325000	0.05830595	0.35516980	0.19425000
Chetumal	10	0.53625000	0.10827242	0.49025000	0.09105081	0.18622746	0.18300000
Chetumal	11	0.54675000	0.19083217	0.50350000	0.17223724	0.25507826	0.20700000
Chetumal	12	0.52650000	0.09613359	0.48125000	0.08699569	0.30927590	0.20450000
Chetumal	13	0.53550000	0.10612728	0.49275000	0.10603262	0.26496918	0.18600000
Chetumal	14	0.50025000	0.15978814	0.44200000	0.16515851	0.21080540	0.21350000
Chetumal	15	0.60550000	0.18291437	0.54100000	0.19478364	0.21595138	0.22950000
Chetumal	16	0.64725000	0.18961958	0.58100000	0.17197868	0.25341188	0.17000000
Chetumal	17	0.66325000	0.15166712	0.54475000	0.11795303	0.28333784	0.18200000
Chetumal	18	0.62325000	0.11269834	0.52375000	0.08689985	0.23700774	0.16950000
Chetumal	19	0.51100000	0.14638989	0.40650000	0.09878765	0.30646479	0.18600000
Chetumal	20	0.50500000	0.20684777	0.38625000	0.14873326	0.26129980	0.17750000
Chetumal	21	0.38650000	0.04268099	0.29775000	0.04200298	0.15413522	0.18025000

Porcentaje de FDN, FDA, LDA y PC a diferentes edades

Especie	Semana	FDN		FDA		LIG		PC	
		Mean	Std Dev						
Camello	4	55.93333	1.460559	25.56000	1.089174	2.416666	0.14742230	13.6433333	1.23698558
Camello	6	61.5133333	2.49000669	30.2333333	1.98681487	3.66333333	1.05396078	4.6900000	0.45299007
Camello	8	69.3200000	0.92260501	36.7933333	0.78053401	4.24000000	0.25632011	3.6433333	0.53612809
Camello	10	68.7966667	0.67002488	35.8833333	1.18727980	4.94000000	0.32357379	3.2266667	0.37872593
Camello	12	70.1500000	1.09380071	35.4000000	3.22628269	5.22666667	1.75887275	3.1900000	0.46861498
Camello	14	70.3833333	1.24540489	34.7066667	1.62004115	5.15666667	0.77623021	2.9566667	0.71143048
Camello	16	70.6266667	1.52844147	33.4966667	1.45740637	4.33666667	0.39259818	3.2566667	0.70868423
Camello	18	71.0633333	0.83380653	35.7533333	1.34373857	5.44666667	0.76140222	3.1633333	0.09291573
Camello	20	72.2533333	0.62978832	35.3333333	1.34611787	4.84000000	0.36041643	2.3166667	0.29297326
Chetumal	4	59.1033333	2.11462369	29.2300000	1.66577309	2.37000000	0.23515952	11.1033333	1.02065339
Chetumal	6	64.2833333	1.12722373	33.3033333	1.05831627	3.89666667	0.58799093	5.7366667	0.83200561
Chetumal	8	67.7133333	1.94206934	36.3800000	1.01680873	4.00666667	0.32005208	5.0266667	0.72057847
Chetumal	10	71.2200000	1.37127678	37.1300000	1.90402206	4.76000000	0.73898579	3.3400000	0.13747727
Chetumal	12	72.7166667	2.04671281	38.8133333	1.59904138	5.63000000	0.46508064	2.9500000	0.78351771
Chetumal	14	71.9733333	0.60517215	37.6233333	1.07262917	5.43666667	0.37287174	2.5400000	1.06451867
Chetumal	16	69.7500000	1.78429258	35.9400000	1.99872459	4.54333333	0.61256292	2.6733333	0.64360961
Chetumal	18	70.7200000	0.95063137	36.6633333	1.00201464	5.24000000	0.80018748	2.2100000	0.46130250
Chetumal	20	73.1066667	0.94108094	37.8933333	2.44919034	5.01000000	0.99352906	2.3266667	0.58586119

