

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Escuela de Agronomía
Departamento de Producción Animal



**SECUESTRO DE CARBONO DEL ESTRATO HERBÁCEO EN PASTOREO
INTENSIVO CON GANADO DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN CENTRAL
DE VENEZUELA DURANTE LA TRANSICIÓN LLUVIA-SEQUÍA Y SEQUÍA**

Autor: Héctor Javier Ochoa Martínez.

Tutor: Daniel Vargas.

Maracay, Abril 2016

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Escuela de Agronomía
Departamento de Producción Animal



**SECUESTRO DE CARBONO DEL ESTRATO HERBÁCEO EN PASTOREO
INTENSIVO CON GANADO DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN CENTRAL
DE VENEZUELA DURANTE LA TRANSICIÓN LLUVIA-SEQUÍA Y SEQUÍA**

Héctor Javier Ochoa Martínez

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo Mención Zootecnia que otorga la Universidad Central de Venezuela.

Maracay, Abril 2016

VEREDICTO

Nosotros los abajo firmantes, miembros de Jurado Examinador de Trabajo de Grado **Secuestro de carbono del estrato herbáceo en pastoreo intensivo con ganado doble propósito en la región central de Venezuela durante la transición lluvia-sequía y sequía**, cuyo autor es el Bachiller Héctor Javier Ochoa Martínez, cédula de identidad 17.985.131, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Prof. Daniel Vargas

C.I. 14.191.335

TUTOR

Profa. Selina Camacaro

C.I. 5.461.078

JURADO PRINCIPAL

Inv. Freddy Espinoza

C.I. 7.219.946

JURADO PRINCIPAL

DEDICATORIA

A mis padres, de quienes aprendí el más fiel ejemplo de ahínco, amor y superación familiar; pues gracias a su sacrificio hoy ven cumplida su meta de ver a todos sus hijos hechos hombres y mujeres de bien.

A mis hermanos, quienes han sido un invaluable apoyo para mí, acompañándome en cada paso y brindándome su ayuda y consejos para hoy ver cumplido mi sueño.

A mi gran motor, quien me ha hecho madurar, crecer como persona y afrontar la vida con más ganas y más fuerza, mi hijo Víctor Manuel.

A aquellas personas que se fueron del plano físico, pero siguen acompañándome en mi mente y corazón.

¡Lo logramos equipo!

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por darme vida y salud, fortaleza para luchar por mis sueños y ganas de forjar un mejor porvenir.

A la Universidad Central de Venezuela, y especialmente a la Facultad de Agronomía, por haber sido mi segundo hogar, por brindarme la oportunidad de alcanzar mi profesionalización. De ella me llevo preciadas amistades, recuerdos y experiencias.

Al Profesor Luis Depablos, por darme la oportunidad de incursionar en este proyecto. Al profesor Daniel Vargas, quien adoptó mi trabajo de grado; gracias a su valiosa colaboración pude continuarlo y culminarlo satisfactoriamente. Al profesor Gonzalo Martínez, quien contribuyó en la construcción de mi tesis. Gracias a ustedes por fortalecer a mi formación profesional.

A mis viejos, nunca podré pagarles tanto cariño, consejos, abnegación y buenos ejemplos, que me ayudaron a forjarme como individuo. A mis hermanos, quienes como segundos padres y mejores amigos me alentaron a alcanzar mis metas y colaboraron en la búsqueda de mis sueños. A mi hijo, que ha impulsado mis ganas de superación, templó mi carácter y puso una nota de color a mi vida.

A mi combo; amigos y hermanos que me regalo la vida, que hicieron de mi estancia en la universidad una experiencia única, y de quienes puedo asegurar, serán mis amigos por siempre.

ÍNDICE

Portada.....	i
Página de título.....	ii
Veredicto.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agraecimientos.....	v
Índice.....	vi
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	1
Materiales y métodos.....	2
Resultados y discusión.....	7
Conclusiones.....	16
Bibliografía.....	16

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis bromatológico de las muestras de pasto.	9
---	---

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Climadiagrama Facultad de Agronomía, U.C.V. Maracay, estado Aragua. Fuente: USICLIMA (2013).....	3
Figura 2. Cantidad de carbono captado por el estrato herbáceo durante la transición lluvia-sequía y sequía.	8
Figura 3. Relación verde/ seco del estrato herbáceo durante los meses de transición lluvia-sequía y sequía.....	10
Figura 4. Relación hoja/tallo del estrato herbáceo durante la transición lluvia-sequía y sequía.	11
Figura 5. Relación especies deseables/ no deseables del estrato herbáceo durante la transición lluvia-sequía y sequía.	12
Figura 6. Producción de leche por día de acuerdo al mes o época del último parto.	13
Figura 7. Producción de leche por día de acuerdo a la condición fisiológica.	14
Figura 8. Peso corporal dependiendo de la condición fisiológica.	15

SECUESTRO DE CARBONO DEL ESTRATO HERBÁCEO EN PASTOREO INTENSIVO CON GANADO DOBLE PROPÓSITO EN LA REGIÓN CENTRAL DE VENEZUELA DURANTE LA TRANSICIÓN LLUVIA-SEQUÍA Y SEQUÍA

Héctor J. Ochoa M.

Universidad Central de Venezuela, Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Apartado Postal 4579, Maracay, estado Aragua, Venezuela.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue estimar la cantidad de carbono capturado por el componente aéreo del pastizal donde se desarrolla un sistema de pastoreo rotacional de ganado vacuno doble propósito. Además de caracterizar la pastura, se cuantificó la producción de leche y las variaciones del peso corporal del rebaño. Se tomaron muestras de material vegetal en transectas trazadas en los potreros. Para evaluar la producción del rebaño se realizaron pesajes mensuales y se registró la producción diaria de leche. El análisis de las variables se realizó con los procedimientos Proc Mixed de SAS® para carbono, producción de leche y peso corporal, considerando medidas repetidas y Gen Mod de SAS® para estructura del pastizal. En noviembre se captó la mayor cantidad de carbono con 1764,57kg/C/ha. El componente verde fue mayor durante septiembre con 86,67%, durante abril se registró la mayor cantidad de hojas (76,94%) y en mayo hubo mayor proporción de especies deseables (98,33%). La época de parto previo afectó la producción de leche ($P<0,0001$), al igual que el de la condición fisiológica sobre el peso corporal de los animales ($P<0,0001$). Se concluyó que la estacionalidad de las precipitaciones repercutió en los niveles de captación de carbono y estructura del pastizal. Las vacas con parto previo ocurrido en temporada seca fueron mejores productoras de leche que las de parto previo en época húmeda.

Palabras clave: Estructura del pastizal, *Paspalum virgatum*, producción de leche, peso corporal.

CARBON SEQUESTRATION HERBACEOUS LAYER IN INTENSIVE GRAZING DUAL PURPOSE CATTLE IN THE CENTRAL REGION OF VENEZUELA DURING THE RAIN-DROUGHT AND DROUGHT TRANSITION

Héctor J. Ochoa M.

Central University of Venezuela, Institute of Animal Production, Faculty of Agronomy,
PO Box 4579, Maracay, Aragua, Venezuela.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the amount of carbon captured by the air component of the pasture where rotational grazing system of dual purpose cattle develops. In addition to characterizing the pasture, milk production and changes in body weight of the flock it was quantified. Samples of plant material drawn transects in paddocks were taken. To evaluate the production of the flock were performed monthly weigh-ins and daily milk production was recorded. The analysis of the variables was performed with procedures Proc Mixed of SAS® for carbon, milk production and body weight, considering repeated measures and Gen Mod of SAS® for grassland structure. In November the most carbon was captured with 1764,57kg/C/ha. The green component was higher in September with 86.67 %, during April as many leaves was recorded (76,94%) and in May there was greater proportion of desirable species (98,33%). The previous delivery time affected milk production ($P<0,0001$), like that of the physiological condition on body weight of animals ($P<0,0001$). It was concluded that the seasonal precipitation levels reverberated carbon sequestration and structure of grassland. Cows with previous delivery occurred in dry season were better milk producers than the previous delivery in wet season.

Key words: Structure of grassland, *Paspalum virgatum*, milk production, body weight

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, casi toda América tropical ha mostrado incrementos en la producción de carne y leche, pero dichos aumentos han sido debido mayoritariamente al crecimiento en la población bovina y la superficie dedicada al establecimiento de pasturas permanentes y no al aumento de la productividad de los mismos (FAO,1991).

Nuestro país no ha mostrado la tendencia de la región, pues la producción y la eficiencia han disminuido. La producción vacuna en Venezuela se efectúa en una elevada proporción (90%) bajo el sistema doble propósito, variando la modalidad productiva, pero predominando la modalidad leche-carne (Montilla, 1992); por lo que conviene potenciar y valorar estos sistemas productivos para hacerlos cada vez más eficientes.

Dicha eficiencia solo se alcanza cuando se manejan efectivamente una serie de factores que condicionan la productividad; por ello es necesario concebir el sistema de producción con rumiantes como una suma de variables a ser tomadas en cuenta para alcanzar el éxito, entre ellas las inherentes al propio animal. Muchos autores concluyen que los factores más importantes que afectan la duración de la lactancia y la producción de leche son: edad de la vaca, etapa de la lactancia, año, época y número del parto, raza, gestación, enfermedades, clima, nutrición, frecuencia del ordeño y manejo (Calles, 1987; Velázquez, 1993; Combellas, 1998).

Otros factores condicionan la eficiencia de un sistema de producción con rumiantes, por ejemplo la oferta y el manejo de las pasturas, además de la interacción animal-planta. La calidad nutritiva de los pastos puede ser modificada por factores propios de la planta, ambientales o de manejo, como el pastoreo, donde la selectividad ejercida por el animal juega un papel determinante en la calidad del forraje ingerido.

El denominado cambio climático, se ha convertido en un factor de preocupación para los gobiernos y la sociedad a nivel mundial. La causa principal de este cambio es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmosfera, producto de causas naturales y antropogénicas (Botero, 2003).

No obstante, todos los datos indican que el factor determinante en el actual aumento de la temperatura global, es el cambio en la composición atmosférica provocado por el hombre por la emisión de gases provenientes de actividades industriales y agropecuarias (Vargas y Valdés, 2011). Recientes estudios han demostrado que no solo rumiantes emiten metano y CO₂, sino que la vegetación misma

también emite este gas, lo cual tiene repercusiones en la manera de afrontar el tema de la mitigación del efecto invernadero (Sanhueza, 2007).

Veldkamp (1993), señala que el CO₂ es responsable del 50% del calentamiento global a través de la absorción de la radiación térmica emitida por la superficie de la tierra. La concentración de GEI en la atmósfera, ha aumentado considerablemente en estos dos últimos siglos. Antes del año 1800, el comienzo de la revolución industrial, había 280 ppm de CO₂ en la atmósfera, lo que equivale a 586 gigatoneladas de carbono. Hoy en día las cifras indican que el total de CO₂ en la atmósfera asciende a 380 ppm o el equivalente a 790 gigatoneladas (Flannery, 2009).

En el trópico predominan especies forrajeras de tipo C4, lo cual hace aún más importante la estimación de la fijación de carbono por parte de los sistemas de pastoreo enclavados en estas áreas, debido a la capacidad de almacenamiento de carbono que poseen (Fisher *et al.* 1994).

Considerando lo antes expuesto, el objetivo del siguiente estudio fue estimar la captación de carbono por parte de la biomasa aérea de la pastura y la caracterización de la misma, además de cuantificar la producción de leche y las variaciones del peso corporal de vacunos doble propósito en la región central de Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución del proyecto

El trabajo se realizó en potreros del Laboratorio Sección Bovinos (LSB), Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Aragua, Venezuela. El área de estudio se encuentra a 10° 17' de latitud Norte; 67° 37' longitud Oeste, a una altura de 460 msnm, temperatura promedio anual de 27,8 °C, humedad relativa 72 %, precipitación anual de 970 mm, con períodos de sequía (diciembre-mayo) y de lluvia (junio-noviembre) bien definidos, como se detalla en la Figura 1, lo que es característico de un ecosistema de Bosque Seco Tropical según el sistema de clasificación de *Holdridge* (Ewel *et al.*, 1976).

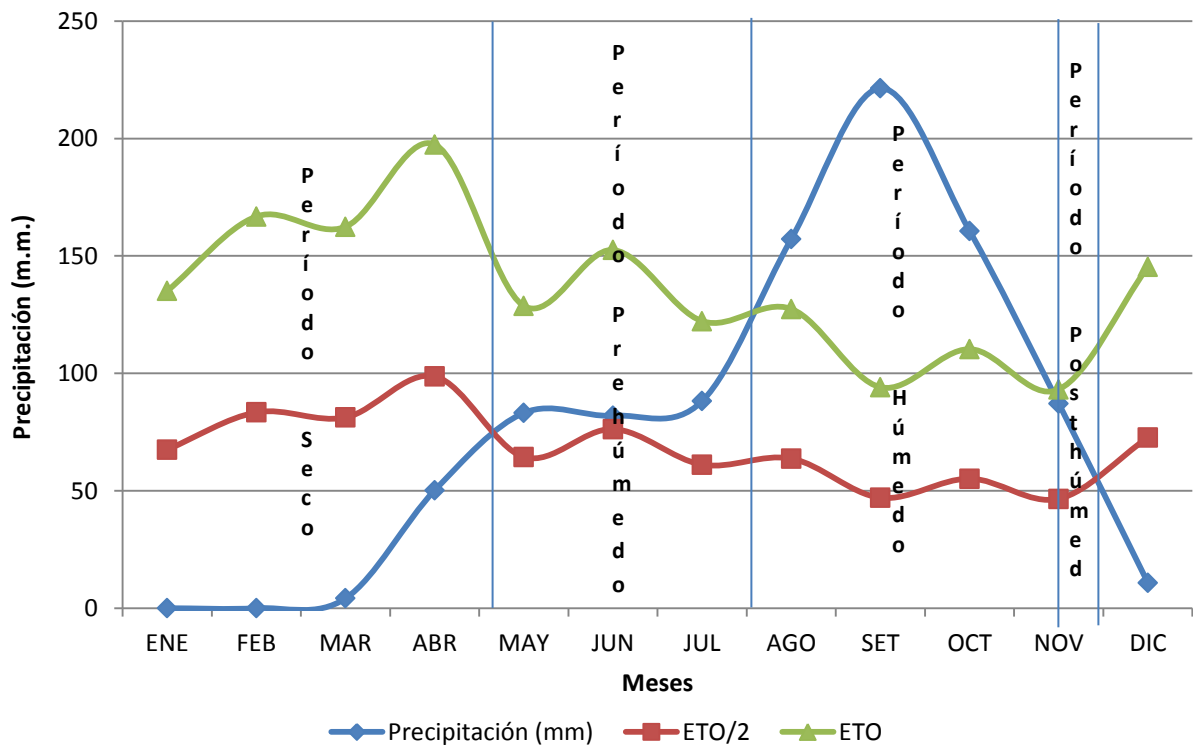


Figura 1. Climadiagrama Facultad de Agronomía, U.C.V. Maracay, estado Aragua. Fuente: USICLIMA (2013).

Características y manejo general de los potreros

Se dispuso de 12 potreros de pastoreo, con una extensión de 0,8 ha c/u, con periodos de ocupación y descanso de 3 y 33 días respectivamente y en los cuales se encontraban diversas especies, tales como *Cynodon nlemfuensis*, *Digitaria swazilandensis*, *Brachiaria decumbens* y *Panicum máximum*, con presencia de algunas malezas como *Paspalum virgatum*, *Calotropis procera*, *Pithecolobium sp*, entre otras. Cabe destacar que aunque no figuran como especies de consumo habitual por parte del rebaño, ciertas especies son cosechadas por los animales cuando la oferta de pastura disminuye con el avance del periodo seco, tal es el caso de la especie *Paspalum virgatum*, la cual fue incluida en el estudio como una especie consumible por el rebaño.

Regularmente se hace control manual de malezas. La fertilización de los potreros bajo estudio se realiza dos veces al año, aplicando aproximadamente 100 kg de urea (46% N) por cada 0,8 ha (57 kg N/ha). En la medida de las posibilidades se sustituye una de las aplicaciones de urea por formula completa (NPK) en la misma cantidad de aplicación. Durante la época seca (diciembre–abril), la pastura es regada por inundación. Es conveniente acotar que por el comportamiento atípico de las precipitaciones se debió regar cuando fue necesario, es decir, en meses históricamente lluviosos (junio-noviembre), sólo cuando se evidenció carencia de humedad que

limitara el crecimiento de la vegetación.

Estructura del pastizal y Secuestro de carbono

Se realizaron muestreos de pasto en un tiempo comprendido entre los meses de Noviembre de 2013 hasta Junio de 2014, los cuales correspondieron a la época de transición de lluvia a sequía y la sequía propiamente dicha. Se muestreó antes del ingreso del rebaño a los potreros en su primer día de ocupación, según coincidiera con la rotación del calendario de pastoreo. Los muestreos se realizaron con una frecuencia de 10 a 15 días.

Para la recolección de muestras se trazaron dos transectas en “X”, siguiendo el lado más largo del potrero, que se corresponde con el sentido de la pendiente del terreno. El muestreo se realizó cortando y pesando en fresco todo el material herbáceo aéreo que se encontró dentro de marcos de muestreo (50 x 50 cm) ubicados sobre las transectas (Miliani *et al.*, 2008), a una altura de 15 cm de altura y sin discriminar entre pastos y malezas. A lo largo de cada transecta se tomaron cinco muestras lineales separadas entre sí por una distancia de 35 metros, para un total de diez muestreos por potrero. Cada muestra se almacenó en bolsas de papel convenientemente identificadas con la fecha del muestreo, teniendo el cuidado de tomar las muestras lejos del borde del potrero, además de no incluir restos de heces, suelo o cualquier otro componente que alterara las características propias de material vegetal.

Para cada muestreo se procedió a estimar la cobertura total de materia vegetal en el área del marco de muestreo, además del porcentaje de pasto y malezas existentes en dicho recuadro. La cobertura se registró en porcentaje por unidad de área, y se estimó según la proporción aparente en que el pasto y la maleza se encontraban en el área de dicho marco (Toledo y Schultze-Kraft, 1982).

Las muestras cosechadas de forma previa a la entrada del rebaño al potrero se llevaron a laboratorio para tomar parámetros de peso fresco de la muestra, y posteriormente se llevaron a una estufa a 60°C durante 48 horas, transcurrido este tiempo se determinó peso seco de la muestra, momento en el cual se estimó el carbono contenido en los pastos (secuestro de carbono), asumiendo el 50% del peso de la muestra seca de pasto (Andrade e Ibrahim, 2003).

La muestra de pasto total salida de estufa se fraccionó en verde y seco y se determinó el peso de ambas submuestras, la fracción verde se separó en hoja y tallo,

que se pesaron separadamente, reportando la proporción hoja-tallo como una relación porcentual del peso de la hoja con respecto al tallo (Chacón, 1976).

Con el fin de conocer la composición de la oferta vegetal en los potreros bajo estudio, se realizó un análisis bromatológico de las muestras recabadas, y se usaron para tal fin muestras compuestas tomadas al inicio, parte media y final del tiempo en que se realizaron los muestreos en campo. Estas muestras fueron molidas con un tamiz de 1 mm. El análisis químico de las muestras de pasto constó de un análisis bromatológico convencional, determinando en la materia seca de los mismos porcentajes de proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza y extracto libre de Nitrógeno. Todas estas determinaciones se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV.

Características y manejo de los animales

Se monitoreó un rebaño vacuno bajo pastoreo, producto de cruces *Bos taurus* x *Bos indicus*, constituido por vacas de pesos oscilantes entre 350 y 450 kg. La alimentación de los animales fue principalmente a base de pastoreo. Las vacas permanecían en los potreros durante todo el día, y eran llevadas al ordeño a primeras horas de la mañana, momento en el cual se les suministró de 1,2 a 1,5 kg de alimento balanceado/vaca/día; una vez culminada esta operación se realizaba el amamantamiento restringido por un lapso de 25 a 30 minutos con el becerro, al cual se le dejaba un cuarto de la ubre disponible para su alimentación. El destete se realizó 6 meses después del parto, con pesos promedio al destete que oscilaban entre 100 y 120 kg. Se manejó una temporada de servicio de 5 meses, comprendida entre el 01 de diciembre y el 30 de abril.

Manejo sanitario del rebaño

Se cumplieron los planes sanitarios correspondientes a la prevención y control de enfermedades infecto-contagiosas y parásitos, que pudieran alterar los resultados del ensayo. El plan sanitario aplicado a los animales comprendió desparasitación con Ivermectina a razón de 1 cc/50kg de peso vivo en vacas vacías y secas, el resto por estar preñadas o en lactancia se les aplicaba baño con Ethion según el grado de incidencia de parásitos. A los animales se les practicaron los respectivos muestreos de sangre, necesarios para realizar las pruebas oficiales de descarte de brucelosis, además de la

vacunación reglamentaria de acuerdo a las exigencias y apertura de los ciclos exigidos por el Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral contra Aftosa, Rabia, y Brucelosis para la emisión de avales sanitarios, aunque adicionalmente se aplica la vacuna contra infecciones clostridiales.

Variables medidas en el rebaño

Con el fin de evaluar la respuesta animal al manejo integrado propuesto en el LSB de la Facultad de Agronomía, UCV, se monitoreó la producción de leche y las fluctuaciones de peso del rebaño durante la duración del estudio. Se realizó un pesaje mensual de los mismos, una vez terminado el ordeño del día, utilizando una romana electrónica marca True-Test®, de apreciación 0,1 kg, y con una capacidad de pesaje de 2000 kg. Con la información recabada se estimó la carga animal y cuando fue necesario se ajustó.

Para el estudio de la producción de leche se llevó a cabo el pesaje de la producción diaria de leche de los animales componentes del rebaño mediante un ordeño mecánico a las primeras horas del día. Cabe destacar que las vacas se clasificaron según el número de lactancias como primíparas (vacas de primer parto) y múltiparas (vacas de dos o más partos). Adicionalmente se identificó el periodo climático en que cada animal tuvo su parto previo a la temporada en la que se llevó a cabo el estudio, ambas clasificaciones fueron efectuadas para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos. Se analizó el efecto del número de lactancias y periodo de parto previo en la producción de leche, así como sus interacciones. Conjuntamente se calculó el promedio diario global de la producción de leche del rebaño.

Análisis estadístico

El ensayo se manejó bajo un diseño completamente aleatorizado, sin embargo, por la naturaleza de algunas variables estudiadas, se analizaron de diferente manera, según se describe a continuación:

La variable carbono fue analizada bajo el procedimiento Mixed de SAS®, empleando como fuente de variación la época del año (lluvia-sequía y sequía).

En las variables de la estructura del pastizal, por no tener una distribución normal se utilizó el procedimiento Gen Mod de SAS® (Littel *et al.*, 2002). La fuente de variación considerada fue época del año (lluvia-sequía y sequía).

En el caso de peso corporal, se empleó un modelo lineal aditivo, y por tratarse de una medida tomada de manera sucesiva en la misma unidad experimental, se consideró las medidas repetidas, bajo el procedimiento Mixed de SAS® (Littel *et al.*, 2002). Se consideró como fuente de variación la condición del animal (primípara o multípara).

La producción de leche, de igual manera por tratarse de una medida tomada de manera sucesiva en la misma unidad experimental, se consideró las medidas repetidas, bajo el procedimiento Mixed de SAS® (Littel *et al.*, 2002). Se consideró como fuente de variación la condición del animal (primípara o multípara), el mes del último parto y la covariable días de lactancia. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componente herbáceo

Carbono

La fijación de carbono estuvo estrechamente relacionada con las precipitaciones ($P < 0,05$), ya que durante los meses más secos se reportaron los valores más bajos de carbono en el pastizal, valores que aumentaron progresivamente en el inicio del periodo lluvioso y que se acentuaron más cuando las precipitaciones se establecieron, además de un efecto residual de las precipitaciones sobre la cantidad de carbono fijado en los pastos, ya que noviembre fue el mes con mayor proporción de carbono fijado, aunque se trata de un mes de transición de lluvia a sequía, sin embargo lo precedieron meses donde las precipitaciones fueron muy copiosas, condición bajo la cual hay mayor humedad en el suelo y los pastos tienden a aumentar la producción de biomasa, y por ende la cantidad de carbono fijado. En este orden de ideas, se observó que las diferencias más marcadas entre meses en cuanto a la fijación de carbono en el pastizal, involucraron al mes de noviembre, durante el cual se fijaron 750,57 kg/C/ha más que en el mes de febrero ($P = 0,0044$), aun cuando la carga animal en el potrero durante el mes de noviembre (3,81UA/ha) fue mayor que la de la temporada febrero-Junio (3,07UA/ha) tal como se muestra en la Figura 2.

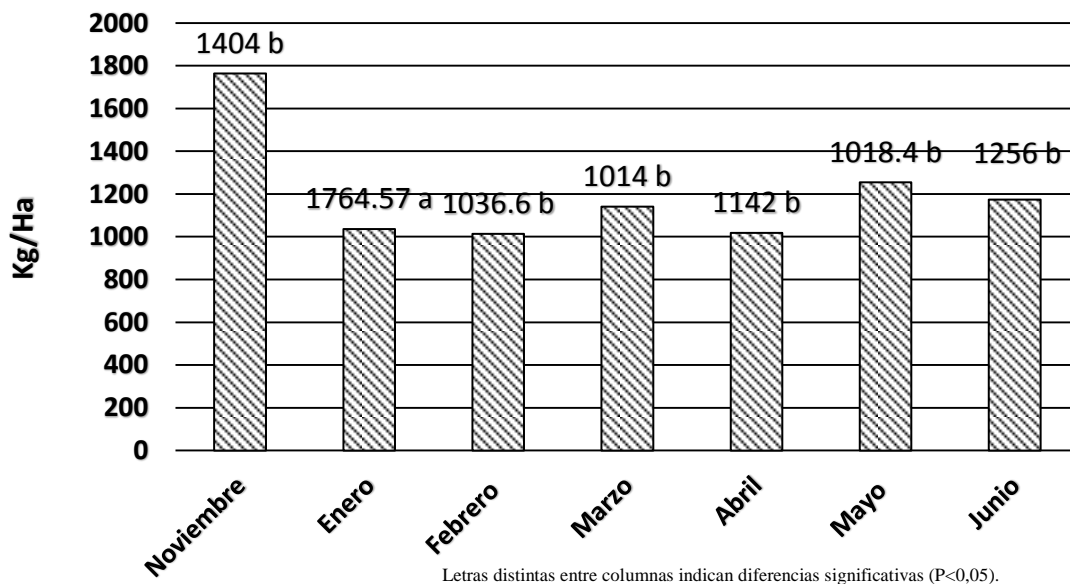


Figura 2. Cantidad de carbono captado por el estrato herbáceo durante la transición lluvia-sequía y sequía.

Se presume que la cantidad de carbono fijado por la pastura pudiera estar altamente relacionada con la humedad presente en el suelo y por ende a la magnitud de las precipitaciones, ya que aunque los potreros tenían riego, el mismo no logró ofrecer al suelo la suficiente cantidad de humedad que se tuvo en los meses lluviosos, lo cual limita el crecimiento vegetativo. Estos resultados se corresponden en parte con los encontrados por Andrade (1999) quien obtuvo un almacenamiento de C en las pasturas de 0.35 y 1.5 t/ha para *Brachiaria brizantha* asociada a *Eucalyptus deglupta* y *Acacia mangium* respectivamente.

La fijación de carbono por parte del pastizal no es estática, por lo tanto conviene mantenerlos en consideración simultáneamente. Por ejemplo, en meses en los que la oferta de pasturas en los potreros fue baja se encontró la menor cantidad de carbono fijado, pero no por una disminución drástica en la facultad de las gramíneas para la incorporación de carbono a sus sistemas, sino por la disminución lógica de biomasa en el potrero por efecto de la sequía y el consumo de las especies deseables en el potrero por parte del rebaño, que a su vez está incorporando el carbono a la dieta de los animales y por ende a la producción de leche, carne y demás productos derivados de estos. Esto permite inferir que la cantidad de carbono fijado está relacionada con la carga animal y la intensidad de pastoreo. En meses climáticamente más benignos, la disponibilidad de biomasa fue mayor, generando muestras más consistentes en peso y por ende mayor cantidad de carbono fijado en el pastizal.

Lo antes expuesto puede añadir importante valor a los sistemas de producción con rumiantes a pastoreo, pues pueden ser usados estratégicamente como fijadores de carbono atmosférico, aspecto que fortalece la ya conocida importancia que tienen en la tarea de proveer de carne y leche a la sociedad.

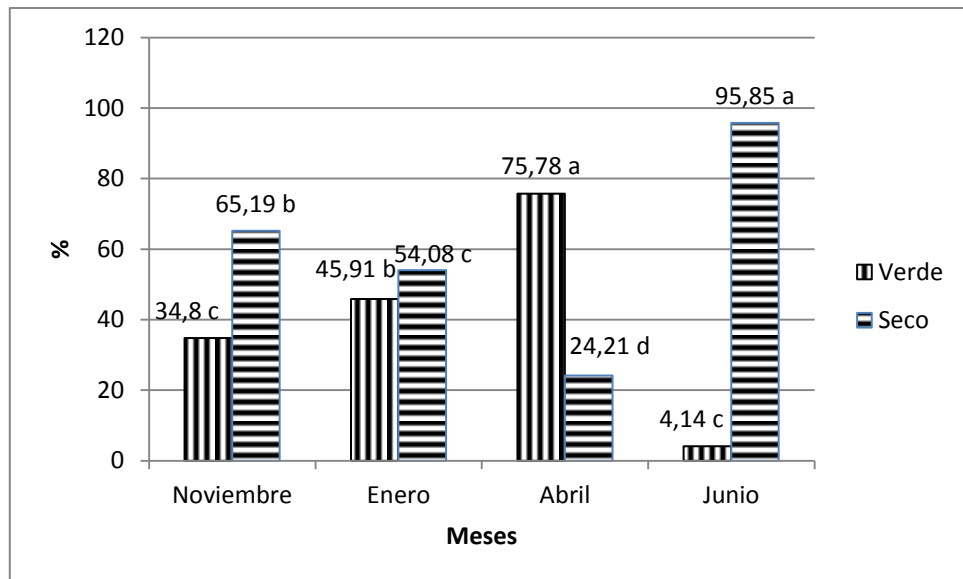
Los valores obtenidos mediante el análisis bromatológico realizado a las muestras de pasto recabadas durante las distintas épocas climáticas que se sucedieron durante la temporada de estudio son ilustrados en el Cuadro 1, en el cual se detalla la proporción de cada una de las fracciones nutricionales contenidas en las muestras. Para el caso de proteína, nutriente sumamente importante para el bienestar nutricional de los animales, la cantidad encontrada en la muestra de pastos bajo estudio se encuentra dentro del rango reportado por Guerra y Lagos (2014), quienes estudiando las mismas especies en Honduras encontraron porcentajes de proteína de 10-15 %.

Cuadro 1. Análisis bromatológico de las muestras de pasto.

Fracción nutricional	Noviembre	Marzo	Junio
Proteína cruda (%)	-	11,19	12,45
Extracto etéreo (%)	0,61	1,55	1,55
Fibra cruda (%)	-	32,63	36,02
Ceniza (%)	9,55	9,73	8,09
Extracto libre de N (%)	42,52	44,90	41,89

Relación Verde Seco

Al evaluar el efecto del mes sobre la producción de materia verde y seca del pasto se encontró que durante el mes de noviembre, en el cual comienza la transición de periodo lluvioso a seco, la carga animal es alta (3,81UA/ha) y la capacidad de rebrote de los pastos se ve comprometida, la proporción seca fue alta. Para el mes de enero, la proporción de material seco alcanzó un valor de 54,08% (Figura 3), tendiendo a equilibrarse con la fracción verde. Hacia los meses más secos del año la proporción seca aumentó drásticamente, puesto que durante esa época la ausencia de precipitaciones y la mayor intensidad de pastoreo fueron agotando el recurso forrajero verde presente en los potreros, quedando solamente *Paspalum virgatum* como material verde consumible por parte de los animales.



Letras distintas entre columnas del mismo tipo indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

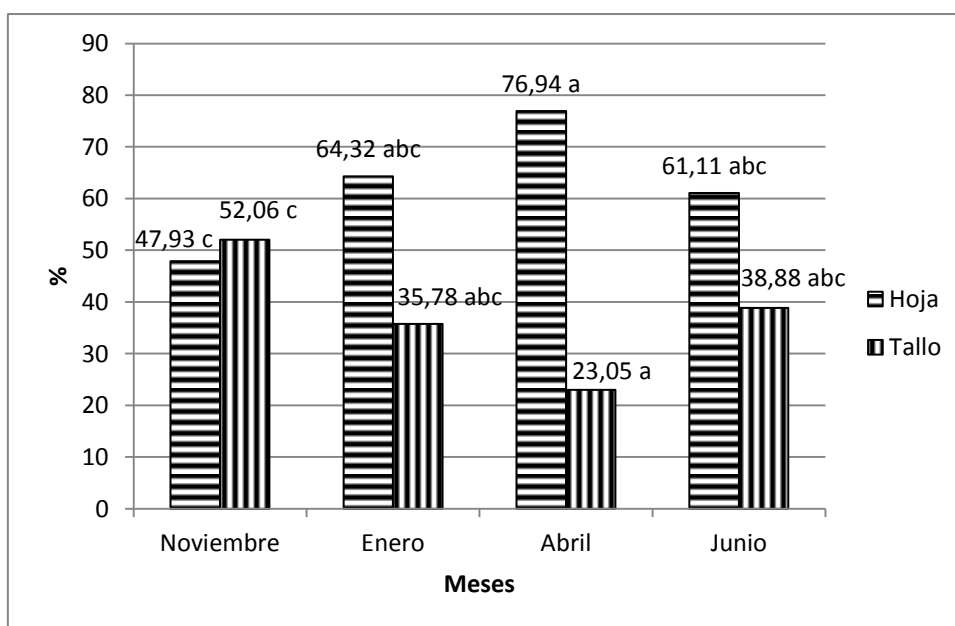
Figura 3. Relación verde/ seco del estrato herbáceo durante los meses de transición lluvia-sequía y sequía.

Para el mes de junio, la producción de material verde fue muy baja (4,14%), mes en el cual la carga animal en el potrero alcanzó su punto máximo, (4UA/ha). Esta disminución obedece al aumento de la carga animal aunada a la sequía que existió en meses previos, que agotó la capacidad de rebrote de los pastos y aumentó su velocidad de desecación. Estos resultados difieren de los reportados por Borges *et al.* (2011), quienes encontraron valores de 85 y 68% de materia verde respectivamente en potreros de *Brachiaria humidicola* de dos fincas del Estado Yaracuy, muestreadas durante la época seca. Se puede inferir que el comportamiento de la variable verde seco está íntimamente ligado a las precipitaciones, lo cual aporta la humedad necesaria al suelo para que los pastos puedan desarrollar nuevos tejidos. Además, la intensidad de pastoreo fue clave para la presencia de material verde en los potreros, pues en meses en los que la carga animal fue alta la capacidad de rebrote de los pastos se vió disminuida. Aunque se aplicó riego a los potreros cuando fue necesario, este no proporciona la cantidad de humedad necesaria al suelo para que la pastura mostrara gran cantidad de tejidos verdes.

Relación Hoja Tallo

Al analizar el efecto del mes sobre la relación hoja tallo se encontró que durante todos los meses la proporción de hoja en las muestras fue cercana o superior al 50%, siendo el mes de noviembre el que menor proporción de hoja tuvo, contrastando con el mes de abril, durante el cual se registró la producción de hoja más alta, para una

diferencia de 39,99% ($P=0,0032$). Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Villalobos y Sánchez (2010), quienes reportaron un valor promedio de 56,08 % de hoja en *Lolium perenne*, y donde dicho componente se vió afectado por la época. Aunque el mes de abril se encuentra dentro de una época no muy favorable para la producción de hoja en el pastizal, cabe destacar que la fertilización aplicada a los potreros juega un papel importante en la producción de nuevas hojas, además de que la carga animal en los potreros es la más baja del año, (2,91UA/ha). En cuanto a la fracción tallo se encontró que el mes en el cual el pasto tuvo mayor proporción de este tejido fue noviembre con 52,06% logrando el pico productivo durante noviembre, disminuyendo a medida que el periodo seco fue estableciéndose y difiriendo notoriamente del mes de abril durante el cual se alcanzó un 23,05% de tallo (Figura 4), obteniéndose la diferencia más grande entre meses con 29,01%.



Letras distintas entre columnas del mismo tipo indican diferencias significativas ($P<0,05$).

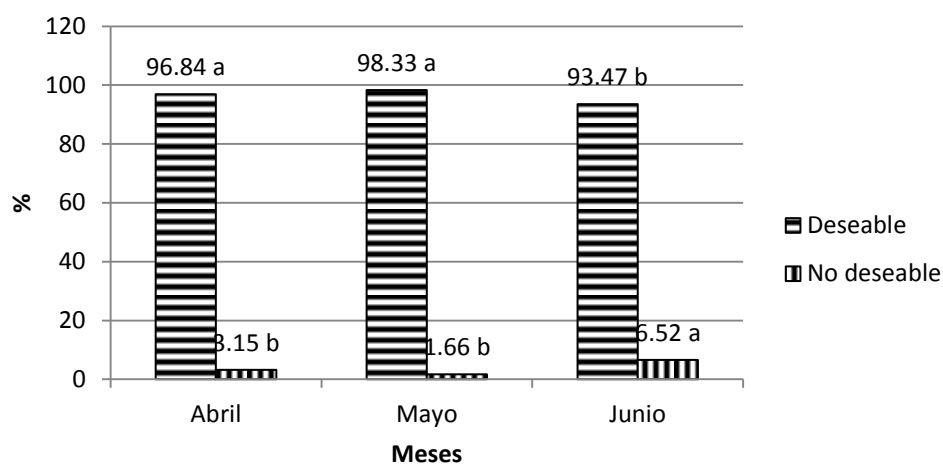
Figura 4. Relación hoja/tallo del estrato herbáceo durante la transición lluvia-sequía y sequía.

Todo este comportamiento es lógico pues las precipitaciones brindan las condiciones óptimas de humedad, que aceleran la producción de nuevos tejidos en las plantas. Estos resultados son ligeramente distintos a los descritos por Villalobos y Sánchez (2010), quienes encontraron en su determinación valores de 47,4% de tallo para el mes de Enero, 38,8 en Junio y 42,2% en Noviembre, en muestras de pasto Riegrass (*Lolium perenne*) establecido en Costa Rica.

Revisando la fluctuación mensual de la proporción de hojas y tallo en las muestras, se puede inferir que durante los meses de sequía, parte del contenido de hoja en los pastos esta senescente o seco, por lo cual los animales no la consumen tanto como en meses húmedos o de transición, aumentando su presencia en las muestras durante este estadio. Se infiere que durante los meses en los cuales la oferta de pasto disminuyó, los animales se vieron obligados a consumir el tallo, el cual pese a la sequía se mantuvo verde. En meses de mayor humedad el consumo de pasto por parte del rebaño se decantó hacia las hojas, elevando la cantidad de tallo remanente y aumentando su proporción en las muestras. Con respecto a la especie *Paspalum virgatum*, es importante acotar que durante los meses más húmedos la carga animal en los potreros fue elevada, con el propósito de mantener dicha especie en un punto previo a la floración.

Componente deseable y no deseable

Analizando el efecto del factor mes sobre la presencia de materia deseable y no deseable dentro del pastizal, se pudo evidenciar en primer lugar la altísima proporción de material aceptable para el consumo de los animales, todo esto por el manejo dado a los potreros, el cual consistió en la eliminación manual de malezas, lo que disminuyó sustancialmente la permanencia de estas especies (Figura 5).



Letras distintas entre columnas del mismo tipo indican diferencias significativas (P<0,05).

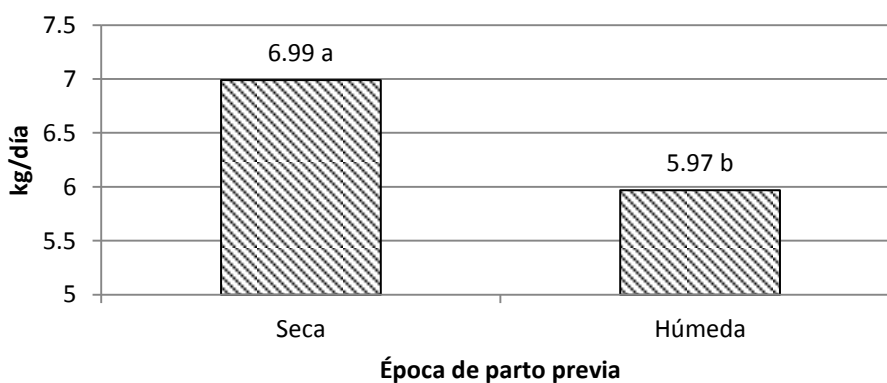
Figura 5. Relación especies deseables/ no deseables del estrato herbáceo durante la transición lluvia-sequía y sequía.

Es conveniente acotar que aunque no figura como una especie habitual de interés para la alimentación animal, la presencia de *Paspalum virgatum* en los potreros fue una opción para la alimentación del rebaño en los meses donde el crecimiento de las especies deseables se vió limitado, por lo tanto fue incluida dentro de las determinaciones como

una especie consumible por los animales, siempre y cuando se mantenga en estado de prefloración, lo cual ofrece tejidos más blandos para ser consumidos. González y Piña (1995), reportaron en un estudio realizado en la cuenca del lago de Maracaibo valores de 10,03 % de proteína cruda en *Paspalum virgatum* en prefloración, disminuyendo a 7,61 % en postfloración, lo cual indica que puede estar aportando cantidades aceptables de nutrimentos a la dieta del rebaño en época crítica, aunque las condiciones edafoclimáticas en donde se desarrolló el estudio citado difieren de las encontradas en el ámbito de nuestra determinación. Aunque esta especie ostenta valores altos de fibra y características morfológicas que limitan su utilización, posee altos rendimientos, persistencia, y una extraordinaria habilidad para establecerse y competir con otras especies (Sintachs y León, 1987).

Producción de leche del rebaño

En cuanto al efecto de la época sobre la producción de leche del rebaño bajo estudio, se constató que las vacas que tuvieron su parto previo durante la época seca produjeron mayor cantidad de leche que las vacas que parieron previamente durante la estación húmeda (Figura 6), siendo altamente significativo ($P < 0,0001$).



Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

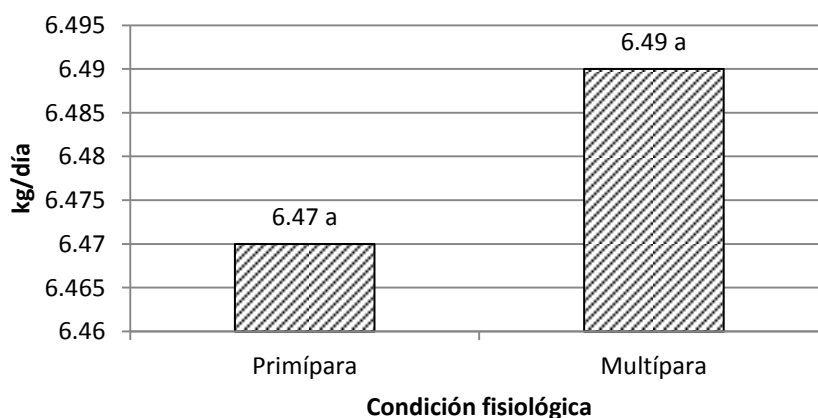
Figura 6. Producción de leche por día de acuerdo al mes o época del último parto.

Este comportamiento mucho tiene que ver con el intervalo entre partos, ya que los animales que tuvieron parto previo durante la estación seca tuvieron la oportunidad de reponerse satisfactoriamente de la gestación previa y posterior lactación, acumulando reservas corporales para afrontar la nueva parición. El hecho de que las vacas que

tuvieron su parto previo en la época seca hayan parido bajo los rigores de la sequía no representó un factor de desmejora en la producción de leche de la posterior temporada de parto. Estos resultados coinciden con los reportados por Rodríguez y Martínez (2010), quienes no encontraron diferencias en la producción de leche de vacas que parieron en época seca y las paridas en época lluviosa. Esto se podría atribuir a que aunque existen diferencias intermensuales en la magnitud de las precipitaciones en la localidad donde se desarrolló el estudio, existe una buena disponibilidad de forrajes durante todo el año y no hay cambios importantes en el manejo del rebaño entre épocas.

Con respecto a la producción de leche del rebaño durante la temporada bajo estudio, se encontró que el promedio de leche diaria fue de 6,49 kg (ee=0,06), con valor mínimo y máximo de 2,00 y 13,41kg/leche/día respectivamente. El resultado obtenido en este estudio es ligeramente superior al reportado por Durán y García (2000), quienes en una investigación descriptiva de la producción de leche de 30 fincas del estado Yaracuy, obtuvieron un promedio de 5,78 kg/leche/día.

En cuanto al efecto de la condición fisiológica de los animales sobre la producción de leche se constató que no existió una diferencia marcada entre la producción de leche de vacas primíparas con respecto a la multíparas, como se muestra en la Figura 7, debido a que en el grupo de multíparas se encontraban vacas de avanzada edad que ya no producen una cantidad importante de leche y por ende disminuyó el promedio de ese grupo.

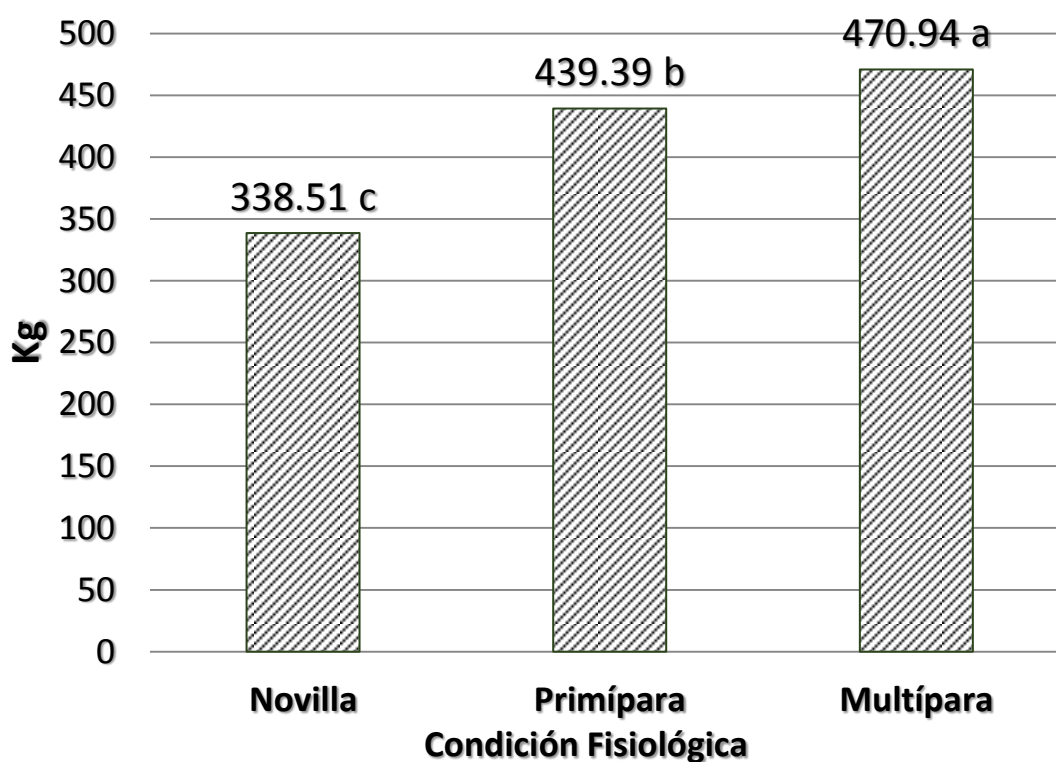


Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas (P<0,05).

Figura 7. Producción de leche por día de acuerdo a la condición fisiológica.

Peso corporal del rebaño

Al analizar el peso del rebaño bajo estudio se puede extraer que el promedio fue de 440,43 kg (ee=5,41) y con valores máximo y mínimo de 624,00 y 243,00kg, respectivamente. El efecto de la condición sobre el peso corporal de los animales componentes del rebaño fue altamente significativo ($P<0,0001$), pudiéndose constatar que las vacas multíparas tuvieron un peso mayor que las primíparas, 35,55kg más en promedio, y estas últimas a su vez superaron en peso a las novillas por un margen de 100,88kg promedio, como se detalla en la figura 8.



Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas ($P<0,05$).

Figura 8. Peso corporal dependiendo de la condición fisiológica.

Dicho comportamiento es natural puesto que las vacas multíparas son animales que han alcanzado su máxima conformación corporal, mientras que las vacas primíparas afrontan la preñez y lactancia aun cuando se encuentran en fase de crecimiento, comportamiento aún más acentuado en las novillas, que se encuentran en pleno estado de desarrollo corporal. En apoyo a esta aseveración, Radostits (2001), apunta que los animales en el trópico deberían alcanzar su madurez reproductiva a los 15 meses de edad bajo condiciones de pastoreo, tiempo en el cual deberían poseer el 60% del peso

corporal, lo cual afirma que aún no han alcanzado su pleno peso corporal durante la primera lactancia.

CONCLUSIONES

La estimación de la fijación de Carbono en el pastizal bajo estudio arrojó que la cantidad de dicho compuesto contenida en los forrajes a lo largo del año no es siempre la misma, ya que la estacionalidad de las precipitaciones condiciona la cantidad de biomasa y por ende la cantidad de carbono fijado.

En cuanto a la caracterización de las pasturas se infiere que las variables estudiadas tuvieron conexión con la estacionalidad de las precipitaciones, teniendo importantes repercusiones en la cantidad de carbono fijado por la pastura. Con respecto a la presencia de especies deseables y no deseables, se concluye que la biomasa producida por *Paspalum virgatum* puede ser consumida por los animales cuando las demás posibilidades de sustento escasean.

En cuanto a la caracterización de la producción de leche del rebaño se pudo constatar que no hubo diferencias significativas entre los promedios del grupo de vacas multíparas con respecto al de primíparas, lo cual tuvo que ver con la incorporación de vacas de avanzada edad dentro del primer grupo, y que hizo que el promedio grupal fuera más bajo de lo esperado.

El efecto de la época de parto previo fue determinante en la producción de leche de las vacas, ya que las paridas previamente durante la sequía tuvieron mayor producción de leche (6,99Kg.Lече/Día) que las que parieron en época lluviosa (5,97Kg.Lече/Día).

Con respecto a las fluctuaciones en el peso de los animales, las vacas multíparas superaron a las primíparas en cuanto al peso corporal, y éstas a su vez superaron a las novillas.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, H. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis MSc. CATIE Turrialba, Costa Rica, CATIE.83
- Andrade, H., M. Ibrahim. 2003. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40) 109-116

- Borges, J., Millan, K., Sandoval, E., Barrios, M. 2011. Evaluación de módulos de pastoreo con *brachiaria humidicola* para becerros durante la época seca. Estimación de la oferta forrajera. Revista Mundo Pecuario, VII, N° 1, 17-21.
- Botero, J. 2003. Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de Carbono. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina II. Memorias de la segunda conferencia electrónica. M. Sánchez, M. Rosales (Eds). Depósito de Documentos de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y4435s/y4435s07.htm> (Consulta: Agosto de 2014).
- Calles, R. 1987. Factores que afectan la composición de la leche de vacas Holstein Friesian. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, UCV. Maracay, Venezuela. 7p.
- Chacón, E. 1976. The effect of sward characteristic upon grazing behavior, intake and animal productions from tropical pastures thesis submitted for the degree of Doctor of philosophy University of Queensland. Australia 309 p.
- Combellas, J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y de sus crías. Ed. Inlaca. Venezuela. 196 p.
- Durán, G., Garcia, M. 2000. Caracterización de la producción lechera de 30 fincas ubicadas en el Valle de Aroa, Estado Yaracuy. Gaceta de Ciencias Veterinarias. Venezuela. Vol. 6 Nro. 1.
- Ewel, J.J., Madriz, A., y Tosi, J. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2da Ed. Caracas, Venezuela. 265 p.
- FAO. 1991. Anuario de Producción. Vol. 44. Roma, Italia, FAO. FAO Statistics Series N° 99.
- Fisher, M.; Rao, I.; Ayarza, C.; Lascano, C.; Sanz, J.; Thomas, R.; Vera, R. 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. Nature 31: 236-238.
- Flannery, T. 2009. El clima está en nuestras manos. Historia del calentamiento global. Primera Edic. Edit. Santillana S. A. Lima, Perú. Gonzalez, B., Piña, M. 1995. Colección y caracterización de gramíneas naturales forrajeras de la región climática estacional subhúmeda y húmeda de la cuenca del Lago de Maracaibo. Revista Facultad de Agronomía LUZ : 1995, 12: 175-186.
- Gonzalez, B., Piña, M. 1995. Colección y caracterización de gramíneas naturales forrajeras de la región climática estacional subhúmeda y húmeda de la cuenca del Lago de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía L.U.Z.: 1995, 12: 175-186.
- Guerra, N., Lagos, J. 2014. Análisis de la composición bromatológica de pastos y formulación de dietas para la producción de leche en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Revisar.
- Littell R., Stroup, W., Freund, R. 2002. SAS for Linear Models. 4ta ed. SAS Institute Inc. Cary, EUA.
- Miliani, T., Espinoza, F., Gil, J., Baldizán, A., Díaz, Y. 2008. Oferta de forraje en un sistema silvopastoril en la región noreste del estado Guárico, Venezuela. Zoot. Tropical. 26(3): 297-299.

- Montilla, J. 1992. Ganadería mestiza de doble propósito. Prólogo. En: Carlos González - Stagnaro (Ed.). Facultad de Agronomía. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. FUSAGRI. GIRARZ. 1ª Edición. 3 – 24p.
- Radostits, O. 2001. Herd health: food animal production medicine. 3 ed. W.B. Saunders Company. Pennsylvania, USA. 884 p.
- Rodriguez, Y., Martinez, G. 2010. Efecto de la edad al primer parto, grupo racial y algunos factores ambientales sobre la producción de leche y el primer intervalo entre partos en vacas doble propósito. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, U.C.V. 51(2):79-91
- Sanhueza, E. 2007. Methane soil-vegetation-atmosphere fluxes in tropical ecosystems. Revista INCI v.32 n.1
- Sintachs, M., León, J. 1987. Control de Caguazo (*Paspalum virgatum* L). Revista ACPA 2: 31-35.
- Toledo, J., Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: J. Toledo (Ed.). Manual para la evaluación agronómica: Red internacional de evaluación de pastos tropicales.
- USICLIMA. Unidad de Servicios Integrados Climatológicos para la Investigación en Agricultura y Ambiente. 2013. Servicio de Climatología Agrícola. Facultad de Agronomía-UCV.
- Vargas, D., Valdés, N. 2011. Gases de efecto invernadero en la agricultura, un llamado a la acción. En: H. Ríos, D. Vargas, F. Funes-Monzate (Ed.). Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático.
- Velázquez, E. 1993. Duración de la lactancia y factores que la afectan en vacas doble propósito. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, UCV. Maracay, Venezuela. p 7-12.
- Veldkamp, E. 1993. Soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropics of Costa Rica. PhD. Wageningen, Netherlands, Agriculture University of Wageningen. 117 p.
- Villalobos, L., Sánchez, J. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense vol.34 n.1.