

.....→ **EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PASTOREO (ROTACIONAL Y CONTINUO)
SOBRE VARIABLES TÉCNICAS, PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS EN NOVILLOS
CEBÚ COMERCIAL EN EL TRÓPICO BAJO**



**EVALUATION OF TWO GRAZING SYSTEMS (ROTATIONAL AND CONTINUOUS) VARIABLES ON TECHNICAL,
PRODUCTIVE AND ECONOMICAL COMMERCIAL ZEBU STEERS IN THE LOW TROPICS**

¹Luis Fernando Londoño Franco, ²Juan Esteban Álvarez Molina

¹ Luis Fernando Londoño Franco, MSc. cPhD. Docente Asociado Politécnico Colombiano JIC, lfondono@elpoli.edu.co ,

²Juan Esteban Álvarez Molina, Ingeniero Agropecuario, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, jesteban@hotmail.com

EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE PASTOREO (ROTACIONAL Y CONTINUO) SOBRE VARIABLES TÉCNICAS, PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS EN NOVILLOS CEBÚ COMERCIAL EN EL TRÓPICO BAJO

EVALUATION OF TWO GRAZING SYSTEMS (ROTATIONAL AND CONTINUOUS) VARIABLES ON TECHNICAL, PRODUCTIVE AND ECONOMICAL COMMERCIAL ZEBU STEERS IN THE LOW TROPICS

Luis Fernando Londoño Franco, Juan Esteban Álvarez Molina

RESUMEN

Se evaluaron técnica y económicamente el empleo de dos sistemas de pastoreo (continuo y rotacional), en dos fincas ganaderas ubicadas en el municipio de Valencia, Departamento de Córdoba-Colombia. Con el objetivo principal de determinar cuál de los dos sistemas de pastoreo presenta un mejor comportamiento frente a variables productivas (técnicas y económicas). En el sistema de pastoreo continuo fueron evaluados 45 animales cebú comercial. En el pastoreo rotacional se evaluaron 69 animales cebú comercial. Durante el desarrollo del proyecto se examinó la eficiencia técnica; se estimó la producción, calidad y manejo de los pastos (aforos, crecimiento, periodo de recuperación) y peso de los animales (producción diaria por animal y producción diaria por hectárea). Para estimar la eficiencia económica, se tuvieron en cuenta indicadores como: costos directos, indirectos, ingresos, rentabilidad, margen neto, margen bruto, punto de equilibrio. Los resultados mostraron que los indicadores de ganancia de peso tuvieron un mejor comportamiento en el pastoreo continuo en promedio 777,6 gramos de ganancia/día contra 590 gramos de ganancia/día del pastoreo rotacional e igualmente la eficiencia productiva fue mejor 26% para el sistema rotacional contra el 16% para el sistema continuo. Y la rentabilidad económica, producción de forrajes y calidad del suelo, reveló mejores rendimientos para el sistema rotacional. Estos estudios le permiten al productor ganadero contar con modelos y herramientas técnicas y económicas que le permitan implementar estrategias en sus hatos ganaderos para ser más eficientes, competitivos y por ende hacer de la ganadería de carne un renglón viable y sostenible en la región.

Palabras Claves: Evaluación, pastoreo continuo, rotacional, novillos ceba

Recibido 16 de septiembre 2010.

Aceptado 21 de mayo de 2011

ABSTRACT

Water bottom rack intakes or tyrolean weirs are hydraulic structures widely used in our country given its good performance in mountain streams. In this structures the occurrence of spatially(gradually) varied flow over the intake does not allow an analytic solution to the variation of the water surface over the intake which has lead to its general sizing criteria uses empirical and constructive reasons. To make a more accurate design accounting with the flow variability over the structure, that facilitates the rack dimensioning of the intakes properly exploiting the water resource, Mostkow's method is presented to calculate the water surface profile along with the graphs which in a simple manner allow to determine the minimum length of rack intakes in terms of the discharge, the slope and the clogging percentage of the racks.

Keywords: Evaluation, systems pasture intensive, rotational, fat bovine

Received: September 16, 2010

Accepted: May 21, 2011

1. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en Colombia, sigue siendo una gran fuente de empleo e ingresos para los productores del sector agropecuario. Por ello es importante cada día desarrollar nuevos y mejores sistemas de producción que contribuyan en la eficiencia de éste importante renglón económico.

La ganadería colombiana está caracterizada por ser una actividad extensiva-extractiva, con bajos niveles de inversión y un deficiente desarrollo de acciones administrativas que la promuevan empresarialmente en un mercado globalizado, el cual es altamente competitivo. El pastoreo racional, los sistemas de conservación de forrajes y el uso de bloques multinutricionales, constituyen estrategias que pueden generar importantes avances en los aspectos productivo y ambiental, enmarcados en las exigencias de los mercados globalizados (Gómez, 1993) [1].

Más de 40 millones de hectáreas (ha) del país están ocupadas como áreas abiertas para el pastoreo de ganado, comprometiendo de esta manera el uso potencial de los suelos del país, poniendo en alto riesgo la sostenibilidad de los recursos naturales que se explotan, de las actividades económicas que se adelantan en ellos y de los procesos sociales inherentes (Acevedo 2000) [2].

Muchos son los limitantes que enfrenta la producción bovina en el trópico bajo, particularmente en nuestro país: los hay de orden económico, político, infraestructural, cultural, tecnológico y muy importantes también los limitantes metabólicos para la producción bovina en las zonas de trópico bajo y las disfunciones asociadas a estas (Montoya, Torregroza, 2003) [3].

En Colombia, existen diversos tipos de explotación agropecuaria, dificultando la caracterización económica y haciendo más compleja la búsqueda de alternativas para alcanzar competitividad y lograr la sostenibilidad requerida por la ganadería bovina de carne. Sin embargo y de acuerdo con la forma de uso de los recursos y la estructura tecnológica, se han clasificado cinco sistemas de producción ganadera en el país: el sistema extractivo, el sistema de pastoreo extensivo tradicional, el sistema de pastoreo extensivo mejorado, el sistema de pastoreo semi-intensivo suplementado y el sistema de confinamiento. (Murgueitio, 2010) [4].

El pastoreo constituye la forma predominante y más económica de alimentación de los bovinos en nuestro país. Para efectos prácticos, se puede definir el pastoreo como la alimentación directa de los animales con pastos de

pisos sobre el cual se desplazan de manera voluntaria para la selección de las cantidades de pasto requeridos para llenar sus necesidades, de mantenimiento, reproducción y producción (Bernal, 1997) [5]. (Argel, 2008) [6].

Entre las dos limitantes de mayor relevancia en el manejo que los ganaderos realizan de sus pasturas en el país, se puede citar la falta de una adecuada división de potreros y el desconocimiento de los principios que rigen las normas del pastoreo racional, además de las características agronómicas propias de cada especie. (Sierra, 2002) [7].

El sistema de pastoreo siempre se ha considerado como una herramienta importante de manejo, mediante la cual se ejerce control sobre la utilización que el animal hace de la pastura. Son cuatro las principales formas básicas de pastoreo directo que se practican en Colombia: pastoreo continuo, pastoreo rotacional, pastoreo alterno y por franjas. (Murgueitio y Calle, 1998) [8]. (Becerra, 1992) [9]. (Voisin, citado por Senra, 1993) [10]. (Tergas, 1983) [11]. (Montero, 2006) [12].

El fin primordial de la presente investigación consistió en determinar cuál de los dos sistemas de pastoreo continuo o rotacional utilizados en el presente estudio para cebar machos tipo cebú comercial es más productivo en términos técnicos y económicos, buscando generar alternativas viables y soluciones efectivas especialmente para el productor y en favor de la cadena cárnica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización.

Unidad productiva Pastoreo Rotacional

Nombre: Hacienda San Antonio, Vereda Villa Nueva, Municipio Valencia- Córdoba. área total 263 hectáreas (ha). Temperatura promedio 32°C, altura 60 msnm, topografía plana, 8°16'02.68" latitud norte, 76°08'58.84" latitud oeste. Zona de vida Bosque húmedo tropical.

El área utilizada para la evaluación del proyecto correspondió a 13,5ha (rotación La Ceiba) sembrada en pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*) y 12,84ha (rotación El Recreo) en pasto Pará (*Brachiaria mítica*). **Período de Evaluación tiempo:** 5 a 6 meses.

Unidad productiva Pastoreo Continúo

Nombre: Hacienda Mónica, Vereda Villa Nueva, Municipio Valencia, Córdoba. Área total 1368 hectáreas (ha), temperatura promedio: 28°C, altura 60msnm, topografía Plana, 8°17'26.17" latitud norte, 76°08'54.17" latitud oeste. Zona de vida Bosque húmedo tropical.

El área utilizada para la evaluación del proyecto correspondió a 8.7ha (potrero El Mangón) en pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*) y 13.5ha (potrero La Aurora) en pasto Pará (*Brachiaria mutica*). **Período de Evaluación tiempo:** 5 a 6 meses.

2.2 Metodología

Hacienda San Antonio (Pastoreo rotacional)

Potrero La Ceiba: 25.13 ha (13 divisiones), de las cuales solo 13.5 ha son efectivas (7 divisiones) el resto del área se encontraba en proceso de siembra, hay predominancia del pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*) y presencia de leguminosas arbóreas como Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Totumo (*Crescentia cujete*) y de gramíneas no deseables principalmente Limpia botellas (*Setaria geniculata*), las divisiones son de 1,93 ha divididas por medio de cerca eléctrica de un hilo. El potrero fue manejado con un sistema rotacional con 48 días de descanso y 8 días de ocupación durante la época de verano y 36 días de descanso y 6 días de ocupación durante la época de invierno. Inicia su evaluación el día 29 de enero con 34 animales, al aumentar la disponibilidad de forraje también aumenta la capacidad de carga y para el mes de junio pastan 39 animales.

Potrero El Recreo: 12.84 ha (6 divisiones), compuestas por pasto Pará (*Brachiaria mutica*) y presencia de leguminosas arbóreas como Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Totumo (*Crescentia cujete*) y rastreras como Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y de gramíneas no deseables principalmente Pasto amargo (*Paspalum conjugatum*) y Limpia botellas (*Setaria geniculata*), las divisiones son de 2,14 ha hechas por medio de cerca eléctrica de 1 hilo. Inicia evaluación el día 29 de febrero con 21 animales, luego al aumentar la disponibilidad de forraje aumenta la capacidad de carga, igualmente el número de animales, para mayo pastan 24 animales y 30 animales en junio.

El potrero fue manejado con un sistema rotacional con 50 días de descanso y 10 días de ocupación durante la época de verano y 40 de descanso y 8 días de ocupación durante la época de invierno.

Hacienda Mónica (Pastoreo continuo):

Potrero El Mangón 8.70 ha con predominancia del pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*) y presencia de leguminosas arbóreas como Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Campano (*Albizia saman*), el potrero se divide de los demás potreros por medio de cercas eléctricas de dos hilos. El potrero fue manejado de forma continua, es decir con periodo de ocupación indefinido y cero días de descanso. Inicia su evaluación el día 21 de enero con 15 animales. Se evaluaron por 6 meses

Potrero La Aurora: 13.50 ha con predominancia de pasto Pará (*Brachiaria mutica*) y presencia de leguminosas arbóreas como Matarratón (*Gliricidia sepium*), Campano (*Albizia saman*), rastreras como Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), gramíneas no deseables como Gramalote (*Paspalum fasciculatum*) y Limpia botellas (*Setaria geniculata*), el potrero fue manejado igualmente al anterior. Inicia su evaluación el día 21 de enero con 30 animales. Se evaluaron por 6 meses

2.3 Manejo de los animales de estudio

Se utilizaron en total 114 machos enteros cebú comerciales, comprados en la subasta de la ciudad de Montería, al momento de llegada al potrero fueron desparasitados, vitaminizados y en el transcurso de la evaluación fueron vacunados contra el carbón y aftosa. Durante la evaluación, además del consumo de pasto a voluntad, se les suministró a los animales sal mineralizada (6% de fósforo) en saladeros colocados en cada uno de los potreros e igualmente agua a voluntad.

2.4 Mediciones y Análisis

En la pastura se determinó para las tres épocas (verano, transición verano – invierno e invierno), la disponibilidad de forraje verde mediante el método de aforo descrito por (Engomix, 2010 [13]). También se utilizaron jaulas de exclusión, se determinó la calidad y crecimiento; método en el cual se instalaron tres jaulas de 50cm² en lugares donde la pradera presentaba una cantidad homogénea de forraje. Las muestras de pastos fueron llevadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Córdoba para determinar el análisis bromatológico.

Se realizaron 6 pesajes así: Tanto los animales del pastoreo continuo y del pastoreo rotacional se pesaron el día 28 de cada mes. Los animales del potrero La Aurora ingresaron con un peso promedio inicial de 277kg, los del potrero El Mangón con peso promedio inicial de 298kg, los del potrero El Recreo con 289 kg y el potrero La Ceiba 269kg. Los animales se distribuyeron en grupos más o menos homogéneos en

cuanto a edades y pesos, dentro de cada lote de pastoreo continuo y rotacional. Para valorar la ganancias de peso de los lotes y de cada animal perteneciente a sistema pastoreo o rotacional. Y luego con los pesos promedios mediante pruebas de contraste de hipótesis se determinaron las varianzas, para luego normalizar datos y utilizando la tabla de Z con un $p < 0.05$, se buscó diferencia estadísticamente significativa para las ganancias de peso en los dos sistemas de pastoreo propuestos.

En cuanto a la calidad del suelo se realizaron mediciones mediante calicatas de 25cm^3 para conocer la macrofauna y velocidad de infiltración del agua; la prueba de infiltración se realizó por método indirecto, midiendo el tiempo de infiltración del agua, agregando 30 litros a cada calicata (Springel, 1976) [14]. Además se realizó prueba de resistencia mecánica a la penetración de raíces mediante el penetrómetro casero desarrollado por Sullivan 2001. Citado por (Arreaza, 2000) [15].

Se realizaron evaluaciones de los impactos ambientales de mayor relevancia en los dos sistemas de pastoreo (continuo y rotacional), mediante lista de chequeo para reconocer los principales impactos ambientales y posterior al estudio proponer sus respectivas mitigaciones, utilizando la matriz de (Leopold, 1971) [16].

Fueron consultados los costos de adquisición de insumos (medicamentos veterinarios, sales mineralizadas, herbicidas, implementos, entre otros), costo de jornales, servicios públicos, predial, costo kilogramo de forraje, costos de la instalaciones con sus respectivas depreciaciones, los ingresos totales, para determinar rentabilidad y relación costo-beneficio. Moyano 2002 [17].

Para determinar diferencias estadísticas significativas entre las ganancias de peso y eficiencia productiva con $p < 0.05$, en los dos sistemas de pastoreo estudiados. Se analizaron los resultados mediante pruebas de hipótesis con $p < 0.05$ para variables, donde son conocidas las medias y las varianzas; se utilizó la prueba de Z para variables normalizadas, Igualmente para la evaluación económica, financiera para variables de mayor impacto como rentabilidad fueron utilizados estadísticos descriptivos de las medias en los diferentes estudios elaborados. Mediante el programa estadístico SPSS y hojas de cálculo en Excel Windows 2007.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de los suelos

Los resultados de la evaluación de los suelos realizados a

nivel de campo se ilustran en las (tablas 1, 2 y 3), (figuras 1 y 2), muestran que el suelo, sobre el cual se práctica el sistema de pastoreo rotacional se encuentra en mejores condiciones que en el suelo donde se realiza el pastoreo continuo. En los suelos de San Antonio (pastoreo rotacional), se encontró mayor número de especies y macroorganismos, mayor velocidad de infiltración y una menor resistencia mecánica a la penetración de raíces. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Escobar en 2004, [18], reportado por Cuesta, 2005 [19]. Estos autores mencionan que las condiciones de los suelos dedicados al pastoreo rotacional en fincas del Valle del Sinú; se mejoran con los periodos de descanso establecidos para cada pastura. Los resultados de organismos vivos (macrofauna) hallados en los dos sistemas de pastoreo (rotacional y continuo) se muestran en las siguientes (figuras 1 y 2):

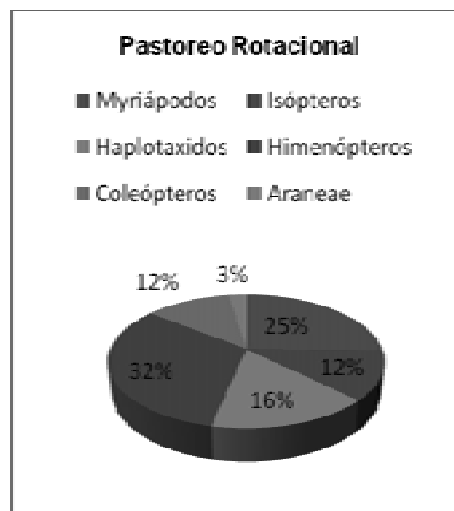


Figura 1. Macrofauna, Pastoreo Rotacional



Figura 2. Macrofauna, Pastoreo Continuo.

En las figuras (1 y 2) el resultado de la detección de microorganismos (Macrofauna), fue mayor en el sistema de pastoreo rotacional para las seis especies y el total de insectos hallados. En cuanto a la resistencia mecánica a la penetración de raíces en el suelo se obtuvo los siguientes resultados para los dos sistemas de pastoreo (rotacional y continuo)

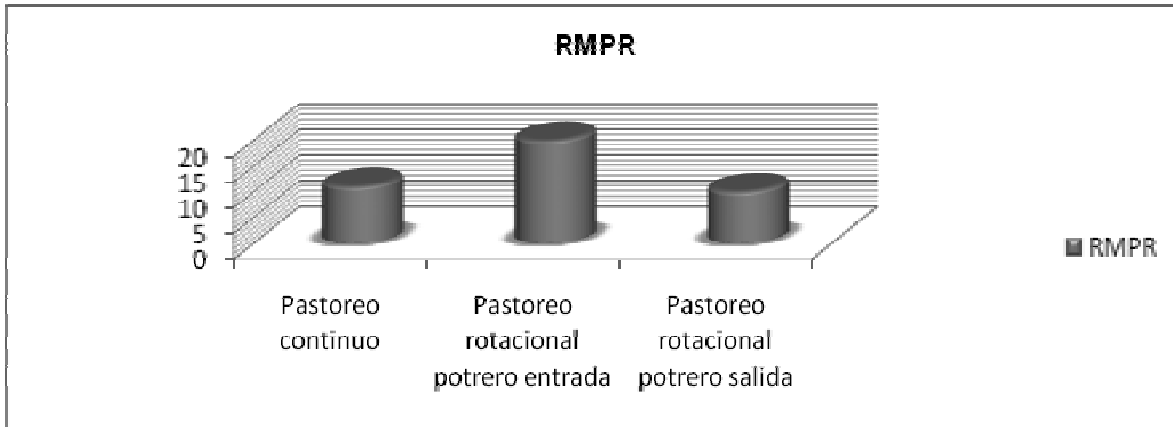


Figura 3. Comparación resistencia mecánica a la penetración de raíces (RMPR) en los dos sistemas de pastoreo

Se puede observar una menor resistencia a la penetración en el pastoreo rotacional, en el potrero de entrada (20cm) y se observa diferencias de penetración de raíces entre el pastoreo continuo (11cm) y el pastoreo rotacional en el potrero de salida (10cm); en el cual los animales acaban de pastar. Lo anterior concuerda con lo reportado por (Filgueira, 2001) [20]. Quien evaluó tres diferentes niveles de carga animal en tres diferentes sistemas de pastoreo. En dicha evaluación concluyó que las cargas altas aumentan la resistencia a la penetración del suelo y el pisoteo, produce un horizonte compactado a una profundidad de 4 a 12 cm, tal como lo muestra la anterior figura. Además concluye que potreros con al menos 30 días de descanso alcanzan nuevamente aceptables niveles de descompactación.

En la siguiente tabla (1) y figura (4), se ilustra la prueba de infiltración del agua presente en 25 centímetros/minutos, en los dos sistemas de pastoreo estudiados (continuo y rotacional).

Tabla 1. Velocidad de infiltración de agua cm /min en los dos sistemas de pastoreo

Disponibilidad de forraje

La producción de forraje se evaluó en tres ocasiones, durante la época de verano, transición verano – invierno e invierno. Como se observa en la siguiente (tabla 3).

Tabla 3. Kilogramos de forraje verde por hectárea y carga animal (kg/ha), en tres diferentes épocas, pasto Pará (*Brachiaria mutica*), potrero El Recreo (pastoreo rotacional)

Época del Año	Kg FV/ha	Carga (kg/ha)
Verano	4.375	548.9
Transición verano – invierno	10.790	714.3
Invierno	11.370	911.2

Las cantidades de forraje obtenidas en el periodo de lluvias en praderas conformadas con pasto Pará 11.370kgFV/ha son similares a las reportadas por Montoya (2003) [3] que fue de 11.595 kg de FV/ha; en praderas pastoreadas mediante el

sistema rotacional en el Valle del Sinú, pero inferiores a los reportados por Terragroza (2003) [3] que fueron de 14.378 kg FV/ha.

Tabla 4. Kilogramos de forraje verde por hectárea y carga animal (kg/ha) en tres diferentes épocas, pasto Pará (*Brachiaria mutica*), potrero La Aurora (pastoreo continuo)

Época del Año	Kg FV/ha	Carga (kg/ha)
Verano	5.330	681.4
Transición verano – invierno	6.910	442.6
Invierno	9.000	705.4

La oferta de forraje en sistema de pastoreo continuo estuvo por debajo en dos épocas del año (transición verano-invierno y en invierno). En comparación con el sistema rotacional.

	Pastoreo Continuo	Pastoreo Rotacional
25 cm /min	17min, 10seg	10min, 33seg

La infiltración es probablemente uno de los parámetro más sensible a la compactación por pisoteo, ya que afecta la macroporosidad superficial; principal vía de circulación de agua de infiltración en el primer horizonte o capa superficial del suelo. En este caso se observa como en los suelos dedicados al pastoreo continuo, presenta una más lenta

infiltración que los suelos dedicados al pastoreo rotacional, demostrando con esto el favorecimiento de la calidad del suelo, como lo es, los niveles de descompactación que se alcanzan con los días de descanso que se dan en el pastoreo rotacional.

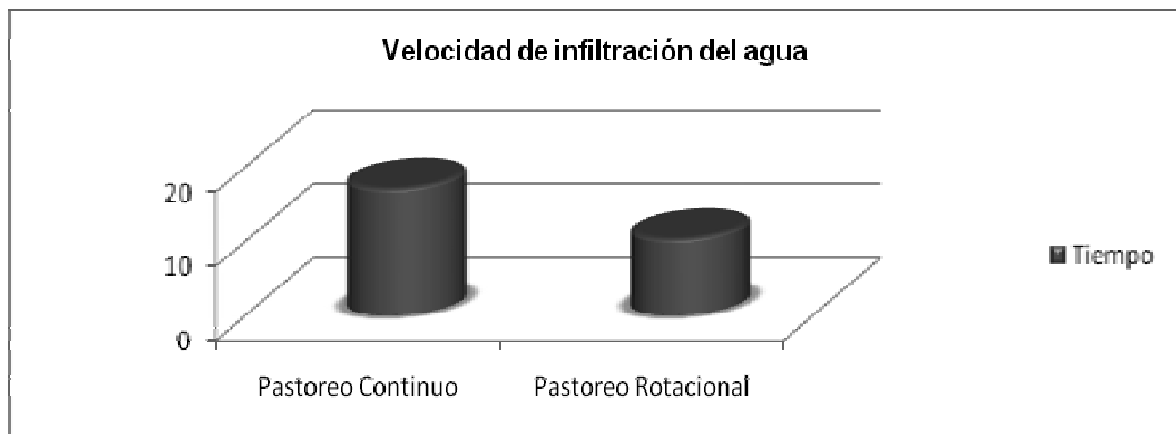


Figura 4. Comparación de la velocidad de infiltración del agua en los dos sistemas de pastoreo, mediante la medición en el tiempo (cm /minutos)

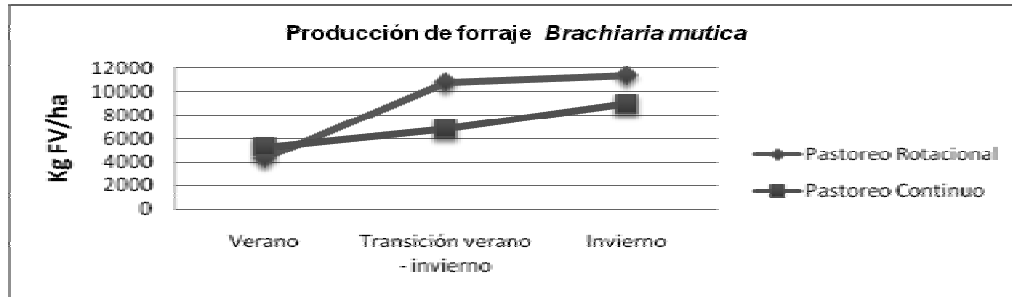


Figura 5. Producción de forraje pasto Pará (*Brachiaria mutica*) en los dos sistemas de pastoreo, en tres diferentes épocas del año

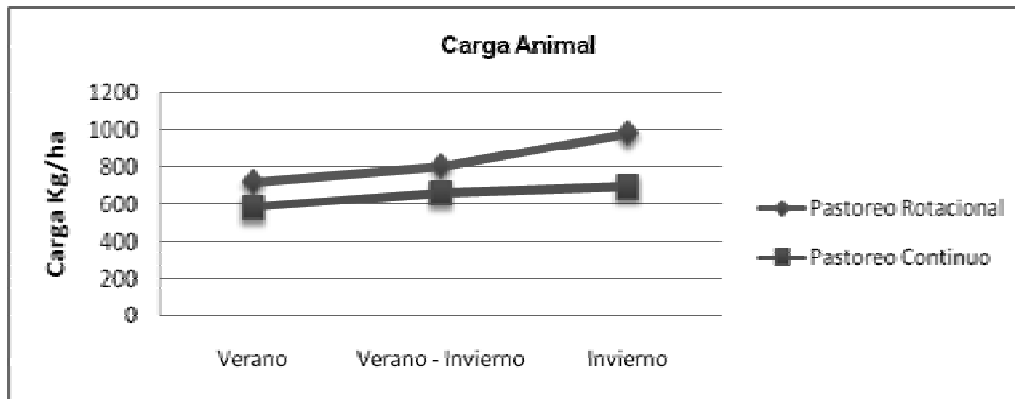


Figura 6. Carga animal en praderas compuestas con pasto Pará, en los dos sistemas de pastoreo en tres diferentes épocas.

El comportamiento en la disponibilidad de forraje del periodo enero- julio de 2009, se mantuvo en aumento debido posiblemente a mayor intensidad del brillo solar (Torregroza, 2004).[21] y a la entrada de las lluvias. La carga animal aumentó debido al incremento de peso de los animales y en el pastoreo rotacional otro factor, que aportó a ese aumento de la carga fue que ingresaron nuevos animales, debido a una mayor disponibilidad de forraje.

Ganancia de peso animal.

Las ganancias diarias de peso promedio de los bovinos que pastorearon en el sistema rotacional durante la evaluación fueron: potrero La Aurora 860gr, potrero El Mangón 695gr, potrero La Ceiba 589gr y potrero El Recreo 591gr. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Cuadrado y colaboradores, 2002) [22]. Quienes obtuvieron en el Valle del Sinú, ganancias promedio diaria de 828 gr/animal/día y 510 gr/animal/día respectivamente para pastoreos continuo y rotacional, en bovinos cebú comercial.

Tabla 5. Peso inicial – final, ganancia diaria de peso y ganancia proyectada

Potrero	Peso inicial (Kg/animal)	Peso final (Kg/animal)	Ganancia Diaria (gr/animal/día)	Ganancia Proyectada	
				Kg/animal/año	Kg/ha/año
La Ceiba(rotacional)	269	358	589	214.9	399.5
El Recreo(rotacional)	289	374	591	215.7	401.2
El Mangón(contínuo)	298	403	695	253.6	436.3
La Aurora(contínuo)	277	407	860	313.9	696.8

La (tabla 5), muestra que durante la evaluación, los bovinos del pastoreo rotacional ganaron en promedio 590 gr/día, con una carga promedio de 2,4 animales por hectárea, durante las distintas épocas de la evaluación, lo que equivale a 1,4 kg/ha/día. Proyectando esa ganancia a 365 días produciría 511 kg/ha/año. Los bovinos del pastoreo continuo ganaron en promedio 777.5 gr/día con una carga promedio de 1.9 animales por hectárea, lo que equivale a 1.4 kg/ha/día. Proyectando esa ganancia a 365 días producirá 511 kg/ha/año. Entonces la ganancia proyectada a 1 año sería la misma

para ambos sistemas. Se realizó pruebas estadísticas de comparación de medias por medio de contraste de hipótesis y con $p < 0.05$ para una distribución normal (prueba de Z), se obtuvo diferencia significativa entre las ganancias de peso de los sistemas de pastoreo estudiados. Sin embargo, a largo plazo, los beneficios para el pastoreo rotacional serán evidentes debido a: mejor calidad del suelo y mejor aprovechamiento de área (más kilogramos de carne por hectárea), resultados similares en relación a estas variables fueron reportados por (Fertig, 2006) [23].

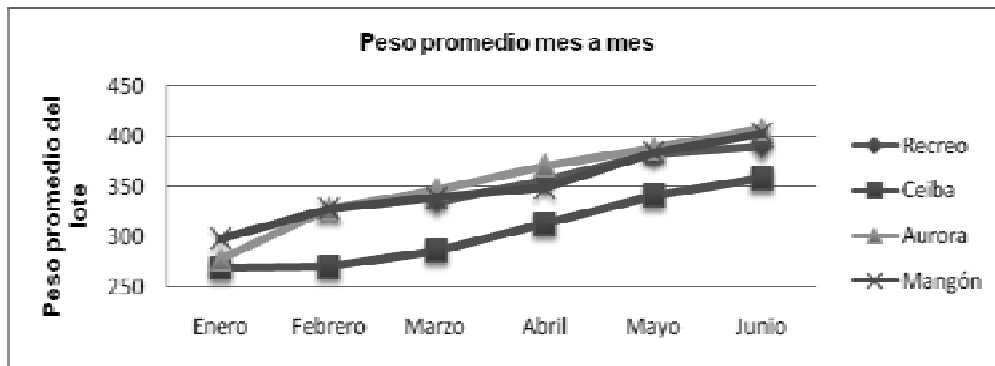


Figura 7. Incremento del peso promedio mensual de los 4 lotes evaluados

Con la propuesta de manejo de las praderas en un sistema de pastoreo por encima de los 10 a 15cms (pastoreo rotacional), los animales consumen solo el tercio superior de la planta es necesario contar con personal bien entrenado para que monitoree y controle las plagas en la fase inicial, es decir, en los focos. De lo contrario, es difícil aumentar la carga animal por hectárea, ya que estas plagas disminuyen la disponibilidad y calidad de forraje. Las ganancias de peso por ha y por animal en el pastoreo continuo, fueron mayores

que los animales del pastoreo rotacional, lo cual fue evidente hasta finales de la evaluación. Debido posiblemente a una mayor oferta forrajera.

La ganancia de peso individual con el pastoreo continuo se asocia posiblemente con la alta disponibilidad de forraje, lo que permitió posiblemente la selección de una dieta de mejor calidad. En los dos últimos pesajes del estudio, se registró cierta igualdad en cuanto a la ganancia de peso en

ambos tratamientos, coincidiendo con el cambio climático (lluvias), que incrementaron la producción de la pastura. Otra razón importante por la cual posiblemente fueron mayores las ganancias de peso en el pastoreo continuo que en el rotacional, es que los aforos tienen mayor precisión cuando se realizan en base seca, que es verdaderamente lo que llena los requerimientos de los animales y en las rotaciones (San Antonio) los aforos se realizaron en base a forraje verde, aunque el animal consume lo que requiere en forraje verde, posiblemente no se esté comiendo lo que requiere en materia seca.

Las diferencias en cuanto a las ganancias de peso en ambos sistemas, podría indicar la alta sensibilidad del sistema de pastoreo rotacional a las condiciones de manejo y climáticas, particularmente a la distribución de las lluvias y luminosidad.

Impactos ambientales

Los mayores impactos y amenazas emergentes son la erosión hídrica del suelo, por actividades como el tránsito y el pisoteo animal, pérdida de biodiversidad (especies nativas de flora y fauna macro y micro), y afectación de recursos hídricos. Algunos estudios indican que estos cambios han afectado la diversidad genética de los ecosistemas de campo natural y el ciclo hidrológico del agua, al sustituirse áreas de praderas naturales por la instalación de praderas sembradas para la producción ganadera y de agricultura de granos en áreas de campo natural (Forero, [24]. El principal impacto en el ambiente que genera la ganadería extensiva es la disminución de especies nativas de la flora en áreas de pasturas naturales. Los animales en pastoreo actúan sobre la pastura a través de la defoliación selectiva de las plantas, el pisoteo, la deposición de heces y orina y la dispersión de semillas. De estas actividades, la defoliación es la que ejerce mayor poder modificador, actuando a través de la frecuencia, intensidad y distribución espacial y temporal en relación al estado fenológico de las plantas (Llorente, 1999) [25].

Tabla 6. Valoración del impacto ambiental en dos diferentes sistemas de pastoreo (continuo y rotacional)

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL	VALORACIÓN IMPACTO AMBIENTAL	
			Continuo	Rotacional
Manejo de Praderas	Limpieza y manejo de potreros, eliminar plantas que no consume el ganado y se definen como maleza	Suelo: alteración de la cubierta vegetal, pérdida de la biodiversidad y captura de carbono, alteración del paisaje.	Alto	Bajo
	Implementación de cercas en la finca para el manejo eficiente de los potreros e impedir la pérdida del ganado	Fauna: dispersa la fauna local (osos micos, venados, armadillos, etc.) que se observa con regularidad dentro de los predios.	Medio	Medio
	Acumulación de estiércol y orina	Agua: Contaminación de aguas por materia orgánica y nutrientes.	Alto	Medio
	Degradación suelos	Taponamiento de los poros del suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje del terreno y la pérdida de macrofauna.	Alto	Medio
	Degradación pasturas	Reducción en la proporción de especies forrajeras deseables y la disminución en la capacidad productiva de las especies vegetales de mayor valor forrajero, además de la baja calidad nutritiva del forraje en las praderas	Alto	Bajo
Fuentes y calidad del agua	Acceso a las fuentes de agua	Represas o jagüeyes de difícil acceso lo que provoca atoramiento y por ende gasto de energía de los animales, igualmente al entrar al agua alteran la calidad de la misma. También ocasiona animales empantanados, mal aspecto.	Alto	Nulo

Estudio económico financiero (valoración económica del proyecto)

Activos Actuales

El estudio realiza el análisis financiero actual de la empresa, se tendrá en cuenta lo relacionado con la evaluación económica (área, animales, ingresos, egresos).

Tabla 7. Resumen del análisis económicos para los dos sistemas de pastoreo.

Rubros	Pastoreo Rotacional 69 toretes	Pastoreo Continuo 45 toretes
Ingresos		
Venta de Ganado Cebado	\$113.850.000	\$74.250.000
Total Ingresos	\$113.850.000	\$74.250.000
Egresos		
Total Costos Variables	\$12.455.930	\$7.552.350
Margen Bruto	\$47.042.620	\$28.872.750
Total Costos Fijos	\$23.058.445	\$18.393.565
Margen Neto	\$23.984.175	\$10.479.185

Como se aprecia en la (tabla 7), los resultados en relación entre ingresos y egresos, se obtuvo un mejor margen neto de \$23.984.175 del pastoreo rotacional comparado contra \$10. 479.185 para el sistema de pastoreo continuo.

Tabla 8. Comparación indicadores operativos de las cebas en pastoreo rotacional y continuo

Margen Bruto por Novillo (MB)	\$681.777/Novillo	\$641.616/Novillo
Margen Neto por Novillo (MN)	\$347.597/Novillo	\$232.871/Novillo
Margen Bruto por Hectárea (MB/Ha)	\$1.785.976/ha	\$1.298.819/ha
Margen Neto por Hectárea (MN/Ha)	\$910.561/ha	\$471.399/ha
Rentabilidad Operativa sobre Inversión	30.98% 12 Meses 2.58% Mensual	18.64%/ 10Meses 1.86%/Mensual
Rentabilidad Operativa sobre el Capital	3.48% 12 meses 0,29% Mensual	1.77%/10 Meses 0.17%/Mensual
Punto de Equilibrio en Unidades Producidas (novillos)	15.7 Novillos	12.4 Novillos
Punto de Equilibrio en Ventas (novillos)	\$ 25.905.000	\$20.460.000
Punto de Equilibrio en Unidades Producidas (Kg)	9.654,75 kg	9.654,75 kg
EFICIENCIA	26%	16%

Tabla 9. Comparación de los indicadores de las Rentabilidades de las Cebas llevados a Periodo Anual

Indicadores por periodo de Ceba	Ceba 69 novillos Pastoreo Rotacional		Ceba 45 novillos Pastoreo Continuo	
	1 año	1 año	10 meses	1 año (ceba y 2 meses) 20% más
Margen Bruto por Novillo(MB)	\$681.777/Novillo	\$681.777/Novillo	\$641.616/Novillo	\$769.939/Novillo
Margen Neto por Novillo (MN)	\$347.597/Novillo	\$347.597/Novillo	\$232.871/Novillo	\$279.445/Novillo
Margen Bruto por Hectárea (MB/Ha)	\$1.785.976/ha	\$1.785.976/ha	\$1.298.819/ha	\$1.558.582/ha
Margen Neto por Hectárea (MN/Ha)	\$910.561/ha	\$910.561/ha	\$471.399/ha	\$565.678/ha
Rentabilidad Operativa sobre Inversión	30.98% 12Meses 2.58% Mensual	30.98% anual 2.58% Mensual	18.64%/ 10Meses 1.86%/Mensual	22.32% anual
Rentabilidad Operativa sobre el Capital	3.48% 12 meses 0,29% Mensual	3.48% 12 meses 0,29% Mensual	1.77%/10 Meses 0.17%/Mensual	2.12% anual

Análisis de los Indicadores de las Cebas: Cada ceba demuestra que proporcionan cierta rentabilidad permitiendo que la actividad productiva se mantenga. Aunque al analizar con mayor detenimiento cada indicador operativo se obtuvo lo siguiente:

Margen Bruto por Novillo (MB): el mejor margen bruto fue la de 45 Novillos, en el sistema de pastoreo continuo, el periodo de ceba fue más corto (10 meses), aunque los costos variables aumentarán, pero estos, se revertirán al tener un retorno más rápido del capital, generando un ingreso mayor, respecto a la inversión inicial.

Margen Neto por Novillo (MN): La ceba en pastoreo rotacional presentó mejor resultado, es decir, que pagando todos los costos que la actividad genera, y, a pesar de que aumenta la necesidad de mano de obra y algunos otros aspectos más, también, se obtuvo una mayor ganancia que el pastoreo continuo.

Margen Bruto por Hectárea (MB/Ha)/ año: Es uno de los mejores indicadores productivos que le interesan directamente al productor, en éste trabajo los resultados arrojaron un mayor margen bruto para el pastoreo rotacional,

ya que, en este sistema de ceba, se obtuvo mayor capacidad de animales por hectárea, lo cual se traduce en una mayor ganancia por hectárea, respecto a los Ingresos y al inventario Inicial. Resultados similares en pastoreo rotacional fueron reportados por Llano (2008) [26].

Margen Neto por Hectárea/año: En relación con los resultados anteriores, el pastoreo rotacional obtuvo mejor margen, debido a que presentó menores costos, tanto fijos como variables, respecto al número de novillos a cebar y al ingreso generado de la venta de los mismos.

Rentabilidad Operativa sobre el Capital/año: El mayor indicador de la rentabilidad respecto al capital invertido fue para el pastoreo rotacional, ya que demuestra que hay una mayor ganancia neta, respecto al capital invertido.

Rentabilidad Operativa sobre Inversión/año: demuestra que la ceba en el pastoreo rotacional, genera una rentabilidad operativa mejor respecto a la inversión inicial que el pastoreo continuo.

4. CONCLUSIONES

El proyecto al evaluar las variables técnicas y económicas demuestra un efecto positivo en el inventario y la capacidad de carga para el pastoreo rotacional en comparación con el pastoreo continuo, ya que la capacidad de carga aumentó de 1,4 unidades gran ganado (UGG/ha) en el mes de marzo a 2,1 UGG en el mes de julio y el inventario animal paso de 55 animales pastando en 26.34 ha a 69 animales pastando en 26.34 ha. Indicando una mejora en la capacidad de carga.

La determinación de la carga en fincas de ceba es una decisión compleja porque implica distintos aspectos del sistema suelo-planta-animal (disponibilidad de forraje, ambientales, tipo de animal, manejo o administración, tipo de producción entre otros), entonces la carga ideal de cada pastura sería aquella que logra un buen equilibrio entre el número de animales en producción y la cantidad de forraje disponible sin afectar la capacidad productiva y sostenibilidad de la pastura y el suelo.

En general, el modelo rotacional que se evaluó es más competitivo que el continuo, permite una mayor carga animal por hectárea por ende mayor producción de carne y mejor relación suelo – planta – animal. No obstante faltan estudios de monitoreo de suelos y ecológicos que permitan definir cuál es la carga animal óptima del sistema, es decir, aquella que permita tener una producción permanente (sostenibilidad), sin afectar la capacidad productiva de los recursos naturales.

Las ganancias de peso en el pastoreo rotacional fueron 590 gr/animal/día y las ganancias en el pastoreo continuo de 777.5 gr/animal/día, esta ventaja en ganancia de peso individual del pastoreo continuo, se asocia posiblemente a la alta disponibilidad de forraje, lo que permitió la selección de una dieta de mayor cantidad y posiblemente de mejor calidad en el sistema continuo. Pero se debe aclarar que el estudio mostró una mayor producción de carne por hectárea para el sistema rotacional que es posiblemente una de las variables más importantes para el productor ganadero.

Las diferencias en cuanto a las ganancias de peso en ambos sistemas, podría indicar la alta sensibilidad del sistema de pastoreo rotacional a las condiciones climáticas, particularmente la distribución de las lluvias, además del sistema de producción implementado (manejo) y a la relación suelo- planta-animal.

De acuerdo con los resultados en el presente proyecto se obtuvo una mayor rentabilidad operacional sobre la inversión y sobre el capital para el sistema del pastoreo rotacional

con un valor de 30,98% y 3,48% anual respectivamente, mientras que para el sistema de pastoreo continuo fue de 22,32% y 2,12% anual respectivamente. Lo anterior explica un mejor retorno de la inversión para el sistema rotacional. Y refleja una mayor producción de carne por hectárea que es un mejor indicador productivo comparado sólo con las ganancias de pesos en ambos sistemas.

Al comparar las eficiencias productivas de los dos sistemas se obtuvo que el sistema rotacional presenta un 10% más de eficiencia que el sistema de pastoreo continuo lo que permite concluir sumado a la rentabilidad y a las otras variables técnicas, productivas y económicas estudiadas, que el sistema rotacional presenta mayor factibilidad, viabilidad, competitividad y sostenibilidad que el sistema de pastoreo continuo.

5. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio y para una zona similar a las condiciones agroclimáticas, de manejo, administración y teniendo en cuenta el análisis económico se recomienda a los ganaderos dedicados a la ceba de animales cebú tipo comercial implementar los sistemas rotacionales en sus hatos productivos, tendiente a lograr una mayor competitividad y sostenibilidad de este renglón productivo.

Se muestra la utilidad de contar con evaluación ambiental en las fincas como una herramienta que facilita el desarrollo de un sistema de gestión ambiental más sólido y facilitador en la norma para certificación de fincas, orientado a prevenir, mitigar, controlar, corregir, compensar o eliminar los impactos causados al medio y a los recursos naturales. El manejo de la ganadería mediante sistemas como el pastoreo rotacional ayuda a mitigar esos impactos ambientales, gracias a factores como los largos periodos de descanso y los cortos periodos de ocupación de los animales, la reducción en el uso de agroquímicos y el uso eficiente de los pastos.

Con el fin de evitar el deterioro del suelo y hacerlo más eficiente y productivo, se propone intensificar las labores integrales de fertilización y control de arvenses en los potreros. Debido a que en la región no se utiliza estas labores agronómicas. Sin embargo es aún más importante enfatizar estas actividades en los sistemas de pastoreo continuo, en los cuales el suelo presenta un mayor deterioro debido al tránsito constante e indefinido de los animales.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los trabajadores de las fincas investigadas, a los propietarios por permitir la realización del estudio y en especial al Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid por aportar las herramientas necesarias a sí mismo como el conocimiento brindado para acometer la presente investigación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GÓMEZ, L.J. (1993). Producción pecuaria: elementos bioecológicos, históricos y económicos. Medellín, Universidad Nacional. 285p.
- [2] ACEVEDO, A. (2000). Agricultura sustentable en el trópico. (Principios, estrategias y práctica) Armero, Guayabal, Colombia. 244p.
- [3] MONTOYA, J. TERRAGROZA, L. (2003). Análisis Técnico y Económico de un Modelo de producción de Carne del Valle del Sinú. Montería, Universidad de Córdoba. 265p.
- [4] MURGUEITIO, E. (2010). Cuarto Congreso Internacional Agrofuturo, Tierra no vuelven a producir. Conferencia Sistemas Silvopastoriles. Medellín.
- [5] BERNAL, J. (1997). Pastos y Forrajes Tropicales. Santafé de Bogotá. III Edición. 178p.
- [6] ÁRGEL, Pedro J. (2009). Manejo y Producción de pastos y forrajes en el trópico. CORPOICA. Citado Abril Disponible En Internet: http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/calidad_de_forrajes_en_el_tropico.pdf
- [7] SIERRA, J.O. 2002. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros.
- [8] MURGUEITIO, E. y Calle, Z. (1998). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Ciencia y Tecnología. Universidad de Antioquia.
- [9] BECERRA, J. 1(992). Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies forrajeras tropicales. *Técnica Pecuaria*. México, 30:125-132.
- [10] SENRA, A. (1993). Características y aspectos fundamentales del Pastoreo Racional Voisin y consideraciones relacionadas con su uso. Curso de Posgrado.
- [11] TERGAS, L. E. (1983). Efecto del manejo del pastoreo en la utilización de la pradera tropical. En: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de Evaluación. Memorias de una reunión de trabajo. Cali, Colombia, Sep. 1982. O. Paladines, C. Lazcano (Eds.) CIAT. pp. 65-80.
- [12] MONTERO, Guerrero. R. (2006). Sistema Rotativo Mejorado de Pastoreo. Artículo publicado en Ergomix. Com.
- [13] ERGOMIX. (2010). Cómo Aforar un Potrero para Pastoreo Correctamente. Consultado en Internet:<http://www.fyo.com/hacienda/ampliar.asp?IdNoticia=104740&IdtIpoInformacion=137&IdGifVisible=true>
- [14] SPRINGALL, Rolando. (1976). Hidrología. Universidad Autónoma de México.
- [15] ARREAZA, *et al.* (2000). Base de Recursos Alimenticios para Animales. Corpoica, Laboratorio de Nutrición Animal, CI Tibaitatá.
- [16] LEOPOLD, B. Luna, CLARKE, E. Frank, HANSHAW, Brue B.; BALSLEY, James R. (1971). Un procedimiento de evaluar los impactos ambientales. Encuesta Geológica de la Circular. Washington. EE.UU. Geological Survey.
- [17] MOYANO, L. (2002). Gestión técnica y económica en explotaciones ganaderas: casos prácticos. Editorial Hélixe. Madrid.
- [18] ESCOBAR, L. (2004). Los sistemas de información georeferenciados como herramienta de investigación en pastos y forrajes tropicales. p 45.
- [19] CUESTA, P. A. (2005). Principales características de las gramíneas recomendadas para las regiones Caribe y Valles Interandinos. En: Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y Valles interandinos. Corpoica-MADR, Bogotá p18.
- [20] FILGUEIRA, R. (2001). Comparación de dos metodologías de cálculo de propiedades hidráulicas de un suelo, a partir de datos medidos con infiltrómetro de disco a tensión. En Metodologías Físicas para la Investigación del Suelo: Penetrimetría e Infiltrimetría. Editorial de Universidad de La Plata. Pp. 145-158.
- [21] TORREGROZA, L. (2004). Modelo De Producción de dos

toneladas de carne por hectárea año en el Valle del Sinú. Revista MVZ Córdoba. Enero-Junio 2004.

[22] CUADRADO, H. (2003). Producción de carne en novillos F1 romo-cebú con pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*), ensilajes y suplementos en el valle del Sinú. Revista MVZ Córdoba.

[23] FERTIG, Matías. (2006). Producción de carne bajo diferentes sistemas de pastoreo en Nirantales del Chubut, Patagonia. Carpeta técnica, Ganadería N° 21. EEA INTA. Argentina.

[24] FORERO, R. (Sin Fecha). Agricultura y ganadería tropical. Memorias del curso Agricultura y Ganadería Tropical. IICA. Bogotá, 34p.

[25] LLORENTE A. (1999). Estrategias de desarrollo ganadero. Revista Coyuntura Colombiana; p 39-45.

[26] LLANO, Giraldo. A. (2008). Comparación financiera entre el pastoreo rotacional intensivo vs. pastoreo continuo para novillos de engorde en el departamento de Córdoba, Costa norte de Colombia. Tesis Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa. Honduras. 19p.

8. CIBERGRAFÍA

CORPOICA. ÁRGEL Pedro J. Manejo y Producción de pastos y forrajes en el trópico. Citado Abril 2009. Disponible En Internet: http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/calidad_de_forrajes_en_el_tropico.pdf

GANADERÍA. [En línea] [Citado, 27 de mayo de 2009], Disponible en Internet: <http://www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm>

FEDEGAN. 2009. Quienes somos [en línea]. Colombia. Disponible en:

http://www.fedegan.org.co/todo_quien.html Consultado 12 de junio de 2009.

ICA, Subgerencia de protección y regulación pecuaria Grupo de Inocuidad en las Cadenas Agroalimentarias Pecuarias. Bogotá, D.C., 2008 [en línea]. Disponible en: www.ica.gov.co

INTA 2009 [En línea] [Citado 16 de mayo de 2009], Disponible en internet:

<http://www.inta.gov.ar/mercedes/info/Pubdiversas/Jornada>, Documento: manejo del pastoreo. Carga animal en pasturas.

ENGORMIX.. [Citado Abril 12 2009]. Disponible en Internet:

<http://www.engormix.com/MA-agricultura/pasturas/articulos/sistema-rotativo-mejorado-pastoreo-t922/089-p0.htm>. Documento Sistema rotativo mejorado de pastoreo.