



Pastoreo Inteligente: La nueva alternativa para aumentar la rentabilidad de los hatos de leche y carne.

Jaime Aristizábal V.

Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia.
Especialista en Producción Animal, Universidad de Antioquia.
Profesor e Investigador en Ganado de Leche, Universidad de Antioquia.
Coordinador e Investigador del Programa de Nutrición de Rumiantes, COLANTA.
jaimeav@colanta.com.co

Colombia

Co- autor

Alexander Echeverri Giraldo¹

Introducción

Los sistemas de producción de leche y carne en Colombia, basan su alimentación fundamentalmente en el pastoreo tradicional. En estos sistemas la producción es dependiente del consumo y calidad del forraje disponible.

La vaca es básicamente un transformador de forrajes y está muy bien equipada para dicha función. Por esto, es evidente la necesidad de nuevas alternativas en sistemas de alimentación para el ganado lechero.

Dado el costo de producción de leche y considerando que el valor por kilogramo de materia seca (MS) de pasto es menor que el de kilogramo de MS de concentrado, la utilización de estos últimos debe ser estratégico para mantener un balance nutricional y una ración más económica.

La implementación del sistema de pastoreo inteligente, es una solución a los problemas que se tienen en la producción de leche especializada, ya que éste aumenta la producción de leche por hectárea, disminuye los problemas reproductivos y enfermedades metabólicas, debido a que las vacas consumen mayor cantidad de MS proveniente del pasto.

El aumento en la producción de leche por hectárea es una alternativa que se tiene para medir la producción del ganadero y ser competitivos en los mercados internacionales, en los cuales tarde que temprano tendremos que entrar a negociar.

¹ Zootecnista Universidad de Antioquia.

Diplomado en alimentación de rumiantes Universidad de Antioquia

Investigador pastoreo inteligente grupo de ciencias de la leche, asesor técnico finca horizontes y finca el Diamante.





1. Sistemas de pastoreo

Existen diversos sistemas de pastoreo para ganado bovino, algunos de éstos mejores que otros. Se pueden enunciar los siguientes: el continuo, el alterno, el rotacional, en franjas y el pastoreo inteligente, éste último sistema será al que se le prestará mayor atención en el presente artículo.

1.1 Pastoreo Inteligente

El pasto es cortado con motocultor o guadañadora y dejado en el potrero durante unas horas, para que pierda humedad, luego se le ofrece a las vacas delante de una cuerda eléctrica la cual impide que el animal pisotee, orine o defeque sobre el pasto. En este sistema solo existe un desperdicio de pasto de 10 a 15%, esto causa que se aumente la capacidad de carga y los días de duración de los potreros.

2. Manejo del pastoreo y crecimiento del pasto.

2.1 Pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

El kikuyo es el pasto predominante en el trópico alto antioqueño y la base forrajera de la mayoría de las explotaciones lecheras. Es tolerante a la sequía pero muy susceptible a las heladas y al exceso de humedad. Es originario del África y de condición perenne.

Presenta tallos rastreros que se extienden superficialmente sobre el terreno, se llaman estolones que pueden alcanzar hasta un metro, y en sus nódulos se forman raíces, retoños y ramificaciones. Tiene además de los tallos verticales o cañas, tallos subterráneos horizontales, llamados rizomas que es el órgano vegetativo de reserva de las gramíneas.

Cuando ha sido mal manejado se acolchona y florece, disminuyéndose significativamente su rendimiento, por lo tanto es económico renovarlo periódicamente, realizando prácticas culturales de manejo del suelo y fertilización.

El pasto kikuyo tiene una alta producción como respuesta favorable a la fertilización con nitrógeno, siendo un pasto con alta capacidad extractiva de este elemento (tabla 1).

Tabla 1
Extracción anual de nutrientes de algunas especies forrajeras de clima frío

Especie	Rendimiento MS Ton/Ha/año	Extracción de nutrientes (Kg/Ha/Año)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S
Kikuyo	14	389	83	415	-	-
Festuca alta	8	151	73	207	14	-



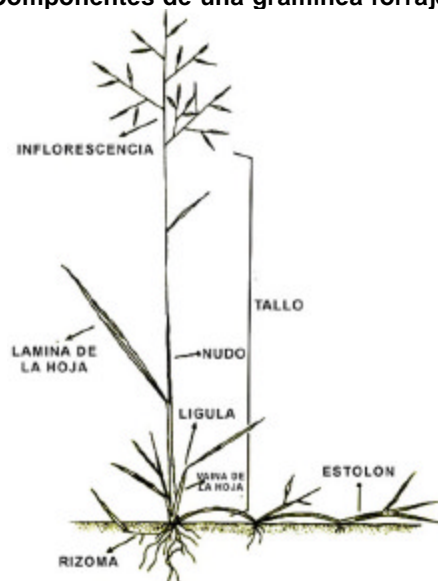
Azul orchoro	7	224	61	201	22	28
Raigras ingles	8	240	95	268	45	-
Raigras tetrelite	16	432	110	480	-	-
Alfalfa	25	890	134	672	60	57

Fuente: Guerrero 1988

2.2 Crecimiento de las gramíneas

Las hojas de las gramíneas surgen cerca del nivel del suelo, este concepto dado por Holmes 1987, únicamente se evidencia cuando se maneja el pasto kikuyo con el sistema de pastoreo inteligente, debido a que el corte realizado al pasto, estimula los rizomas (figura 1), y un rebrote de las hojas desde el suelo; en los demás sistemas de pastoreo se observa un crecimiento desde el estolón situado a nivel superficial, emergiendo sobre el material muerto y acolchonado, provocando esto que se disminuya la cantidad y la calidad de las hojas nuevas.

Figura 1
Componentes de una gramínea forrajera



Fuente: Lobo M. V.

Las temperaturas, los altos niveles de intensidad lumínica y el pastoreo favorecen la salida rápida de nuevas hojas, en tanto que los bajos niveles de intensidad lumínica dan lugar a un aumento en el ritmo de muerte de las hojas.

2.3 Efectos del pastoreo sobre el crecimiento del pasto

Los efectos más importantes del pastoreo sobre el crecimiento del pasto pueden ser debidos a:

- Efectos sobre el ritmo de crecimiento de las hojas.





- Efectos sobre el ritmo al que se producen los nuevos rebrotes.
- Efectos sobre el crecimiento y supervivencia de nuevos rebrotes.
- Efectos sobre el crecimiento de las raíces.

El sistema de pastoreo se puede comparar bajo tres esquemas: frecuencia de pastoreo, intensidad de pastoreo y pisoteo del pasto.

2.4 Frecuencia de pastoreo

En los sistemas tradicionales de pastoreo, los pastos se utilizan durante un periodo corto de tiempo para evitar el consumo de rebrotes y después el ganado se retira durante un periodo de tiempo mayor para permitir la recuperación del potrero.

Si la duración de la rotación es corta, las hojas nuevas no pueden alcanzar un óptimo rendimiento. Si el periodo de recuperación es largo, el pasto se acostará dando un autosombrío y creando gran desperdicio. Esto hace que se produzca la muerte y descomposición del pasto que queda abajo, se genera una zona de rechazo en la cual el animal no consume.

Esta zona de rechazo en pastoreos sucesivos, provocará una disminución, tanto en el grosor, longitud y distancia de los entrenudos de los estolones, dando como resultado hojas más pequeñas y delgadas, conjuntamente con las hojas muertas, forman una capa de material muerto. Este material entra en un proceso lento de degradación, debido a las bajas tasas de mineralización y a la restricción en la actividad de los microorganismos que descomponen la materia orgánica en los suelos del trópico alto, potenciando la proliferación de un sin número de plagas que afectan el crecimiento, creando un medio propicio para su reproducción y disminuyendo la calidad nutricional de la pastura, además restando efectividad a fertilizantes y plaguicidas.

Este aspecto es de gran trascendencia práctica y técnica, por la forma que se toman las muestras de pastos para una análisis foliar o bromatológico, no teniendo en cuenta que los pastos que no fueron comidos por la vaca, pueden alcanzar edades desde los 80 a 120 días, por lo visto en el párrafo anterior.

2.5 Intensidad de pastoreo

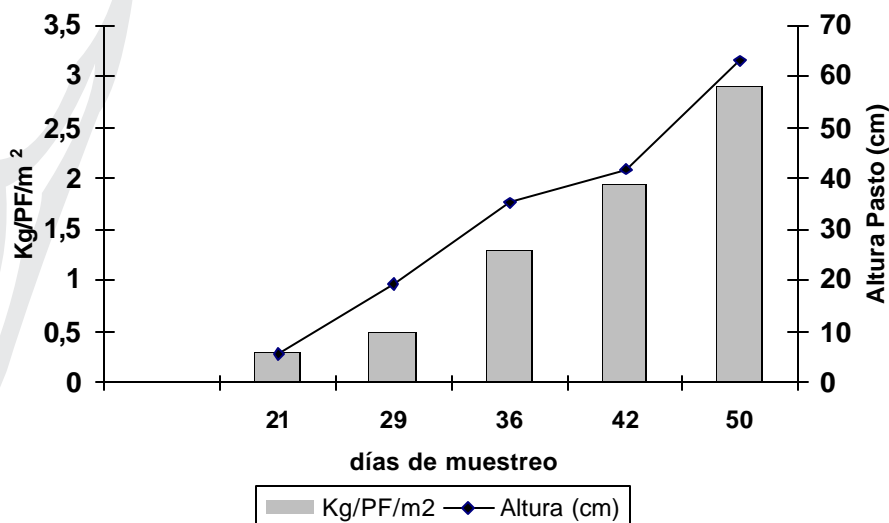
El pastoreo intenso o corte del pasto a una altura prudente, tiende a mejorar el crecimiento de nuevos rebrotes más vigorosos, debido a que este crecimiento se realiza desde el suelo y así se evita el sombrío por hojas más altas. Esto se evidencia en trabajos realizados en el oriente antioqueño (grafico 1) en los cuales se ha realizado un seguimiento del crecimiento de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) segado por motocultor, utilizando el sistema de pastoreo inteligente, a una altura de 15 cm. A dicho pasto se le ha realizado aforo (cantidad de pasto por metro cuadrado), demostrando un aumento en la producción de hojas por metro cuadrado, que equivale a un incremento en la producción de biomasa.





Grafico 1
Crecimiento pasto kikuyo

Fuente: Echeverri A. 2003
CURVA DE CRECIMIENTO PASTO KIKUYO
(Pennisetum clandestinum)



La rapidez del rebrote de la planta después de la defoliación, está relacionada con una alta interceptación de luz por las hojas. En un experimento realizado por Ramírez (1975) en Ryegrass cortado a 2.5, 7.5 y 12.5 cm por encima de la superficie del suelo, se comprobó que el pasto cortado a 12.5 cm interceptaba casi el 100% de la luz, el de 2.5 cm, necesitaba 24 días de rebrote para interceptar la mayor parte de la luz, mientras que el cortado a 7.5 cm, necesitaba 16 días de rebrote. La rapidez de la acumulación de la materia seca está asociado con el grado de interceptación de la luz.

En la literatura revisada no se encuentra claro en qué momento debe ser cosechado el pasto kikuyo, algunos autores hablan desde 35 a 55 días, otros recomiendan una cosecha de pasto kikuyo cuando se encuentra a una altura de 20 a 30 cm. En trabajos realizados en el Oriente Antioqueño se halló que cuando el pasto kikuyo se encuentra de 20 a 30 cm coincide con un tiempo de recuperación de 25 días (grafico 1), en este instante el pasto tiene una gran cantidad de nitrógeno soluble y baja cantidad de fibra detergente neutra, ocasionando esto problemas metabólicos en las vacas, debido a baja retención del pasto en el rumen y alta producción de amoniaco. Por tal motivo se deberían tomar determinaciones técnicas principalmente en lo que respecta a su contenido de fibra detergente neutra, para conocer cual es la ocasión óptima para consumirlo.





2.6 Pisoteo del pasto

Un pastoreo con exceso de animales puede provocar daños a la superficie como a las propias plantas, esto es mucho más grave en terrenos húmedos donde se forman profundas huellas de pezuñas. Las zonas de pastoreo en el trópico alto antioqueño poseen una gran cantidad de arcillas, que en las épocas de invierno causan áreas de inundación, siendo su efecto final una reducción en el ritmo de crecimiento del pasto.

3. Desperdicio del pasto

El pisoteo del pasto por los animales puede ocasionar que otros no consuman, a esto se le debe sumar factores etológicos sobre el consumo voluntario. Se observa que la contaminación de varias zonas del terreno con las heces y la orina, disminuye la apetencia del pasto crecido en esa área, debido a que el olfato y el gusto son la parte más crucial de la conducta de consumo en pastoreo, además existen zonas de desperdicio donde descansan y rumian las vacas.

Por estos factores, se observa que en la mayoría de las explotaciones lecheras que utilizan los sistemas tradicionales de pastoreo, el desperdicio de pasto puede llegar hasta un 60%.

En un experimento realizado en México con borregos en pastoreo, con tres niveles de asignación de forraje, Hernández y Pérez (2000) observaron que en los dos ciclos de pastoreo, con 11% de asignación, el forraje residual (desperdicio) fue mayor a lo obtenido en las otras asignaciones. Esto se debió probablemente, a que con la mayor asignación, se ofreció más forraje a cada animal, lo que a su vez ocasionó menor intensidad de pastoreo, provocando una selección de las partes más suculentas y menor consumo de las hojas madura y senescentes.

Entre las asignaciones de forraje (tabla 2). La mayor proporción de material muerto con 11 % de asignación (49.7 %), puede explicarse porque hubo mayor acumulación de material muerto en el periodo inicial de pastoreo. Con 8 % de asignación existió un mejor balance pradera -animal en el forraje ofrecido y, por tanto, un menor porcentaje de material muerto. Con 5 % de asignación, los borregos pudieron cosechar y consumir más eficientemente el forraje verde y, por consiguiente, se acumuló mayor cantidad de forraje muerto, compuesto por tallos y hojas secas, que no se cosecharon y por ello no se pudo reponer el forraje verde a la misma velocidad con la que se cosechó por los borregos, sin embargo cuando se asignó 11 % de forraje se observó una mayor cantidad de forraje rechazado, que estuvo compuesto por una alta proporción de material verde, por pisoteo y sucio con lodo, heces y orina.



Tabla 2
Forraje ofrecido y material muerto de Kikuyo, en el primer periodo de pastoreo, a tres asignaciones de forraje (5, 8, 11 Kg/100 Kg Pv)

Asignación de forraje (%)	Primer periodo	
	Forraje ofrecido	Material muerto (%)
5	4008.0	42.7
8	4348.7	33.5
11	4470.7	49.7
CV (%)	30.8	30.3

Fuente: Hernández O. Pérez J. 2000

Este material en pastoreos sucesivos seguirá aumentando debido a que estas zonas sólo serán consumidas en su parte superficial (descope) y, que a largo plazo, irá restando calidad nutricional a la pastura promoviendo el crecimiento de especies arvenses que potenciarán una degradación a la pastura.

Esta observación se puede aplicar a nuestros sistemas de pastoreo con pasto kikuyo, donde el forraje residual es acumulado (colchón) durante varios pastoreos sucesivos, ocasionando un rechazo en el consumo por parte del animal, debido al olor que este expele.

En el sistema de pastoreo inteligente, las deyecciones sólidas y líquidas de los animales quedan atrás del pasto que va a ser ofrecido y se da una gran concentración de materia orgánica en la franja que anteriormente fue medida y cortada, favoreciendo esto a que el porcentaje de desperdicio de la pastura sea menor del 10%.

4. Carga animal

Un aumento en la carga animal casi siempre resulta en un incremento en la producción de leche por hectárea. Debe existir una correlación directa entre la cantidad de animales y la cantidad y calidad de pasto ofrecido.

Con vacas de leche en pastoreo rotacional Guerrero obtuvo con el Kikuyo una mayor capacidad de carga, al compararlo con Raygrass inglés y azul Orchoro, obteniendo cargas de 3.75 animales / Ha contra 1.45 y 1.64 animales / Ha, respectivamente.

En el sistema de pastoreo inteligente la capacidad de carga aumenta, debido a que el desperdicio de pasto disminuye y aumenta la cantidad de pasto por metro cuadrado, además los cálculos de CMS (consumo de materia seca) basados en el aforo del potrero, garantizan que los animales no reduzcan su consumo individual y a la vez aumenten la producción de leche hectárea año. En datos tomados en el Oriente y Norte Antioqueño (tabla 3) se obtuvieron los siguientes resultados:





Tabla 3
Resultados de comparaciones entre dos sistemas de pastoreo con pasto kikuyo en el Oriente y Norte Antioqueño

	Pastoreo rotacional	Pastoreo inteligente
Producción leche / Ha / año	17119	357.48
Aforo (Kg / m²)	1.5	2.6
Capacidad de carga (animales / Ha)	1.8	4.7

Fuente: Echeverri A.

Como se puede observar, el efecto más importante es el aumento de producción de leche por hectárea al año, siendo ésta la mejor opción que tiene la ganadería en Colombia para entrar a competir con otros países.

5. Asignación de pasto

La productividad por individuo no puede estar estricta y conceptualmente relacionada con la disponibilidad de forraje por hectárea, sino con la cantidad de forraje disponible por individuo por día y con la oportunidad que el animal tiene de hacer uso de ese forraje puesto a su disposición. La relación resultante con la disponibilidad por hectárea es el producto del número de animales por la productividad individual.

Ahora; es común cuando se habla de la asignación de pasto usar términos como: pasto ofrecido, biomasa de pasto, y biomasa de pasto pos-pastoreo (desperdicio). Estos términos se definen como:

6. Pasto ofrecido

El pasto ofrecido es calculado en el pre-pastoreo y se logra dividiendo la biomasa de la pastura, por el número de animales, por la unidad de área y se expresa como l Kg MS (Materia Seca) / animal / día ó Kg MS / Kg de peso vivo / día.

En experimentos realizados en Alemania (Kirchgessner y Roth, 1972; Stehr y Kirchgessner, 1976) citados por Poppi 1987 se obtuvo un consumo de 11.8 a 14.6 Kg de MS cuando se ofreció 21 a 26 Kg de MS, pero cuando el pasto ofrecido fue de 18 Kg de MS, el consumo disminuyó a 10.9 Kg de MS. El consumo aumento de 8 a 17 Kg de MS por vaca día cuando la cantidad de pasto por hectárea aumento de 600 a 2200 Kg de materia seca.

A medida que se incrementa la asignación de pasto, el forraje ofrecido para cada animal es mayor, pero se llega a un punto en que por más alta que sea la cantidad de forraje ofrecido, el potencial de consumo del animal se mantiene al mismo nivel, debido a una saciedad física.

Cuando a las vacas se les ofrece una cantidad muy pequeña de pastura, intentarán consumir toda la pastura, pero esto disminuirá con el tiempo, debido a que la pastura restante es más corta y más difícil de ingerir. Bajo estas condiciones el consumo de la pastura se limitará, primeramente por que el





tamaño del mordisco es reducido, y segundo por que el tiempo de pastoreo se reduce. En el pastoreo inteligente se evita este problema, debido a que la cantidad y la calidad de pasto que se les ofrece a las vacas es igual en todo momento para todos los animales, obteniendo así que el tamaño del bocado sea casi constante durante todo el día.

7. La biomasa de pasto

Es la cantidad de pasto por unidad de área y se expresa como el Kg MS / Ha. Existe muchos métodos de campo que se utilizan para estimar la cantidad de pasto por hectárea, el mas utilizado es el sistema de promedio ponderado, que consiste en utilizar un cuadro de un metro cuadrado obteniendo varias muestras del potrero, de acuerdo a su altura y densidad, en la tabla 4 se muestran algunos resultados de aforos tomados en Antioquia.

Tabla 4
Cantidad de pasto verde por hectárea, área destinada por vaca día y porcentaje de desperdicio en cinco fincas en Antioquia.

Lugar de muestreo	Aforo (Kg / Ha)	Área / vaca / día (m ²)	Desperdicio (%)
San Pedro	20.000	53.5	43.0
Entrerrios	18.000	52.8	44.6
Belmira	8.000	49.1	10.0
Las Palmas	12.000	64.5	37.5
Rionegro	19.000	63.7	38.5

Fuente: Aristizabal J. 1999

8. La biomasa del pasto pos-pastoreo (desperdicio)

La biomasa del pasto pos-pastoreo es la cantidad de pastura por unidad de área después del pastoreo. La biomasa de la pastura pos-pastoreo es un indicador de la intensidad del pastoreo y se expresa como Kg MS / Ha.

9. Consumo de materia seca

El consumo voluntario de materia seca es una actividad del comportamiento representada por la ingesta de alimento por un animal en un periodo determinado. Es un aspecto importante en los sistemas de producción animal, porque tiene una estrecha relación entre el desempeño del animal y su eficiente producción. De igual manera el consumo de materia seca (CMS) es fundamentalmente importante en nutrición, porque establece el incremento real de nutrientes aprovechables para la salud y la producción animal.

Mertens 1987 han propuesto un modelo para estimar el CMS (consumo de materia seca), en que el CMS esta en función de los requisitos de energía del ganado y la capacidad del llenado físico; el llenado se expresó como la capacidad de consumo de fibra detergente neutra y es aproximadamente 1.2% del peso vivo del animal. Las dietas de baja digestibilidad están sujetas al





mando físico, y las dietas de alta digestibilidad están sujetas al mando fisiológico.

En muchos hatos, el consumo de nutrientes en cada lactación es una de las principales limitaciones en cuanto al desempeño productivo como reproductivo. El inadecuado CMS limitará el desempeño productivo (pico de producción) y, si la pérdida de condición corporal (CC) es excesiva, retrasará la primera ovulación posparto (aumento de los días abiertos).

La cantidad de pasto consumido esta en relación con:

El tiempo en pastoreo, dado en minutos / día, influenciado por la densidad y altura del pasto, desperdicio, fotoperíodo, humedad, fertilización, riego y estado fisiológico de la vaca. El tiempo que las vacas lecheras dedican a pastorear varía de 7.0 a 11.6 horas / día, con un promedio de 8.5 horas / día. El tiempo que se emplea pastoreando aumenta con la disminución del pasto, que es el motivo por el que las vacas de alta producción necesitan pastos de por lo menos 12.5 cm de alto.

- **La tasa de bocados**, dada en bocados / minuto, y está en el orden de 55 a 65 bocados / minuto.
- **El tamaño de bocado**, dado en gramos / bocado, varía entre 0.62 y 0.20 gr MS / bocado. Las variaciones del tamaño del bocado es el factor más importante para determinar cuánto pasto puede comer una vaca en un día.

Los siguientes factores se pueden expresar en forma de ecuación:

$$\text{Consumo} = \text{Tiempo pastoreo} \times \text{Tasa de bocados} \times \text{Tamaño del bocado}$$

En el pastoreo inteligente las vacas encuentran un pasto de mayor longitud de hoja (60 cm) y cortado con anterioridad, no tienen que realizar ningún esfuerzo al cosecharlo, y por ende logran consumir una mayor cantidad de pasto por bocado, debido a esto la vaca obtiene mayor consumo de materia seca, mejor salivación, reducción del tiempo de pastoreo, de esta forma el ganadero cuenta con la "base forrajera" deseada. Este modelo cambia todas las relaciones de consumo en vacas en pastoreo. En observaciones de campo las vacas en el pastoreo tradicional realizan un bocado más pequeño a comparación del pastoreo inteligente.

La regulación de consumo a largo plazo, se refiere al promedio diario de consumo sobre periodos de tiempo durante los cuales los requerimientos de nutrientes del animal para mantenimiento y producción son estables. La tabla 5, registra el tiempo mínimo requerido en horas por día, del consumo voluntario de materia seca, sin tener en cuenta el desperdicio de pasto que hace la vaca y el tiempo requerido para la selección del pasto.

Tabla 5





Tiempo requerido para ingestión de materia seca en pastoreo de pasto kikuyo (*Pennisetum calndestinum*)

Producción de leche (Kg / día)	Consumo de materia seca (Kg / día)	Velocidad de consumo (g / min.)		
		20	25	30
		Tiempo de pastoreo (h / día)		
5	12.3	10.25	8.20	6.80
8	14.2	11.80	9.46	7.88
10	17.0	14.20	11.33	9.44

Fuente: Aristizabal J. 2002

9.1 Factores ligados a la planta y su modo de utilización

El ganado vacuno prefiere consumir el pasto joven y verde que el viejo y seco y también prefiere las hojas a los tallos.

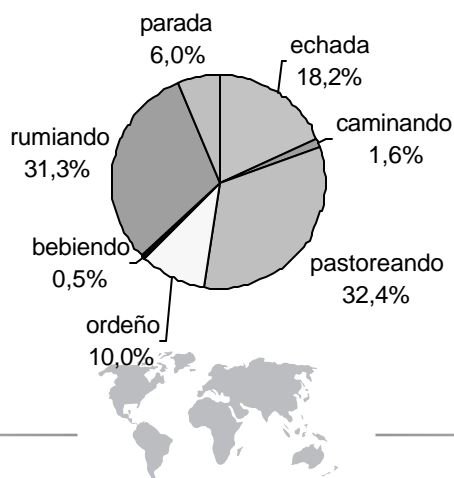
Los valores nutritivos de las hojas y los tallos son casi similares en plantas no maduras, pero a medida que la planta crece el tallo se torna cada vez menos digestible y es menor su contenido proteico en comparación con la hoja, por lo tanto, en una alimentación con mucho tallo siempre es mas bajo en valor alimenticio que el de un cultivo con muchas hojas.

10. PATRÓN DIARIO DE ACTIVIDADES DE LAS VACAS EN PASTOREO

La grafica 2 muestra la distribución porcentual de las actividades diarias de las vacas, en un estudio realizado por Balocchi en Chile. En nuestro medio no existen trabajos que estudien el comportamiento de las vacas lecheras en pastoreo, lo que indica que la mayoría de los modelos de alimentación son basados en experiencias de otros países, no contando con los múltiples factores que influyen en el comportamiento de las vacas en las condiciones del trópico.

Grafico 2

Etograma de las vacas (% del tiempo diario).





El ordeño diario (incluido el arreo hasta el momento en que las vacas ingresan a una nueva franja del potrero) fue de 2,4 h. Este valor es muy similar a lo reportado por Stockdale y King (1983) citado por Balocchi, quienes mencionaron que en promedio el tiempo de ordeño corresponde a 10% del día (2,4 h). A diferencia de esto, Peyraud et al. (1997) citado por Balocchi señalaron rangos de 3,5 a 4 h. Aristizabal 2002 reporta ordeños promedio de 2 - 2.5 horas para 45 vacas (4 – 5 horas diarias) en el norte antioqueño, causando esto que los animales pasen 20% del día sin consumir pasto. Esta diferencia podría ser atribuida a la distancia entre los potreros y la sala de ordeño.

11. Reproducción

Uno de los costos que no se tienen en cuenta en las ganaderías de nuestro país son los días abiertos, el valor de éstos se obtienen por la leche de se deja de producir en promedio en nuestro hato, por ejemplo si mi promedio en el hato es de 20 litros y la leche me la pagan a \$690, un día abierto para una vaca es de \$13.800, éstos se empiezan a contar a partir de los 80 días que es el valor normal para que una vaca vuelva a iniciar su gestación.

En la tabla se muestra un corte en la evaluación reproductiva de un hato lechero ubicado en el oriente antioqueño, se comparo los datos obtenidos de días abiertos (DA) (tiempo transcurrido entre el parto y el servicio efectivo) cuando se llevaba el sistema de pastoreo rotacional y los días abiertos de las mismas vacas que en la actualidad se encuentran en el sistema de pastoreo inteligente.

Tabla 6
Comparación de días abiertos, entre pastoreo rotacional y pastoreo inteligente en un hato en el oriente antioqueño

Número	DA pastoreo rotacional ⁽¹⁾	DA pastoreo inteligente ⁽²⁾
15	138	54
14	229	58
183	102	72
20	202	67
16	80	52
365	126	77
366	53	51
4024-9	61	53
5012	71	56
5014	211	47
5028	168	138
12-0	215	54
1123	63	111
0 19	122	91
14	229	84
1025	323	116
501	547	190
502	259	142
726	192	138

Fuente: Echeverri A. 2004





Si tomamos que el costo del día abierto en esta finca es de \$13.100 vaca / día, la diferencia económica en los animales mencionados anteriormente es de: **\$22.794.000**

Bibliografía

ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. En: Journal of dairy science Vol. 76 (1993); p 485 – 498.

ARISTIZABAL, J. y PÉREZ R. Análisis de los factores que afectan el consumo voluntario de materia seca en vacas en producción de leche ubicadas en trópico alto alimentadas con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Medellín, 2002. Tesis (Esp. Producción Animal). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. 2002; p 20 – 22.

ARISTIZABAL, J. Sistema de campo para estimar el contenido de materia seca en los pastos, por el método de horno microondas. En: memorias II seminario internacional sobre calidad de leche. Cooperativa Colanta. Medellín, 1999; p 175 – 181.

ARISTIZABAL, J y LONDOÑO W. Modelos de pastoreo de hatos lecheros. En memorias III seminario Internacional de competitividad en leche y carne. Cooperativa Colanta. Medellín. 2002; p 119– 129.

ARNOLD, G. W.; DUDZINSKI, M. L. Efectos de la estructura y densidad de la pastura sobre lo que ingiere el animal en pastoreo y su productividad. Compilación de utilización intensiva de pasturas. Ed hemisferio sur. Argentina, 1974; p 78 – 86.

BALOCCHI, O. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado [revista en línea]. Santiago de Chile, Universidad Austral de Chile. Fecha de consulta: 25 de abril de 2004. <<http://www.inia.cl/at/espanol/v62n1/ART09.htm>.>

BARGO F. et al., En: Journal of Dairy Science Vol. 86 (2003) No. 1.

BERNAL E. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. Ed Banco Ganadero. Bogota. 1988; p 4 – 7.

BOCADO DE LA VACA [revista en línea]. Escuela de Ciencias Agrícolas. Universidad de Pennsylvania. Fecha de consulta 25 de Abril de 2004. <<http://www.pcca.com.ve/vb/articulos/e32p9.htm>.>

CHURCH C. D. El Rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Ed Acriba, S.A. Zaragoza. 1993; p 12 – 15, 74 – 79, 133 – 137.





CORREA F. Recuperación después del corte o pastoreo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos sistemas de cosecha, tradicional y corte con maquina (motocultor) en el norte de Antioquia. Tesis de grado. Universidad de Antioquia. Medellín. 2002.

DUTHIL J. Producción de forrajes. Ed Mundi – Prensa. Madrid, 1989; p 12 – 17.

ECHEVERRI A. y ECHEVERRI D. Pastoreo inteligente, la nueva alternativa para aumentar la rentabilidad de nuestros hatos lecheros. En: Holstein Colombia. No 161, Octubre– Diciembre 2003; p 16 – 18.

ECHEVERRI A.; ECHEVERRI D. Pastoreo Inteligente. En: Revista Despertar Lechero. Edición 22. Abril - Mayo 2004. Medellín.

FORBES J. M. The voluntary food intake of farm animals. CAB International. London, 1995; p 92 – 103.

GRANT R. J.; ALBRIGHT J. L. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. En: Journal of dairy science Vol. 84 (2001); (E. Suppl.): p 156 – 163.

GUERRERO R. Fertilización de cultivos en clima frío. Monomeros S.A. Bogota, 1998; p 160 – 161.

GUERRERO R. Fertilización de pastos mejorados. En: Fertilización de cultivos de clima frío, 3 serie programa Monomeros Colombo Venezolanos S.A. Edición No. 1, 1988; p 112 – 116.

HERNÁNDEZ O. PEREZ J. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) grazed by growing lambs at different levels of herbage allowance. En: Agrociencia Vol. 34 (2000); numero 2, p 127 – 134..

HOLDEN L. A.; MULLER L. D. Estimation of intake in high producing holstein cows grazing grass pasture. Journal of dairy science No. 77, 1994; p 2332 – 2340.

HOLMES C. W. Producción de leche en praderas. Ed Acriba, S.A. Zaragoza. 1989; p 22 – 31, 64 – 69, 154 – 166.

HOLMES C. W. Pastures for dairy cattle. En: Livestock feeding on pastures, New Zealand society of animal production, ocasional puplication No. 10, 1987; p 133 – 143.

HODGSON J. Grazing Management Science into practice. Ed Longman scientific & technical. New Zealand, 1990; p 75 – 83.

ILLIUS A . W.; JESSOP N. S. Metabolic cons traints on voluntary intake in ruminants. Journal of dairy science Vol. 74 (1996); p 3052 – 3062.





JARRIGE R. Alimentación de los rumiantes. Institut National De La Recherche Agronomique I.N.R.A. Ed. Mundi-prensa. Madrid, 1981; p 31 – 45.

LINDSTROM T. Feeding behaviour in dairy cows motivational aspects. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala 2000; p 14 – 22, 32 – 45.

LOBO M. V. Agrostología. [revista en línea] Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Fecha de consulta: 18 de marzo de 2004 <<http://www.uned.ac.cr/recursos/cursos/agrostologia/files/cap%201%20prin.htm>>.

LOTERO J. Fertilización de pastos. Pastos y forrajes. Compendio No 30. ICA. Bogota 1979; p 47 – 67.

MASON S., KENNELLY J. How much do cows eat? [revista en línea] Dairy Research Highlihts. University of Alberta. Fecha de consulta: 30 de abril de 2004. <<http://www.afns.ualberta.ca/Hosted/DRTC/Articles/Intake2.asp>>

MCCLYMONT G. L. Crecimiento y producción del animal en pastoreo, Valor nutritivo del forraje y factores que afectan su ingestión por los animales. Compilación de utilización intensiva de pasturas. Ed hemisferio sur. Argentina, 1974; p 42 – 54.

MCCULLOUGH M. Alimentación practica de la vaca lechera. Ed Aedos. Barcelona. 1971; p 26 – 31.

MCCULLOUGH M. Debemos entender y conocer el consumo de materia seca. En: Hoards Dairyman, Wisconsin, Marzo de 1995; p 45 – 51.

MCDONALD P. Nutricion animal. Ed Acriba, España, 1981; p 95 – 122.

MCMEEKAN P. De pasto a leche, una filosofía neocelandesa. Editorial hemisferio sur. Montevideo Uruguay, 1973; p 37 – 51.

MERTENS D. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal functions. Journal of dairy science. Vol. 64, 1987, p.1548 – 1558.

METCALFE D. S. La botánica de las gramíneas y las leguminosas, Forages The science of grassland agriculture. Ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A. Second Edition. 1966; p 71 – 84.

MILES N.; THURTELL L. Quality of kikuyu herbage from pastures in the Eastern Cape coastal belt of South Africa. [revista en línea] En: South African journal of animal science 2000, 30 (supplement 1). Fecha de consulta: 23 de enero de 2004. <<http://www.sasas.co.za/Sajas.html>>

MOTT G. O. Manejo de pastos en la producción de carne en los trópicos. En: Reunión Latinoamericana de producción animal. Bogotá, 1971; p 44 – 56.





Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth revised edition. Washington 1988; p 55 – 69.

POPPI D. P. Intake of pasture by grazing ruminants. En: : Livestock feeding on pastures, New Zealand society of animal production, ocasional puplicacion No. 10, 1987; p 22 – 26.

RAMIREZ A.; Bernal J. Sistemas de utilización de pastos. En: Curso avanzado de lechería. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Medellin 1975; p 98 – 112.

SIERRA J.O. Métodos de cosecha de pastos y forrajes. Documento preparado para el curso Manejo y Utilización de Pasturas. Facultad de Ciencias Agrarias. U. de A. 2003; p 46 – 59.

SWAN H. Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. A.G.T. Editor S.A. México. 1992; p 39 – 44.

VAZQUEZ O. P.; Smith T. R. Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. Journal of dairy science Vol. 82, 2000, p 2301 – 2309.

VÉLEZ F. Sistemas de utilización de pastos. Curso de pastos y forrajes, ICA. Bogota 1976; p 175 – 182.

VOISIN A. La vaca y la hierba. Ed Tecnos. Madrid. 1971; p 45 – 57.

