

ALGUNOS FACTORES DE MANEJO DE PASTOS QUE INFLUYEN
EN LA PRODUCTIVIDAD GANADERA *

Jaime Lotero C. y Javier Bernal E.**

En el presente artículo se tratará, en una forma general, de los principales factores que directa o indirectamente influyen en la productividad ganadera, medida por la producción de carne, leche o lana por unidad de superficie.

En la Figura 1, adaptada de Mott (12) se puede observar la interrelación de distintos factores que en la fase final determinan el producto animal que se obtiene. Del uso adecuado que el hombre haga de estos factores y en la medida que pueda modificarlos favorablemente, en el caso de que sean modificables, dependerá el éxito final de la empresa ganadera. Los factores fundamentales son el medio ambiente natural, el pasto, el manejo y el animal.

PRODUCCION POR HECTAREA DE CARNE, LECHE O LANA

El producto animal que se obtenga, depende fundamentalmente de dos factores:

- a) la producción de unidad alimenticia por hectárea (medida de cantidad) que también se puede expresar como capacidad de carga, y
- b) La producción por animal (medida de calidad). Los datos incluidos en la Tabla 1, tomados de Ramírez y otros (16), pueden usarse para ilustrar lo que se ha dicho. La mezcla que se comparará con el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) más trébol blanco (*Trifolium repens*), durante un año, consistía de orchoro (*Dactylis glomerata*), raigras inglés (*Lolium perenne*), trébol blanco y trébol rojo (*Trifolium pratense*). El ensayo se hizo bajo condiciones de pastoreo continuo, sin fertilización ni riego.

* Contribución del Programa Nacional de Pastos y Forrajes del Instituto Colombiano Agropecuario.

** I.A., Ph.D. Director Programa de Pastos y Forrajes hasta Octubre de 1972, actualmente Gerente Regional No.4, e I.A., Ph.D. Director Programa de Pastos y Forrajes desde Noviembre de 1974. respectivamente.

TABLA 1. Animales por hectárea, producción de leche por vaca por día y producción de leche por hectárea en praderas de kikuyo y mezclas.

DETALLE	KIKUYO	MEZCLAS
Vacas por hectárea	2,56	1,44
Leche por vaca por día, kg	11,89	14,24
Leche por hectárea, kg	30,44	20,51

Como puede observarse, la capacidad de carga fue mayor en el kikuyo pero la producción por animal fue mayor en la mezcla (mejor calidad). La producción de leche por hectárea fue mayor en el kikuyo.

PRODUCCION DE UNIDAD ALIMENTICIA POR HECTAREA.

El producto alimenticio por hectárea es una consecuencia de la producción de forraje por hectárea, que a su vez depende del medio ambiente natural, de la especie de pasto y del manejo que se da a ese pasto.

Se puede expresar como nutrientes digeribles totales (NDT) o capacidad de carga o sostenimiento. Los NDT incluyen proteínas, fibra, grasa y carbohidratos (FNN) en forma digerible. Los animales, de acuerdo principalmente al tipo (leche o carne), edad, raza y producción, requieren diferentes cantidades de NDT.

MEDIO AMBIENTE NATURAL.

Los factores del medio ambiente que tienen mayor influencia sobre la producción de forraje son los climáticos, edáficos y bióticos.

FACTORES CLIMATICOS.

Temperatura. La temperatura afecta el crecimiento y metabolismo de los pastos. Se ha demostrado que la temperatura afecta los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración, absorción de agua y

nutrientes, actividad de las enzimas, etc., de los cuales depende la producción de materia seca (5).

La mayoría de los pastos están adaptados para un crecimiento óptimo dentro de un margen relativamente estrecho de temperatura diurna, de 22 a 35°C. Pueden resistir períodos cortos de temperaturas extremas, tanto altas como bajas, especialmente si el descenso de temperatura es gradual y si los períodos de calor son de corta duración.

En el trópico el factor que más determina la temperatura es la altura sobre el nivel del mar, aunque condiciones locales como vientos, montañas, corrientes de agua, etc. pueden tener influencia significativa. En Colombia los climas cálidos de más de 24°C de temperatura promedio, se encuentran entre 0 y 1000 m.s.n.m.; los climas templados con temperaturas entre 17 y 23°C se encuentran entre 1.100 y 2.200 m.s.n.m. y los climas fríos de menos de 17°C a más de 2.200 m.s.n.m. (5).

Luz. La producción de las plantas es el resultado de los factores ambientales actuando sobre un proceso fotoquímico, la fotosíntesis. La energía radiante que no es usada en la fotosíntesis se transforma en energía calórica y se emplea para la evaporación del agua desde la planta en el proceso de la transpiración.

La cantidad de luz interceptada por la superficie foliar determina la eficiencia de utilización de ésta. Debido a que la cantidad de follaje que poseen las plantas forrajeras es muy variable de acuerdo al corte o pastoreo, éstos factores de manejo están íntimamente relacionados con la velocidad de crecimiento de las plantas forrajeras.

Para la producción de forrajes es de gran importancia el mantenimiento de un área foliar capaz de interceptar una gran proporción de la luz incidente. Cuando el índice de área foliar (IAF), definido como "el área foliar por unidad de superficie de terreno", está por debajo de cierto nivel no se utiliza toda la luz disponible, en consecuencia el crecimiento es lento. Con valores de IAF muy altos ocurre un autosombreamiento que también puede causar una reducción substancial del crecimiento. Para un crecimiento óptimo de las plantas forrajeras se requiere una cantidad de hojas suficiente para interceptar el 95 por ciento de la luz incidente. Este IAF se llama crítico y varía con la especie; por ejemplo para el raigras el IAF crítico es de 7,5 y para trébol blanco es de 3,5. Las prácticas de manejo de pastos que permitan mantener áreas foliares óptimas para una máxima interceptación de la luz incidente serán por lo tanto, las que conduzcan a una mayor productividad de los forrajes (5).

La duración de la luz diurna o fotoperíodo, también es importante en la producción de forrajes. En Colombia muchos pastos, especialmente de clima frío, permanecen en estado vegetativo o producen

escasa cantidad de semilla de baja calidad porque las horas de luz no son suficientes para inducir la floración y producir semillas fértiles. En la Figura 2 puede observarse la influencia del fotoperíodo en la formación de inflorescencias en pasto a 1 ton. Esto indica que cada especie requiere un período de iluminación determinada para florecen y producir semillas (5).

Se debe tener en cuenta la intensidad de la luz, es decir, que tan fuerte sea y la calidad. La intensidad de la luz es importante en el establecimiento y posterior desarrollo de los pastos debido a que en siembras muy densas las plantas pueden competir por este factor. La calidad, fuera de la intensidad, es importante en asociaciones de pastos o mezclas de gramíneas y leguminosas. Así por ejemplo, cuando se asocia una especie de crecimiento alto con una de crecimiento bajo, la calidad de la luz que reciben las plantas bajas puede ser diferente de la que reciben las plantas altas y esto afecta el crecimiento y producción.

Humedad. El agua es uno de los factores ecológicos de mayor importancia. La cantidad y distribución de la precipitación determinan en gran parte la adaptación de una especie forrajera particular a un medio dado.

Las especies varían notablemente en su tolerancia a la sequía. La capacidad de las plantas para obtener agua del suelo cuando la disponibilidad es limitada, está relacionada con la profundidad y extensión del sistema radical. Así, bajo condiciones similares, los pastos se secarán más rápidamente que las leguminosas de sistema radical profundo como la alfalfa o kudzu.

Los principales factores que determinan las necesidades de agua de las plantas son:

1. La precipitación;
2. La evapotranspiración.
3. El agua almacenada en el suelo y que está disponible para las plantas.

Estos tres factores dan una estimación más real de las condiciones climáticas de una región que el solo dato de precipitación. La capacidad de almacenamiento de agua de los suelos depende de la textura y estructura; así, los suelos arcillosos como también aquellos con alto contenido de materia orgánica tienen mayor capacidad de retención de agua que los suelos arenosos (5).

FACTORES EDAFICOS.

Un factor realmente importante es el suelo en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y de fertilidad. De las propiedades físicas del suelo, la textura y la estructura son indudablemente

las más importantes. Los suelos francos, profundos y de estructura granular son los más deseables para la producción de pastos.

En relación con las propiedades químicas se debe tener en cuenta principalmente la reacción del suelo o pH, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio de cationes, bases intercambiables (Ca^{**} , Mg^{**} , K^* y Na^*) y Al intercambiable. En pH determina la disponibilidad o "aprovechabilidad" de la mayoría de los nutrientes que las plantas necesitan para su mejor desarrollo. Esta propiedad puede ser modificada con la aplicación de correctivos: cal en suelos ácidos, y azufre, sulfato de aluminio, yeso, etc. en suelos alcalinos.

La fertilidad de un suelo está íntimamente relacionada con las propiedades físicas y químicas; se refiere a una "calidad" del suelo para proporcionar los nutrimentos adecuados, en cantidades balanceadas, para el normal desarrollo de las plantas, cuando las condiciones físicas, químicas y del medio ambiente son favorables. La fertilidad del suelo se puede modificar con la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Se sabe que las plantas requieren por lo menor 16 elementos esenciales para su normal desarrollo y producción; estos 16 elementos son: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, B, Zn, Cl y Mo. Los tres primeros elementos (C, H y O) provienen del aire y del agua y los 13 restantes del suelo.

Las propiedades de fertilidad del suelo determinan en gran parte la adaptación y producción de los pastos; así por ejemplo el pasto gordura (Melinis minutiflora) se adapta y produce bien en suelos de baja fertilidad, mientras que el pangola (Digitaria decumbes) requiere suelos de una fertilidad relativamente alta. Las gramíneas son especialmente exigentes en N y las leguminosas en P, Ca y Mg (10)

En la Tabla 2 se incluyen los rendimientos de forraje seco por corte y la cantidad de N, P, K y Ca removidos del suelo por los pastos angl^e con (Dichanthium aristatum), pangola y pará (Brachiaria mutica) mostrando así que hay necesidad de aplicar fertilizantes para evitar el empobrecimiento de los suelos y que las especies difieran en su capacidad para remover nutrimentos, de acuerdo al rendimiento y naturaleza de la especie (5, 10).

La precipitación o cantidad de lluvia que cae en una región determinada en gran parte la adaptación y producción de los pastos. El contenido de agua en los pastos es aproximadamente de un 80 por ciento y es el medio para reacciones químicas y biológicas y para la absorción y translocación de los nutrimentos y sustancias elaboradas dentro de la planta, tales como proteínas, carbohidratos, etc. En una de las "materias primas" en la fotosíntesis. La cantidad de lluvia tiene efecto sobre el mayor o menor grado de lavado o lixiviación de los nutrientes. Generalmente los suelos más infértiles están localizados en zonas de alta precipitación (5, 10).

TABLA 2. Producción de heno y renovación de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio por los pastos angleton, pangola y pará en un suelo del Valle del Cauca, durante un año. *

	Dosis en Producción		Elementos removidos (kg/Ha/año)			
	N, kg/Ha	t/Ha por año	N	P	K	Ca
	0*	3,4	36	8	38	12
Angleton	50	19,9	267	64	350	60
	100	27,6	415	75	435	88
	0	1,0	13	5	16	4
Pangola	50	9,6	164	49	186	45
	100	16,6	390	95	410	90
	0	1,8	25	7	43	5
Pará	50	10,7	175	46	244	35
	100	17,9	290	65	500	50

* Corte cada seis semanas

** Nitrógeno aplicado después de cada corte.

FACTORES BIOTICOS.

Factores bióticos son aquellos representados por otros seres vivos que conviven con los pastos en el mismo medio. Los agentes bióticos pueden ser favorables o desfavorables para la producción de los pastos. Los principales factores bióticos que influyen en el crecimiento y producción de los pastos son los microorganismos, los animales y otras plantas.

Los microorganismos pueden ser benéficos y perjudiciales; son benéficos aquellos que intervienen en reacciones del suelo que conducen a la liberación de nutrientes contenidos en la materia orgánica, o los que fijan el N del aire ya sea simbiótica o autotróficamente. Pueden ser perjudiciales si son patógenos, como los virus, hongos y bacterias que causan enfermedades.

Los animales pueden también favorecer o perjudicar el desarrollo de los pastos. Algunos como las lombrices ayudan a mejorar las condiciones de aireación e infiltración y transportan material de un sitio a otro; los insectos en muchos casos ayudan a la polinización y son en ese aspecto necesarios para completar el ciclo reproductivo de muchas especies. Otros insectos son perjudiciales y a veces ocasionan daños graves.

Los animales superiores en su mayor parte son perjudiciales para los pastos pues, o se alimentan de ellos o simplemente los destruyen por pisoteo. Los animales devuelven al suelo en forma de excrementos y residuos orgánicos, parte de los nutrientes que toman los pastos, que posteriormente pueden ser utilizados por el mismo pasto.

Algunas plantas superiores como las leguminosas forman mezclas útiles con los pastos, en las cuales la leguminosa mejora la calidad del forraje y proporciona al pasto parte del N fijado simbióticamente de la atmósfera. Otras plantas por el contrario, compiten con los pastos por espacio, agua, luz y nutrientes; éstas son las malezas que en algunos casos pueden incluso desplazar a las especies útiles si no se controlan y se da al pasto un manejo adecuado.

El hombre llega a constituirse en uno de los principales factores bióticos en la producción de forrajes, ya que del manejo que se le da a las praderas dependerá su productividad (5).

Las plagas y enfermedades, con pocas excepciones, no constituyen hasta el presente un factor limitante en la producción de la mayoría de los pastos. Pueden atacar diferentes partes de las plantas, como raíces, tallos, hojas, flores y frutos, reduciendo la producción de los pastos y su capacidad de reproducción. Bajo condiciones de pastoreo intensivo, en tierras de alto valor se puede justificar el control de insectos por medio de productos químicos. En cuanto a enfermedades, aparentemente resulta mejor la búsqueda y obtención de variedades resistentes y el uso de buenas prácticas culturales.

EL PASTO

El pasto que se use en una explotación ganadera debe estar bien adaptado a las condiciones del medio ambiente y ser productivo. Debe poseer buenas características agronómicas como alta relación de hojas a tallos, rápida recuperación después del corte o pastoreo, facilidad de propagación, alto poder competitivo con las malezas, resistentes a plagas y enfermedades, persistente, gustoso, nutritivo, etc. Es muy difícil encontrar un medio ambiente al cual no se adapte por lo menos una especie de pasto, a no ser que prevalezcan condiciones definitivamente limitantes como son la ausencia casi total de agua ó nieves perpetuas. Ejemplos de adaptación a condiciones adversas lo constituyen el pasto pará y alemán (Echinochloa polystachya), adaptados a zonas cálidas inundables, y algunas especies de Bouteloua, Botriochloa y Dichanthium, adaptadas a zonas cálidas y secas.

Mención especial debe hacerse a las mezclas de gramíneas y leguminosas por las ventajas que se obtienen con su uso, como son, entre otras, las de que generalmente dan mayores rendimientos que cada especie aislada; se obtiene un forraje más nutritivo; se puede suprimir la aplicación de N, y se hace una mejor utilización del suelo ya que las gramíneas poseen un sistema radical superficial y las leguminosas un sistema radical profundo, extrayendo nutrientes y agua de un volumen mayor de suelo. En la Tabla 3, se incluyen algunos datos parciales de un experimento sobre mezclas de gramíneas y leguminosas en el Valle del Cauca (8). Se estudiaron las gramíneas pangola, pará y guinea (Panicum maximum), cada una en combinación con las leguminosas soya forrajera (Glycine wightii), Vigna sp., calopo (Calopogonium mucunoides), kudzú tropical (Pueraria phaseoloides) y Desmodium intortum; además de un tratamiento con 50Kg/ha. de N después de cada pastoreo, con muy ligeras excepciones.

MANEJO

El manejo se puede definir como el conjunto de todas aquellas prácticas que se realizan en un cultivo de pastos, para obtener una mayor producción de forraje de superior calidad, y consiguientemente una mayor producción animal. El manejo incluye desde la siembra del pasto hasta su utilización, aunque tradicionalmente se ha considerado como manejo incluye desde la siembra del pasto hasta su utilización, de pastos ya establecidos. En el caso de pastos que se utilizan en pastoreo, el manejo también incluye la adecuada provisión de agua y sales minerales, además del sistema de pastoreo (continuo, alterno y rotacional).

Buenas prácticas de manejo comprenden adecuados sistemas; de siembra, cantidad de semilla, control de malezas, enfermedades y plagas, fertilización (cantidad de fertilizante, época y método de

TABLA 3. Producción de forraje seco y porcentaje de leguminosas de cada mezcla. Promedio de siete pastoreos en pangola y pará y cinco en guinea.

Gramínea Leguminosas	Pangola	Pará	Guinea
	3,31*	2,98	4,03
Soya forrajera	50,80**	32,20	54,00
	1,73	2,51	3,31
<u>Vigna sp.</u>	17,80	11,80	5,70
	2,36	2,90	4,09
Calopo	29,80	24,40	15,20
	3,55	2,91	4,14
Kudzú	55,70	42,50	51,00
	2,62	2,49	3,01
<u>Desmodium intortum</u>	19,40	15,00	27,00
N 50 Kg/ha.	1,27	2,67	2,45
N 0 Kg./ha.	0,78	2,06	2,06

* Forraje seco t/ha.

** Porcentaje de leguminosas en la mezcla.

aplicación, frecuencia, etc.), altura de corte ó pastoreo, distancia de siembra, riego, método de utilización (corte, pastoreo, heno, y ensilaje), renovación de potreros, etc.

En las tablas 4 y 9 se incluyen datos de algunos experimentos relacionados con diferentes aspectos de manejo de pastos. Como puede observarse de los datos presentados en la Tabla 4, el corte a ras en el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) dió los mejores resultados en cuanto a la producción de forraje y la aplicación de 100 Kg/ha. de N después de cada corte aumentó el rendimiento en forma altamente significativa. (6).

TABLA 4. Efecto de la altura de corte y aplicación de nitrógeno en pasto elefante. Rendimiento promedio por corte en toneladas por hectárea de materia seca*

Dosis de N Kg/ha.	Altura de corte en cm.				Promedio **
	Ras	15	30	50	
0	6,06	4,89	6,18	5,13	5,56 d
100	11,13	9,34	8,82	8,03	9,33 e
Promedio**	8,59a	7,11 bc	7,50 b	6,58 c	

* Promedio de 20 cortes.

** Promedios con una letra en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%.

En un experimento sobre el efecto de las distancias de siembra, y dosis de N en la producción de forraje del pasto elefante, se encontró que los mayores rendimientos se obtuvieron cuando el pasto se sembró por tallos continuos extendidos en surcos distanciados 0,75 m., aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas a los de otras distancias de siembra (Tabla 5). Con este sistema se obtiene una rápida cobertura del suelo y un buen control de malezas (II).

En las Tablas 6 y 7 se incluyen datos sobre el efecto de diferentes fuentes y dosis de N en la producción de forraje y contenido de proteína del pasto pangola (17). Como puede observarse, tanto la producción de forraje como el contenido de proteína aumentaron al incrementarse la dosis de N, en todas las fuentes ensayadas.

El control de malezas en potreros es una práctica que generalmente resulta en mayor capacidad de carga y mayor producción de

carne, por unidad de área. Los datos incluidos en la Tabla 8 demuestran este efecto (8).

Sistemas de Pastoreo.

Los principales sistemas de pastoreo son: continuo, alternativo, rotacional y en fajas. A continuación se enumeran las ventajas y desventajas de cada uno de éstos (18).

Pastoreo Continuo.

Es el tipo de pastoreo más utilizado en las explotaciones ganaderas y consiste en mantener los animales todo el tiempo en un solo potrero.

TABLA 5. Efecto de la distancia de siembra y aplicación de nitrógeno en pasto elefante. Rendimiento promedio por corte en toneladas por hectárea de materia seca*

Distancias de siembra metros	Dosis de N. Kg./ha/corte				Promedio**
	0	50	100	200	
Tallos inclinados 0,50x 0,50.	6,89	8,38	10,52	11,90	9,42 a
Tallos continuos 0,75	6,20	9,45	11,62	11,99	10,56 b
Tallos inclinados 1,00 x 1,00	5,64	8,03	9,06	10,73	8,35 a
Tallos inclinados 2,00 x 2,00	7,05	8,37	10,63	10,39	9,11 a
Promedio	7,19a	8,56b	10,45c	11,25c	

* Promedio de 21 cortes.

** Promedios con una letra en común no son significativamente diferentes del 5%.

TABLA 6. Efecto de la fuente y dosis de nitrógeno en pasto pangola. Producción de forraje en toneladas por hectárea de materia seca por corte *.

Fuentes de N	Dosis de N, Kg./ha. por corte					Promedio**
	0	50	100	150	200	
Nitrato de sodio	2,32	4,90	5,68	7,10	7,78	5,74 f
Sulfato de amonio	2,06	4,64	5,82	6,13	6,38	5,00 g
Urea	1,96	4,28	5,70	5,90	6,34	4,84 g
Promedio **	2,11a	4,60b	6,37d	6,38e		

* Promedio de 25 cortes.

** Promedio con una letra en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

TABLA 7. Efecto de la fuente y dosis de nitrógeno en pasto pangola. Porcentaje promedio de proteína cruda en el forraje*.

Detalle	Tratamiento			
	Testigo	Macheteo	6lts/ha.	12lts/ha
Capacidad de carga animales/ha.	2,2	2,2	3,1	2,8
Aumento diario, Kg/animal	0,464	0,499	0,530	0,529
Kg. carne/ha./año.	372,6	400,7	599,7	540,6

* Datos correspondientes a 365 días.

Este tipo de pastoreo tiene muchos inconvenientes. Se puede presentar sobrepastoreo y subpastoreo. Tanto el subpastoreo como el sobrepastoreo tienen relación con la disponibilidad de forraje, la posición de los bebederos, saladeros, de la sombra, de las puertas, topografía, dirección de los vientos, presencia de malezas y distintas especies de pastos, fertilidad y humedad del suelo.

En este sistema el animal gasta más energía, debido a que tiene que caminar más en busca de alimento para llenar sus requerimientos y la pradera se degrada debido a la aparición de 'calvas',

o sea zonas de suelo descubierto.

Con este sistema muchas veces se obtiene un mayor aumento diario de peso por animal que con otros sistemas de pastoreo, pero no siempre la producción por hectárea es superior, debido al menor número de animales que se puede tener.

PASTOREO ALTERNO.

Consista en dividir un potrero en dos partes más o menos iguales, en el cual los animales pastorean por un tiempo definido una parte del potrero mientras la otra permanece en descanso. Con este sistema se puede ajustar mejor la carga animal, permite hacer mejor uso de los fertilizantes, mejor control de malezas y un manejo más adecuado de los animales. Requiere por lo general un período de ocupación por potrero que el requerido en el pastoreo rotacional.

PASTOREO EN ROTACION.

Este sistema consiste en dividir toda la área de una pradera en potreros más pequeños y mientras uno está ocupado los demás permanecen en descanso. Teniendo en cuenta que el objetivo principales de la producción y utilización de los pastos es la producción animal, Voisín (19) estableció las leyes del pastoreo racional basado en los requerimientos tanto del pasto como del animal. Estas leyes se explicarán tomando como ejemplo algunos pastos tropicales.

PRIMEA LEY

Antes de que una pradera esté lista para pastorear, es necesario que haya transcurrido un intervalo suficiente entre dos pastoreos consecutivos con el fin de permitirle al pasto:

- a. La acumulación de las reservas necesarias para estimular un crecimiento vigoroso después del corte o pastoreo.
- b. La producción de mayor cantidad de forraje por hectárea.

Podría agregarse a esta primera ley que el descanso adecuado del pasto permite no solo mayor producción de forraje por hectárea sino mayor persistencia de las praderas bajo óptimas condiciones de producción. El período de descanso varía según las condiciones climáticas prevalentes es una región (19).

SEGUNDA LEY

El período total de ocupación de un potrero debe ser lo suficientemente corto, para que una planta que fue cosechada por el

animal el primer día o a principios del período de ocupación, no sea cosechada de nuevo por la mandíbula del animal antes de dejar dicho potrero (19).

En un sistema de pastoreo continuo el animal tiende a seleccionar su alimentación, consumiendo los rebrotes, hojas y tallos tiernos. Si la capacidad de carga del potrero está por debajo del óptimo, una gran proporción del forraje se tornará leñoso y puede llegar un momento en el cual el grado de lignificación del pasto sea tal que el ganado no consuma forraje para su mantenimiento, no importa que se le haya asignado un número de hectáreas superior a la requerida por el animal. Si la capacidad de carga es adecuada un período de ocupación demasiado largo aumentaría la probabilidad de que el ganado coseche el rebrote de la misma planta varias veces durante un período.

Para evitar las cosechas consecutivas de la misma planta en un solo pastoreo, el período de ocupación del potrero no debe excederse de cuatro días y el período máximo permitido sería de seis días, en especies de clima frío.

TERCERA LEY.

A los animales de requerimientos nutricionales más altos, debe permitírseles cosechar la mayor cantidad de pasto de mejor calidad.

Colorario I. Pastos con un promedio de altura entre 15 y 22 cm., permiten al animal cosechar la cantidad máxima de forraje de mejor calidad.

Colorario II. Mientras menor "repase" se imponga al animal, mayor cantidad de forraje podrá cosechar.

El Colorario I es válido para los pastos de los climas fríos de Colombia, especialmente para festuca media y alta, orcho-ro, raigrás inglés, kikuyo, pasto rescate y trébol blanco y rojo. Podría aplicarse al pangola, dallis, angleton y algunas leguminosas tropicales como el Kudzú, soya perenne, frijol jacinto y terciopelo en pastoreo. Sin embargo con gramíneas de porte medio y crecimiento de matojos como el pará y guinea, esta altura de pastoreo no sería la mejor desde el punto de vista de producción de forraje, acumulación de reservas y persistencia del pasto. Alturas apropiadas para pastoreo de algunos pastos de clima cálido serían: pangola 30 cms., angleton 30 a 40 cm., puntero 40 a 50 cm., (18).

LEY CUARTA.

Si una vaca lechera va a producir cantidades regulares de leche, no debe permanecer en un potrero más de tres días. La producción de leche máxima se obtendrá si permanece en el potrero solo un día.

Aplicando las dos últimas leyes relativas a los requerimientos del animal en pastoreo, es posible aumentar la producción de leche en un 20 a 30 por ciento. Si se aplica la primera ley, la producción de forraje puede duplicarse (19).

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS BASICOS.

Los elementos básicos en un sistema de pastoreo racional son: el período de permanencia, el período de ocupación y el período de descanso.

Período de permanencia: En el tiempo total en horas o días que un animal o grupo de animales pastorea un potrero en cada rotación.

Período de Ocupación. Es el tiempo total empleado en el pastoreo de un potrero para todos los grupos de animales en cada rotación; cuando hay solo un grupo de animales el período de ocupación es igual al período de permanencia. Si el período de permanencia es igual para todos los grupos, el período de ocupación será igual al período de permanencia multiplicado por el número de grupos. Pero si un grupo permanece en el potrero dos días, un segundo grupo un día y un tercer grupo dos días, el período de ocupación del potrero será de cinco días (19).

Período de descanso o de recuperación. Es el período comprendido entre dos pastoreos sucesivos, durante el cual el pasto se deja descansar. El período de descanso es igual al período de permanencia multiplicado por el número de potreros en descanso. Por ejemplo: para el Valle del Sinú con un solo grupo de animales en pastoreo un total de nueve potreros, un período de ocupación de cinco días, se tiene un período de descanso de $(9 - 1) \times 5 = 40$ días. (4).

Con dos grupos de animales en pastoreo, un período de permanencia de dos días para cada grupo y un total de 12 potreros, es decir, un período de ocupación de cuatro días. El período de descanso sería de: $(12 - 2) \times 4 = 40$ días.

EL NUMERO DE POTREROS

En el planeamiento de un sistema de rotación de pastoreo racional el primer factor que debe tenerse en cuenta es el número de potreros, de los cuales puede determinarse el área de cada uno. El descanso está influido por el período de permanencia de cada grupo.

Se dijo anteriormente que un período de descanso de 30 días para pasto pará con riego suplementario, sería bastante aconsejable bajo las condiciones del Valle del Sinú (4).

Si se tiene un período de ocupación de seis días, el número de potreros necesarios se calculará de la siguiente forma:

Número de potreros en descanso	Período de ocupación
-----------------------------------	----------------------

$$(X - 1) \times 6 = 30$$

$$6X - 6 = 30; 5X - 5 = 30; 5X = 30 + 5; X = \frac{35}{5} = 7 \text{ potreros.}$$

EL TAMAÑO DEL POTRERO

No necesariamente todos los potreros deben ser del mismo tamaño, pero hasta donde sea posible debe ser de producción de forraje más o menos igual. Si se tiene por ejemplo que el tamaño promedio para la clase I de tierras es de 10 hectáreas; de 15 hectáreas para la clase II, y de 20 para la clase III, tratando en todos los casos de igualar la productividad de los pastos en las diferentes clases de tierras de la finca (4).

PASTOREO EN FAJAS.

Consiste en proporcionar diariamente el empleo de cerca eléctrica una faja de potrero suficiente para alimentar determinado grupo de animales. Es un sistema recomendable para zonas lecheras donde el costo de la tierra es alto y permite mantener una alta capacidad de carga por hectárea a la vez que facilita un pastoreo más uniforme.

Otro sistema de utilización de forrajes es el llamado de confinamiento o estabulación. En este sistema el animal permanece todo el tiempo en el corral y se le suministra el pasto. Este sistema tiene como ventajas que no se desperdicia pasto por pisoteo, el período de descanso se puede controlar mejor y se puede aprovechar mejor las mezclas de gramíneas y leguminosas; como desventajas se ha observado que requiere mayores inversiones en instalaciones y maquinaria, personal más calificado y control sanitario riguroso (18)

Se ha demostrado que con el pastoreo rotativo generalmente se obtienen mejores resultados que con el pastoreo continuo y alterno; los datos que se presentan en la Tabla 9, tomados de Bautista, Maner y Chaverra (2), de un experimento con ovinos en pastos nativos de páramo, principalmente falsa por (Holcus lanatus) y oloroso (Anthoxanthum odoratum), demuestran este hecho. El experimento duró un año y los tratamientos incluidos fueron pastoreo continuo; pastoreo alterno en rotación con 50 días de ocupación y 50 de descanso; pastoreo en rotación en tres potreros con 25 días de ocupación y 50

de descanso y pastoreo en rotación en seis potreros con 10 días de ocupación y 50 de descanso. Todos los tratamientos tuvieron una aplicación de 1 ton/ha. de Escorias Thomas (Calfos).

TABLA 9. Evaluación de pastos nativos de los páramos bajo cuatro sistemas de pastoreo con ovejas.

Tratamientos	Capacidad de carga animales/ha.	Lana Kg/ha./año	Carne Kg/ha./año.
Continuo	7,5	38,94	163,49
Alterno	10,0	52,60	249,66
3 potreros	11,0	61,16	283,06
6 potreros	12,0	63,58	257,72

PRODUCCION POR ANIMAL

Como antes se mencionó, la producción por animal es una medida de la calidad del forraje consumido. Bajo condiciones de pastoreo, continuo, donde el animal puede seleccionar su alimento, la ganancia de peso ó producción de leche por animal pueden ser mayores que bajo condiciones de pastoreo en rotación; sin embargo, la producción por área superficial, que es lo más importante, generalmente es menor bajo pastoreo continuo.

La producción por animal depende fundamentalmente de tres factores: 1) Valor nutritivo del alimento; 2) Forraje consumido, y 3) Características fisiológicas del animal.

Los datos incluidos en la Tabla 10, demuestran que al mejorarse la calidad del forraje o valor nutritivo de los pastos puntero (*Hyparrhenia rufa*), pará, pangola y guinea, con la aplicación de 75 Kg/ha. de N y riego, se aumento la ganancia diaria de peso (1). En ninguno de los períodos experimentales hubo escasez de forraje y la capacidad de carga en todos los pastos fue superior a dos animales por hectárea.

TABLA 10. Ganancia diaria de peso en Kg, de novillos cebú cruzados en cuatro pastos bajo pastoreo continuo.

Pastos	Primer período *		Segundo período
	Sin N,	sin riego	75 Kg/ha. de N y riego
Puntero		0,690	0,720
Pará		0,600	0,690
Pangola		0,450	0,720
Guinea		0,530	0,570

* Cada período duró 196 días.

En la Tabla 11 se incluyen datos de un estudio realizado por Posada (14) en la Facultad de Ciencias Agrícolas de Medellín, sobre producción de leche por vacas Holstein de aproximadamente cinco años de edad y 550 kg. de peso. En este estudio se compararon los pastos elefante e imperial (Axonopus scoparius) en cuanto a consumo y producción de leche. Debido a que todos los animales (10 por grupo) se les suministró la misma cantidad de concentrado, la diferencia en producción se debió al pasto. El valor nutritivo de los dos pastos era muy similar, según el análisis proximal, y la mayor producción de leche cuando se empleó imperial puede explicarse en base a un mayor consumo.

En un ensayo realizado en la Estación Agropecuaria el Nus, con ganado blanco orejinegro, se encontró mayor producción de leche y mayor consumo de pasto imperial que de elefante, pero menor producción de leche que en pastoreo en rotación en pasto puntero, donde el animal tuvo mayor oportunidad de seleccionar su alimento (7). Tabla 12.

TABLA 11. Comparación de los pastos elefante e imperial en cuanto a producción de leche y consumo.

Pastos	Leche	Consumo
	kg/día/animal	Kg/día/animal
Elefante	10,45	55
Imperial	11,96	66

TABLA 12. Producción de leche y consumo de forraje verde por vacas BON en estabulación y pastoreo.

Tratamiento	Leche	consumo
	Kg/días/vaca	Kg/100 Kg. peso
Elefante	4,5	13,4
Elefante + concentrado	4,4	13,2
Imperial	4,7	14,3
Imperial + concentrado	5,1	14,4
Pastoreo puntero	6,1	
Pastoreo puntero + concentrado.	6,0	

VALOR NUTRITIVO

Se considera que el valor nutritivo de un pasto depende de dos factores: 1) Su composición química y 2) Su digestibilidad.*

*Algunos autores incluyen además la eficiencia de utilización de los nutrimentos digeridos.

Estos dos factores varían principalmente con la edad, fertilidad del suelo, especie de pasto, parte de la planta, período del año y manejo. Frecuentemente el contenido de proteína cruda se toma como un índice del valor nutritivo de un forraje. En las Tablas 13 a 15 se incluyen datos del efecto de la edad en el contenido de proteína de varios pastos, composición química de los elefantes Merker Patiño e híbrido común y contenido de proteína y minerales en angleton y pará.

TABLA 13. Efecto de la edad en el porcentaje de proteína de varios pastos. C.N.IA. Palmira.

Pastos	Porcentaje de proteína		
	4 semanas	8 semanas	12 semanas
Coastal bermuda	11,03	8,75	5,60
Pangola	10,50	9,45	3,41
Elefante	10,85	7,26	3,41
Guinea	10,06	9,28	3,76
Sorgo forrajero	16,45	8,14	4,11

En la Tabla 13 se observa claramente que el contenido de proteína disminuye al aumentar la edad de los pastos y que frecuentemente hay mayor variación dentro de un pasto a diferentes edades que entre diferentes pastos a la misma edad.

En la Tabla 14 puede observarse que al aumentar la edad disminuye el contenido de proteína y de ceniza (minerales) y se aumenta el contenido de fibra y extracto no nitrogenado (carbohidratos).

Como en los casos anteriores, en la Tabla 15 se observa una disminución en el contenido de proteína al aumentar la edad; además se observa una tendencia a disminuir los contenidos de P, K, y Ca.

TABLA 14. Composición química de los elefantes Merker Patiño e híbrido común en dos estados de corte. C.N.I.A. Palmira.

Pastos y Estado	Proteína %	Grasa %	Fibra %	E.N.N. %	Ceniza %
Merker Patiño					
5 semanas	9,75	1,87	28,81	45,02	14,65
10 semanas	4,61	1,95	34,22	48,37	10,81
Híbrido Común					
5 semanas	9,24	1,60	28,21	46,06	14,74
10 semanas	4,79	1,65	36,24	46,25	11,06

TABLA 15. Porcentaje de proteína, fósforo, potasio y calcio en los pastos angleton y pará en tres frecuencias de corte C.N. I.A. Palmira.*

Frecuencia de corte semanas	Angleton				Pará			
	Proteína	P	K	Ca	Prot.	P	K	Ca.
3	8,06	0,33	1,51	0,38	10,62	0,40	1,88	0,37
6	6,69	0,25	1,18	0,37	6,75	0,33	1,75	0,33
9	5,25	0,15	1,18	0,28	6,75	0,32	1,42	0,41

* Datos sin publicar del Programa de Pastos y Forrajes del ICA.

El efecto de la fertilidad del suelo en la composición química del pasto se ilustra por los datos presentados en la Tabla 16. En ambas localidades el pasto puntero estaba en condiciones similares de crecimiento (prefloración), sin embargo las diferencias en valor nutritivo son muy marcadas y se consideran un reflejo de la composición del suelo (1).

TABLA 16. Composición química del pasto puntero que crece en dos suelos con diferentes fertilidad natural.

Región	Suelo						Pasto				
	pH	M.O. %	P ppm	Ca me/100 g.	Mg	K	Prot. %	P %	Ca %	C*	PN**
Caucasia	4,5	2,7	2,3	1,2	2,2	0,28	3,75	0,05	0,25	7,1	40
Valle Sinú	7,2	2,6	22,0	14,4	9,2	0,53	11,32	0,22	0,35	14,3	70

* Cenizas

** Porcentaje de natalidad.

En las Tablas 17 a 19 se incluyen ejemplos del efecto de la especie y de la edad en la digestibilidad de diferentes pastos. Como se observa de los datos presentados en las Tablas 17 y 18 hay diferencias en digestibilidad de diferentes pastos cosechados en estado similar de crecimiento, la festuca media (Festuca elatior) tuvo la mayor digestibilidad en sus diferentes componentes con excepción de la fibra (Tabla 17). Las especies de clima cálido, en general, presentan coeficientes menores de digestibilidad comparados con pastos de clima frío. En un estudio realizado en el Valle del Cauca el pangola aparece como de mejor calidad (9).

TABLA 17. Coeficientes de digestibilidad obtenidos en seis pastos a partir de doce animales (13).

Nutrimientos	Festuca alta	Festuca media	Kikuyo	Orchero	Raigrás anual	Rescate
Materia seca	62,13	70,12	62,88	67,75	61,42	60,57
Proteína	64,66	76,14	64,29	74,28	62,86	69,69
Fibra	69,05	71,44	66,24	72,22	68,59	63,98
Grasa	58,12	58,72	50,29	48,90	53,36	58,60
E.N.N.	62,21	71,28	61,73	67,88	62,75	58,73
N.D.T.*	58,70	66,41	55,86	63,44	60,11	59,02
N.D.T.**	52,89	60,02	52,05	58,27	54,14	52,75

* N.D.T. en base seca.

** N.D.T. basado en equilibrio atmosférico.

Como se puede observar en los datos incluidos en la Tabla 19, en términos generales, la digestibilidad tiende a disminuir al aumentar la edad del pasto.

TABLA 18. Coeficientes de digestibilidad de los pastos guinea, pangola, pará y puntero cultivados en el Valle de Cauca.

Nutrimientos	Guinea	Pangola	Pará	Puntero
Materia seca	58,32	68,79	61,10	59,92
Proteína	51,27	51,19	67,63	47,28
Fibra	67,05	75,91	63,81	70,83
Grasa	48,11	58,10	61,85	66,67
E.N.N.	65,05	70,95	62,94	62,94
N.D.T.**	59,82	62,85	57,34	58,71
N.D.T.***	54,73	57,39	62,11	53,78

* Promedio de tres animales para cada pasto. Datos sin publicar de ovinos del ICA.

** N.D.T. en base seca.

*** N.D.T. Basado en equilibrio atmosférico.

TABLA 19. Digestibilidad in vitro de hojas secas de elefante, guinea y puntero en tres frecuencias de corte. C.N.I.A. Nataim.

Frecuencia	Digestibilidad %		
	Elefante	Guinea	Puntero
3 semanas	67,8	63,5	54,1
6 semanas	45,1	39,3	47,0
9 semanas	32,0	48,3	51,0

Algunos factores ambientales, como la precipitación, parecen estar estrechamente relacionados con la digestibilidad de algunas especies. Estudios realizados por Bernal (3), en el Centro Tulio Ospina, indican que al disminuir la precipitación, época seca, disminuye la digestibilidad "in vitro" del pasto elefante, y aumenta el contenido de sílica, uno de los compuestos químicos que más limita la digestibilidad de los pastos tropicales, pero la tendencia no es tan clara en los pastos guinea y pará. Tabla 20.

TABLA 20. Digestibilidad "in vitro" y contenido de sílica de los pastos elefantes, guinea y pará. *

Corte No.	Precipitación	Elefante		Guinea		Pará	
		DIV***	Sílica	DIV	Sílica	DIV	Sílica
1	501	62,40	4,03	58,61	4,86	54,52	6,72
2	172	55,06	8,85	57,03	7,44	50,23	7,14
3	114	51,83	9,87	57,27	6,29	49,74	5,94
4	214	52,68	8,50	55,31	7,82	50,76	8,06
5	405	57,31	5,54	56,66	6,89	47,62	5,70

* Todos los valores se presentan en porcentaje.

** Precipitación registrada en las 9 semanas anteriores al corte (Intervalo de corte).

*** DIV = Digestibilidad "in vitro"

FORRAJE CONSUMIDO

El consumo de forraje por el animal depende esencialmente de tres factores: 1) La gustosidad ó "palatabilidad" del forraje; 2) La presión de pastoreo ó forraje disponible; y 3) El efecto del medio sobre el animal. Lógicamente cuando el forraje es gustoso, el animal consume más, en el caso cuando se compara el consumo de imperial y elefante (Tablas 11 y 12), el imperial es un pasto de mucha gustosidad.

El efecto de la presión de pastoreo sobre la producción por animal, puede notarse en los datos de Ramírez y otros (16), con pastoreo continuo en pasto puntero. Con un animal por hectárea de la raza BON, la ganancia diaria por animal fue de 290g. En el primer caso hubo subpastoreo (más forraje disponible) y en el segundo sobrepastoreo. Los datos incluidos en la Tabla 21 también ilustran este hecho; con uno y dos animales por hectárea hubo subpastoreo, dando al animal la oportunidad de seleccionar el alimento.

TABLA 21. Pastoreo continuo en pasto pará, C.N.I.A. Turipaná (4).

Detalle	Tratamientos (animales/ha.)			
	1	2	3	4
Días experimentales	380	308	308	308
Forraje disponible*	7,3	4,4	4,1	0,5
Aumento promedio diario,kg.	0,570	0,570	0,440	**

* T/ha. de forraje verde en períodos de 28 días.

** Los potreros no resistieron una carga de 4 animales por hectárea.

Cuando se considera el efecto del medio sobre el animal, se ha observado que en medios desfavorables los animales son menos productivos como resultado, entre otros factores, de un menor consumo de forraje. Tal es el caso de animales "pastoreando" bajo condiciones de topografía muy pendiente, en donde tienen que recorrer bastante terreno y "gastar" mucha energía para obtener el alimento que necesitan. Las ganancias de peso son bajas y por lo general las zonas pendientes se utilizan en mayor proporción para cría y levante que para ceba. También se tiene el caso de climas demasiado cálidos para ciertas razas de ganado, tal es el caso del Valle del Sinú, para el ganado Holstein. Bajo estas condiciones el ganado pasa la mayor parte del tiempo en la sombra y en los pantanos y "pastorean" muy poco, lo cual se refleja en una baja producción.

La precipitación y la temperatura, que son los dos factores ambientales que más influyen en el clima de una región, tienen

una gran influencia sobre la adaptación y producción del ganado.

CARACTERISTICA FISIOLÓGICAS DEL ANIMAL.

En las características fisiológicas del animal se deben considerar principalmente tres factores: 1) Edad; 2) Alimentación anterior; 3) Herencia y 4) Estado fisiológico (Preñez, lactancia, etc.).

Es lógico que los animales que se usan para obtener una buena producción de carne, leche ó lana, deben estar muy bien adaptados al medio; de una edad adecuada para la producción y poseer buenas características genéticas. Además deben estar provistos de minerales, sal y agua y ser vacunados con la frecuencia y contra las enfermedades que indique un buen programa de Sanidad Animal, El control de parásitos, tanto internos como externos, debe hacerse con regularidad y según las exigencias de la zona. Los registros de producción son fundamentales en una buena empresa ganadera.

Con un buen manejo de los factores animal y pasto, según el medio ecológico donde se encuentran, se puede aumentar grandemente el porcentaje de natalidad, reducir la mortalidad y aumentar la productividad de carne, leche o lana.

REFERENCIAS

1. Alarcón, E. y J. Lotero. 1969. Establecimiento, fertilización y manejo de las principales gramíneas y leguminosas forrajeras en dos pisos térmicos de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Bol. Tec. No.5, pp31.
2. Bautista, R., J.H. Maner y Chaverra. 1970. Evaluación de pastos nativos de los páramos bajo cuatro sistemas de pastoreo con ovejas, Revista ICA 5(2): 149-155.
3. Bernal, J. 1971. Manejo de praderas. ICA. 18p. (Mimeografiado).
4. _____. 1974. Evaluation of carbohydrate reserves, yield and quality in three tropical grasses. Ph.D. dissertation. Iowa State University, Ames, Iowa. (Unpublished) 178p.
5. _____. et al. 1974. Factores ecológicos en la producción de forrajes. En: Curso de Pastos y Ganadería ICA-FEDEGAN. p22-40.
6. Herrera, G., J. Bernal y J. Lotero. 1967. Altura de corte en pasto elefante. Agric. Trop. 23: 521-527.
7. Instituto Colombiano Agropecuario. 1969. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual de Progreso.
8. _____. 1970. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual de progreso.
9. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. S.F. Estudios sobre digestibilidad de pastos. Informe de Progreso. Bogotá, Colombia, pp.19.
10. Lotero, J. 1967. Relación suelo - planta - animal. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. de Div. No. 15. C.N.I.A. Turipaná. p. 43 - 49.
11. _____. J. Bernal y G. Herrera. 1967. Distancia de siembra y aplicación de nitrógeno en pasto elefante. Revista ICA 2 (2): 123 - 133.
12. Mott, G.O. 1966. Evaluación de la producción de forrajes. En: Forrajes. Ed. por H.D. Hughes, M.R. Heath y D.S. Mercalfe. Co. Edt. Continental, S.A. México.
13. Naranjo, A. 1965. Digestibilidad aparente de seis gramíneas de clima frío. Tesis de grado. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnica. Manizales.

14. Posada, S. 1961. Valor comparativo y consumo de pastos imperial (Axonopus scoparius) y elefante (Pennisetum purpureum) en la producción de leche en vacas Holstein. Univ. Nal., Fac. de Agronomía, Medellín, Tesis de grado.
15. Ramírez, A. et al. 1968. El pastoreo continuo en el pasto puntero. *Agric. Trop.* 24: 657 - 663.
16. Ramírez, S., et al. 1966. Comparaciones de kikuyo y trébol blanco en una mezcla de gramíneas y tréboles para vacas lactantes en pastoreo. Instituto Colombiano Agropecuario. Día de Campo. Ciencias Animales, Tibaitatá.
17. Villamizar, F. y J. Lotero. 1967. Respuesta del pasto pangola a diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. *Revista ICA 2 (1)* : 57 - 70.
18. Vélez, G, F. 1974. Sistemas de utilización de pastos. En: *Cursos de pastos u ganadería.* ICA - FEDEGAN. P. 83-94.
19. Voisín, A. 1959. *Grass productivity.* Philosophical Library Inc. New York. 353 p.

/lmb.