

Capítulo 14

Producción y Utilización de Forrajeras Convencionales Cultivadas en el Semiárido Brasileño

Ana Clara Rodrigues Cavalcante

*Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa),
Embrapa Caprinos y Ovinos, Sobral, Ceará, Brazil*

Introducción

El prolongado periodo de sequía en las zonas semiáridas de Brasil, con una duración mayor a ocho meses, hace que el cultivo estratégico de forrajeras en la época de lluvias sea fundamental para la sostenibilidad de la producción animal. Con este fin, se cultivan varios tipos de forrajeras: forrajeras temporales cultivadas sólo en la época de lluvias, en general utilizadas como reserva estratégica para la época seca, y forrajeras perennes que tienen como principal característica su resistencia a la sequía.

De acuerdo con los datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2006), más de 210.000 ha en la región nordeste de Brasil están cultivadas con forrajeras exóticas, de las cuales el cactus (palma forrajera) es la especie más cultivada (Tabla 1).

Tabla 1. Productividad de las principales especies forrajeras cultivadas en el nordeste brasileño.

Forrajera	Producción total (ton) ⁽¹⁾	Área cosechada (ha)	Productividad (ton MS/ha año) ⁽²⁾
<i>Perennes</i>			
Pasto elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>)	1.278.281	64.631,44	19,78
Otras forrajeras ⁽³⁾	252.188	14.174,37	17,79
Cactus ⁽⁴⁾ (<i>Opuntia ficus indica</i>)	1.859.145	113.385,47	16,40
<i>Temporales</i>			
Maíz forrajero (<i>Zea mays</i>)	212.019	18.736,85	11,32
Sorgo forrajero (<i>Sorghum bicolor</i>)	58.583	5.255,64	11,15
Total (temporales y perennes)	3.660.216	216.183,77	16,93

Fuente: IBGE (2006).

Notas: ⁽¹⁾Valores expresados en materia fresca; ⁽²⁾Toneladas de materia seca por hectárea por año; ⁽³⁾En particular pasto *buffel*, *Andropogon* y leguminosas. ⁽⁴⁾Planta conocida en Brasil con el nombre de palma forrajera.

Todas estas especies son cultivadas para complementar el pastoreo de los rebaños bovinos, caprinos y ovinos que se crían en las 82 millones de hectáreas de la Caatinga, la vegetación nativa típica del noreste de Brasil, cuya productividad media —2 ton MS forrajera/ha/año— es insuficiente para alimentar el rebaño de la región (Araújo Filho y Carvalho, 1995).

La distribución de las forrajeras perennes a lo largo de los 900.000 km² del semiárido brasileño está asociada con el principal factor limitante para el establecimiento de pastos en esta región: la baja precipitación pluvial en las zonas fisiográficas del noreste brasileño (Figura 1)

Las forrajeras de mayor productividad están localizadas en las zonas de la Figura 1a, donde hay mayor precipitación (áreas verdes), mientras que las forrajeras más adaptadas a la sequía tienden a concentrarse en las áreas de color marrón claro, las cuales coinciden con las áreas más secas de la Caatinga (Figura 1b).

Los productores cultivan especies vegetales para la alimentación humana en la época de lluvias, enfatizando menos en el cultivo de forrajeras que tienen un rol secundario. En estas condiciones de subordinación a los cultivos agrícolas, sólo las plantas más tolerantes a la sequía, que no necesariamente son las de mayor rendimiento, tienen probabilidades de sobrevivir las sequías prolongadas, comunes en la zona. Este ha sido uno de los factores determinantes para la expansión de las áreas cultivadas con opuntia (palma forrajera), en particular en zonas con una precipitación menor de 300 mm en los estados de Río Grande do Norte, Paraíba y Pernambuco (Figura 1a), donde la opuntia encuentra condiciones climáticas y fisiográficas ideales para su desarrollo.

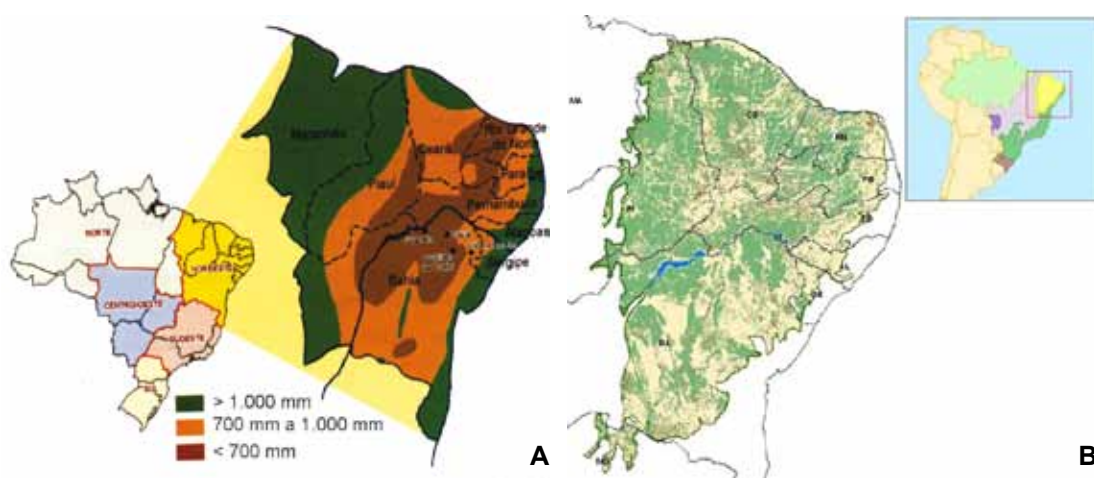


Figura 1. (a) Precipitación anual en el noreste brasileño (Caritas Brasileira, 2001). (b) Distribución de las áreas de la Caatinga en el semiárido brasileño (IBGE, 2004).

En zonas de mayor precipitación, con aproximadamente 700 mm, es común el cultivo de otras forrajes, gran parte de ellas gramíneas, las cuales, por su fisiología, presentan altas tasas de crecimiento y producción de biomasa. Entre ellas, se puede citar al pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), que la mayoría de las veces es irrigado durante la época seca. También en estas áreas, se han introducido recientemente gramíneas del género *Panicum* (p. ej. los pastos Tanzania y Mombasa), las cuales tienen características de alta productividad y adaptación al manejo rotacional de pasturas.

Forrajes Convencionales para Pastoreo en Zonas Semiáridas

En esta categoría se incluyen especies adaptadas a la escasez de agua y especies de alta producción en regadío para lugares donde existe disponibilidad de agua de riego.

Entre las especies adaptadas a la escasez de agua, se destacan: pasto Andropogon (*Andropogon gayanus*), pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), pasto Corriente (*Urochloa mosambicensis*) y Grama – un tipo de pasto Bermuda (*Cynodon dactylon* CV. *Aridus* var. *Callie*). Algunas de las principales características de estas especies se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de producción y de calidad de las principales gramíneas adaptadas a regiones semiáridas.

Especie Forrajera	Tolerancia a suelos pobres	MS ton/ha/año	Proteína cruda (%)	DIVMS (%)	Capacidad de carga UA/ha
Andropogon (<i>Andropogon gayanus</i>)	Alta	12-15	6-9	58	1,5-2,0
Buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>)	Alta	5-12	7-10	50	1,0-1,5
Rhodes (<i>Chloris gayana</i>)	Media	6-15	6-10	55	1,0-1,5
Corriente (<i>Urochloa mosambicensis</i>)	Media	8-12	10-14	55	1,0-1,2
Gramma (<i>Cynodon dactylon</i>)	Media	8-12	9-14	42	1,5-2,0

Fuentes: adaptado de Cavalcante *et al.* (2005); Souza (2005).

Notas: MS = Materia Seca; DIVMS = digestibilidad in vitro de la materia seca; UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo.

Pasto buffel

El pasto buffel es el más importante si se toma en cuenta su área cultivada en la región nordeste de Brasil y el conocimiento de su cultivo y producción por los productores. Esta gramínea polimórfica de estación caliente crece de forma

Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



Pasto buffel en floración

natural desde el África a la India. Fue introducida en diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo por sus características de resistencia a la sequía en función de su rápida germinación y establecimiento, precocidad en la producción de semillas y capacidad de entrar en latencia durante los períodos críticos de escasez de agua. En Brasil, esta especie se introdujo en São Paulo, sin embargo, su mayor contribución como recurso forrajero ha sido en la formación de pasturas en las regiones semiáridas del país (Araújo Filho, 1988).

Varios cultivares fueron evaluados en las condiciones del semiárido brasileño; por ejemplo cultivares de porte alto (*Biloela*, *Molopo*, *Numbank*), de porte mediano (*Americano*, *CAPSTA 7754* y *Aridus*), y de porte bajo (*West Australia*). Estudios realizados por investigadores de Embrapa Semiárido utilizando algunos de estos cultivares/accesiones demostraron que, a pesar de las diferencias morfológicas, su productividad y capacidad de carga fueron similares (Tabla 3), lo cual permite el uso de más de un cultivar en las condiciones del semiárido brasileño. Sin embargo, las restricciones en disponibilidad y calidad de semilla limitaron su dispersión. La limitada dispersión de algunos cultivares también tuvo que ver con su aceptabilidad por los caprinos y ovinos.

En la década de 1980 Embrapa Caprinos promocionó el cultivar *Aridus* con material proveniente de Kenia. Este cultivar de porte medio, puede alcanzar hasta 1,2 m de altura, es resistente a la sequía y aceptable por los ovinos y caprinos con un índice

Tabla 3. Características morfológicas y productivas de cuatro variedades de pasto buffel.

Cultivares/accesiones	Características morfológicas		
	Altura (cm)	Color del tallo	Color de la semilla
<i>Biloela</i>	97	Verde	Paja
<i>Molopo</i>	106	Verde	Paja
<i>Numbank</i>	108	Verde	Paja
Accesión CPATSA 7754	88	Morado	Morado
Cultivares/accesiones	Características productivas ⁽¹⁾		
	Disponibilidad de forraje a la floración (kg MS)	Ganancia de peso de bovinos (kg/ha/año)	Capacidad de carga (UA/ha)
<i>Biloela</i>	2.331	309	1,5
<i>Molopo</i>	2.733	298	1,6
<i>Numbank</i>	3.358	246	1,5
Accesión CPATSA 7754	3.889	226	1,4

Fuente: Oliveira *et al.* (1998).

Notas: MS = materia seca; UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo.

⁽¹⁾ Media obtenida en cuatro años de evaluación.

de utilización de 76%, sin embargo, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca es baja (43,5%) como en el caso de otros cultivares (Araújo Filho, 1988).

La plantación de pasto *buffel* para la formación de pasturas debe ser realizada de preferencia en suelos livianos y profundos, debiendo evitarse suelos encharcados, siguiendo una siembra en surcos, huecos o al voleo. La siembra debe ser hecha con semillas cosechadas por lo menos 6 meses antes, pues ese es el período de latencia (Oliveira, 1993). Para resolver el problema de latencia prolongada se probaron diferentes métodos, entre los cuales la escarificación de semillas, 168 días después de la cosecha, fue el procedimiento más eficiente (dando lugar a 60% de germinación). La cantidad de semilla utilizada en la siembra puede variar entre 5 y 10 kg/ha, siendo importante que la semilla tenga al menos 30% de valor cultural (producto aritmético entre el porcentaje de pureza y el porcentaje de germinación). Si el método de siembra es al voleo, utilizar 10 kg/ha.

El espaciamiento puede variar de 0,50 a 1,00 m entre hoyos, dejándose en promedio 20 semillas por hueco. En la siembra en surcos, éstos pueden tener distancias de 0,50 m a 1,00 m entre ellos, sembrándose en promedio 70 semillas por metro lineal. Para aumentar la eficiencia, es importante cubrir ligeramente las semillas, así se evitan pérdidas debidas a los pájaros y al viento (Oliveira, 1993).

El manejo correcto de las áreas de pastoreo debe respetar la capacidad de carga evitando que ésta sea sobrepasada. Con una intensidad de utilización que no supere 70%, independientemente de que el método de pastoreo sea rotacional o continuo, se evita sobrepasar la capacidad de carga y que el pasto se degrade.

Fotos: Ana Clara Rodrigues Cavalcante



Una guía para el manejo de *Panicum maximum*; 0% de utilización (a), 50% de utilización (b) y 75% de utilización (c)

Otras forrajeras para pastoreo

El agua es el principal factor limitante de la producción en la mayor parte de la región semiárida, sin embargo es posible establecer pequeñas áreas de regadío con alto potencial de producción en las márgenes de ríos con caudal durante todo el año; y utilizando aguadas, reservorios y pozos de alto caudal, posibilitando la introducción de otras especies forrajeras menos adaptadas a las condiciones semiáridas pero mucho más productivas (Cavalcante *et al.*, 2005). Es obvio que la utilización de agua de riego debe en estos casos seguir normas conservativas y conceptos de productividad de agua (Molden *et al.*, 2010). Entre las plantas adecuadas para estas condiciones, se destacan las gramíneas del género *Panicum*, tales como Tanzania, *Massai* y *Mombasa*; también

las gramíneas del género *Cynodon*, como los pastos *Tifton* y *Coast Cross*. La Tabla 4 proporciona información relativa a estas gramíneas.

En general, las semillas de las forrajeras del género *Panicum* tienen buena calidad y son disponibles al ser producidas por grandes empresas que las distribuyen en todo el país. Las gramíneas del género *Cynodon* son de más difícil multiplicación al propagarse vegetativamente.

El recuadro describe una experiencia conducida con productores del semiárido brasileño utilizando gramíneas forrajeras.

Tabla 4. Características de forrajeras irrigadas para pastoreo de caprinos y ovinos.

Especie Forrajera	MS ton/ha/año	Proteína cruda (%)	DIVMS (%)	Capacidad de carga UA/ha/año
<i>Tifton (Cynodon dactylon)</i>	10-22	12-16	64	5-7
Tanzania (<i>Panicum maximum</i>)	20-26	12-16	65	6-8
Mombasa (<i>Panicum maximum</i>)	20-28	12-16	65	6-8
Massai (<i>Panicum maximum</i>)	12-22	8-12	60	5-7
Aruana (<i>Panicum maximum</i>)	18-21	8-14	70	5-7
Aries (<i>Panicum maximum</i>)	18-20	10-15	70	5-7
<i>Pennisetum purpureum</i>	8-18	7-12	60	6-8

Fuente: Aguiar (1997).

Notas: MS = Materia seca; DIVMS = digestibilidad in vitro de la materia seca; UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo.

Forrajeras Convencionales para Corte en Áreas Semiáridas

Este tipo de forrajeras es utilizado en un gran número de sistemas de producción durante la época seca. Existen forrajeras en esta categoría que son manejadas en condiciones de secano y también con riego.

La palma forrajera

La palma forrajera, una forrajera incluyendo especies pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, constituye el principal cultivo de secano para usarlo en alimentación estratégica en la época seca. Por su uso generalizado esta planta es considerada en Brasil como una forrajera convencional en contraste con otros países en los que su condición de cultivo no generalizado la califica más bien como una forrajera no convencional. Existen varias versiones de cómo esta planta fue introducida al Brasil; sin embargo, los primeros registros de su uso como forraje son recientes y

proviene de la tercera década del siglo XX. Las principales áreas de cultivo incluyen el Cariri de Paraíba, y las regiones Agreste y Serrato de Halagaos. También se cultiva, aunque en menor proporción, en las zonas serranas y de Caatinga alta de Ceará y en el estado de Río Grande do Norte.

En la Tabla 5 se pueden observar las principales características de los tres tipos de palma forrajera más cultivados en la región semiárida brasileña.

Las condiciones ambientales para establecer la palma forrajera en el semiárido brasileño incluyen: temperaturas entre 18 y 38°C, humedad relativa entre 55 y 70% (tales condiciones son encontradas en regiones donde la altitud sobrepasa los 400 msnm), precipitación pluvial entre 400 y 800 mm bien distribuidos y topografía levemente ondulada. Estas plantas necesitan suelos bien drenados, de buena fertilidad y que no tengan problemas de salinidad (Farias *et al.*, 2005).

La preparación del área de plantío debe ser hecha en la época seca. Es fundamental plantar mudas (plántulas almacigadas) sanas y de tipos resistentes a las principales enfermedades. El espaciamiento es clave para la productividad de esta especie. El aumento gradual de la densidad, de 6.300 a 36.300 plantas/ha con fertilización adecuada, resultó en un aumento significativo de la producción de biomasa: 20 ton MS/ha/año (Menezes *et al.*, 2005). Sin embargo, se necesita evaluar si la fertilización es económicamente viable. En la Tabla 6 se presentan resultados del efecto de fertilización en la productividad y el impacto de esta práctica en el costo de producción de la materia seca.

Tabla 5. Principales características de los tipos de palma forrajera cultivados en el semiárido brasileño.

Característica	Palma Gigante (<i>Opuntia ficus indica</i>)	Palma Redonda (<i>Opuntia ficus indica</i>)	Palma Menuda (<i>Nopalea cochenillifera</i>)
Porte	Arbustivo	Arbustivo	Arbustivo
Hábito de crecimiento	Semierecto	Semierecto	Erecto
Forma de la hoja	Elíptica	Circular	Ovoide
Tamaño de la hoja	Grande	Grande	Pequeña
Tonalidad de color	Verde ceniza	Verde ceniza	Verde oscura
Tolerancia a cochinilla	Alta	Alta	Baja
Tolerancia a la podredumbre negra ⁽¹⁾	Baja	Baja	Baja
Productividad (ton MV/ha año)	100-133	76-158	44-111
Productividad (ton MS/ha año)	15	20	17
Materia seca (%)	11,8	14,7	12,5
Proteína cruda (%)	5,02	5,14	3,34

Fuentes: Adaptado de Valadares Filho *et al.* (2006); Santos *et al.* (2005a).

Notas: MV = Materia verde; MS = Materias seca.

⁽¹⁾Podredumbre causada por *Strionremadiplodia frumentii*.

Observaciones hechas por agricultores investigadores en la evaluación de forrajeras exóticas para uso en pastoreo en Quixadá, Ceará, Brasil



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

Durante la ejecución de un proyecto de investigación adaptativa y participativa, en asociación con ICARDA con financiamiento del FIDA, agricultores-experimentadores de la comunidad de Boa Vista localizada en Quixadá, Ceará, evaluaron forrajeras adaptadas a la sequía y de producción con riego (ICARDA, 2009). Los productores seleccionaron los pastos más promisorios con base en discusiones técnicas en las que se contrastaron sus propios criterios con los de investigadores de Embrapa Caprinos y Ovinos. Las conclusiones de los productores al estudiar las gramíneas *Andropogon* y *buffel* (adaptadas a la sequía) y braquiaria (*Brachiaria brizantha*), Tanzania y Massai (*Panicum maximum*; ambas forrajeras para zonas con riego) fueron:

- 1) Las semillas de gramíneas adaptadas al semiárido tienen baja calidad, en especial las semillas del pasto *buffel*, lo cual determina una necesidad de establecer bancos de semillas de forrajeras donde se pueda trabajar en mejorar la calidad de la semilla.
- 2) El pasto *Andropogon* tiene potencial productivo pero además produce gran cantidad de tallo. El manejo de este pasto debe ser rotacional, con períodos cortos de descanso (21 días) para evitar acumulación de tallos y aprovechar la mejor calidad.
- 3) Los pastos Massai, Tanzania y braquiaria producen forraje con alta relación hoja:tallo, y por tanto son opciones para ser usados de forma diferida en áreas cercadas, en condiciones de secano, como fuente de producción de fibra. En tales condiciones es necesaria una leve suplementación proteica, p. ej. con heno de leguminosas arbustivas. Además aportan una mayor eficiencia en planes de terminación de corderos en un sistema rotacional irrigado, cuyas ganancias de peso se adecuan para producir lotes de animales homogéneos con alta demanda en el mercado.

Los resultados resumidos en la Tabla 6 muestran que el efecto de la fertilización en aumentar la producción es mínimo en la condición de menor densidad de plantas/ha, y que este efecto sólo se manifiesta con alguna diferencia en altas densidades.

Tabla 6. Productividad y costo con fertilización de palma forrajera en condiciones de Agreste en Brasil.

Niveles de fertilización (kg N/ha) ⁽¹⁾	<i>Opuntia ficus indica</i>		<i>Nopalea cochenillifera</i>	
	5.000 (pl/ha)	40.000 (pl/ha)	5.000 (pl/ha)	40.000 (pl/ha)
Productividad (ton MS/ha)				
0	7,9	12,8	7,9	13,3
150	9,0	16,5	7,6	16,1
300	8,7	17,0	6,9	17,3
450	8,9	17,4	6,3	17,3
600	8,4	22,7	7,1	20,2
Costo de la fertilización (en R\$) para obtener la productividad anterior				
0	0	0	0	0
150	164,58	145,45	194,90	154,89
300	387,93	363,97	413,04	348,99
450	549,86	549,57	616,07	562,50
600	794,64	574,89	665,49	642,33

Fuente: Dubeux Jr. y Santos (2005).

Nota: ⁽¹⁾ Para efectos de cálculo, se utilizó urea como fertilizante (48 %N), el costo de un kg de este compuesto es R\$ 0,60 (2005: 1US\$ = 0.26 Real Brasileño).

Aunque se requieren estudios adicionales de fertilización para la sostenibilidad de la producción, se recomienda el uso de la fertilización nitrogenada con altas densidades de planta si los retornos de la producción animal compensan la inversión en fertilizante. Es conveniente recordar, comparativamente, que con niveles bastante menores (50 a 200 kg N/ha), es posible obtener similar productividad en gramíneas tropicales (22 ton MS/ha año) (Valentim *et al.*, 2001).

En las regiones semiáridas, con limitaciones de disponibilidad de agua inclusive para consumo humano, la palma forrajera contribuye a reducir la necesidad de almacenamiento de agua para los animales debido a su alto contenido de humedad: una hectárea de palma forrajera puede proveer hasta 90.000 litros de agua (Santos *et al.*, 1996).

Pasto elefante, una opción para producción con riego

En lo que respecta a forrajeras irrigadas para corte, el pasto elefante se presenta como la principal opción utilizada por los productores. Las ventajas de su uso son: alta respuesta productiva al riego y a la fertilización, alta producción de masa verde, facilidad de manejo en un sistema rotacional de uso de pasto, posibilidad de conservación como heno o ensilaje y elevada aceptabilidad por rumiantes bovinos, ovinos y caprinos. En lo referente a valor nutritivo, el pasto elefante se parece a las demás gramíneas tropicales, con pequeñas diferencias entre cultivares (Tabla 7).

Tabla 7. Composición química de cultivares de pasto elefante con alrededor de 60 días de edad.

Nutriente (%)	Cultivares de Pasto elefante				
	Camerún	Enano	Pastoreo	<i>Napier</i>	Rojo
Materia seca (MS)	13,5	18,6	16,0	21,9	23,2
Minerales	11,5	9,7	11,2	9,5	8,1
Proteína cruda	7,8	7,0	8,4	10,6	8,9
Fibra neutro detergente (FDN)	67,7	68,3	66,0	60,0	75,8
Lignina	6,4	nd	3,7	6,8	9,6
Nutrientes digestibles totales (NDT)	58,5	50,2	60,2	52,2	nd
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS	63,7	68,8	68,8	64,3	nd

Fuente: Valadares Filho *et al.* (2006).

Nota: nd = no disponible.

El cultivar *Napier* resultó contar con un mejor valor nutritivo para la alimentación de rumiantes que los demás cultivares. Este pasto es además el más utilizado en la región semiárida de Brasil. Por esta razón la discusión que procede se centra en este cultivar.

Se ha observado que el proceso de maduración del pasto elefante está conectado con una relación inversamente proporcional entre la calidad del forraje y el rendimiento (Figura 2). A medida que aumenta la edad, los contenidos de fibra detergente neutro aumentan de forma lineal, mientras que los contenidos de proteína cruda despliegan un descenso gradual, tendiendo a la estabilidad al final de la maduración. Con fines de manejo la variable clave de ser tomada en cuenta es el rendimiento, el cual exhibe un comportamiento cuadrático con la edad, existiendo un punto a partir del cual el aumento en edad no representa un aumento en rendimiento. Por tanto es importante encontrar un punto de equilibrio que procure optimizar la productividad sin sacrificar la calidad del pasto.

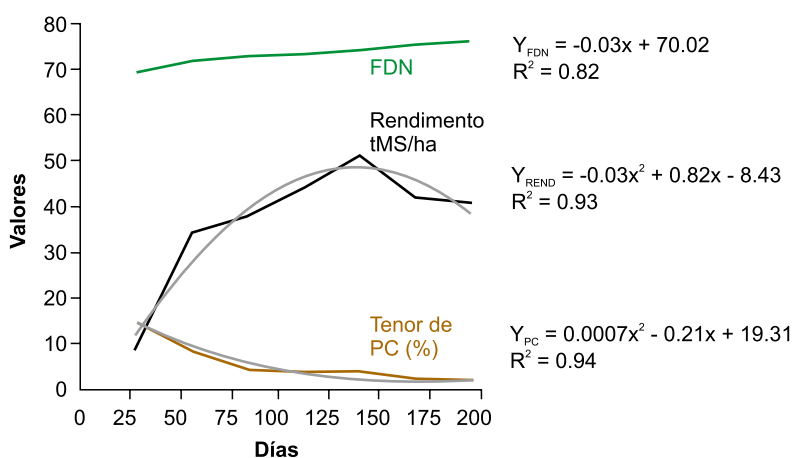


Figura 2. Relación entre la edad de la planta, nivel de proteína cruda, fibra y rendimiento de pasto elefante cv. Napier.

Fuentes: Adaptado de Mozzer (1993) y Valadares Filho *et al.* (2006).

Notas: PC = Proteína cruda; MV = Materia verde; FDN = Fibra detergente neutro.

Y_{FDN} = Ecuación de regresión de la fibra.

y_{Rend} = Ecuación de regresión del rendimiento.

y_{PC} = Ecuación de regresión de la proteína cruda.

El uso de herramientas como la morfogénesis ha tratado de establecer reglas de manejo basadas en la tasa de brote y senescencia de las hojas, ya que ese es el ciclo que determina la acumulación de biomasa en el dosel (Gomide, 1997). Para el pasto elefante, el manejo fisiológico determina que el corte sea efectuado cuando el pasto presenta en promedio ocho hojas completamente expandidas por macollo. El tiempo medio para el brote de una hoja es de siete días (Andrade, 2001), una condición que en el semiárido brasileño se cumple si los intervalos de corte son de aproximadamente 70 días. En esas condiciones, el pasto presenta niveles de proteína cruda de aproximadamente 8% y una productividad de 24 ton de materia verde/ha (según la ecuación de regresión de la Figura 2). Por esto, para que el productor pueda disponer cada día de un pasto con esas características, debe dividir su área con pasto de corte en fajas, de manera que haya pasto de diferentes edades (Figura 3).

Forrajeras Convencionales Para Uso Como Reserva Estratégica de Forraje

La estacionalidad en la producción de forraje (Figura 4) es un factor determinante de la eficiencia de producción de forraje y da lugar a periodos de exceso y déficit de forraje en las épocas lluviosa y seca, respectivamente. Por lo tanto, es obvia la

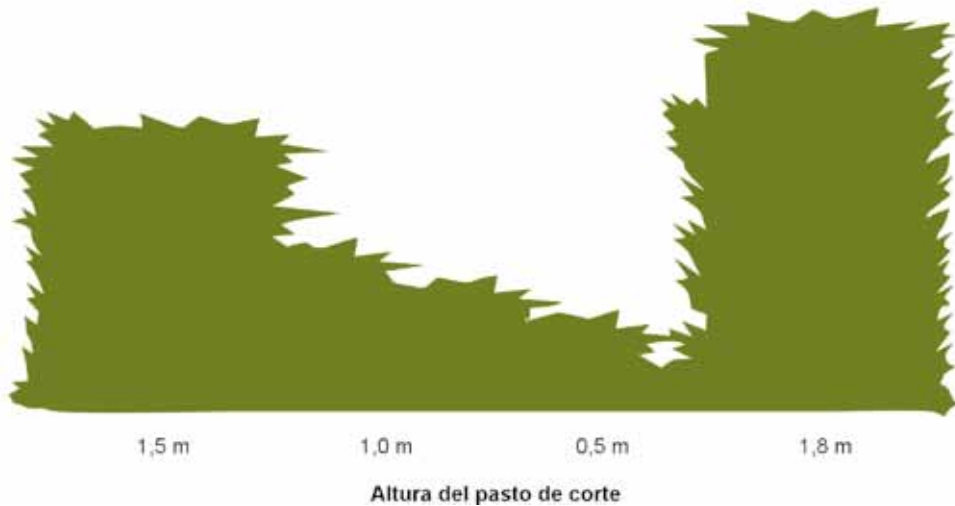


Figura 3. Ejemplo de manejo de un área con pasto de corte.

Fuente: Mozzer, 1993.

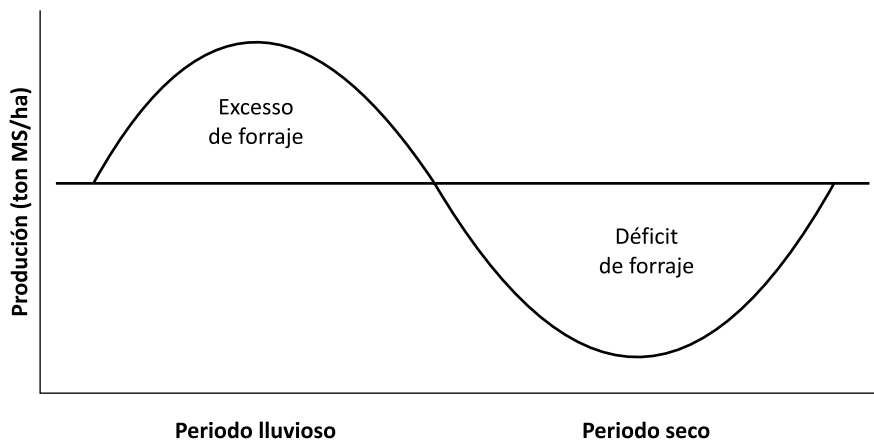


Figura 4. Distribución de la producción de forraje durante el año.

Fuente: adaptado de Mozzer, 1993.

necesidad de conservar forrajes henificados o ensilados para usarlos durante la larga época seca que en el semiárido puede durar hasta nueve meses. Por este motivo, la conservación de forrajes en la forma de ensilaje es una de las maneras más fáciles de garantizar una reserva estratégica. En la región semiárida brasileña, las dos forrajes más cultivadas para ese propósito son el maíz y el sorgo.

Maíz

El maíz es un cultivo de uso múltiple en esta región. La producción se destina a la alimentación humana, alimentación de rumiantes (ensilaje y granos) y alimentación de monogástricos (granos). El cultivo del maíz es bastante exigente en agua (700 mm para empezar la floración), por lo tanto su cultivo tiene alto riesgo en áreas de la Caatinga donde la precipitación pluvial es irregular y está por debajo de los requerimientos del cultivo. No obstante, el maíz es uno de los principales cultivos del semiárido; es más, forma parte de la cultura de cultivo de esta región. El desarrollo de variedades de maíz de ciclo corto y el rescate de semillas criollas por comunidades tradicionales, han contribuido para que el cultivo de maíz sea viable. Algunas variedades tienen una amplia diseminación y contribuyen a la seguridad alimentaria de la población humana y animal en áreas de riesgo climático con períodos de precipitación irregular (Tabla 8).

Tabla 8. Características productivas de variedades de maíz para la región semiárida brasileña.

Características	Variedades ⁽¹⁾					
	<i>Sertanejo</i> BR 5011	<i>Caatingueiro</i>	<i>Assum Preto</i>	<i>Asa Branca</i> BR 5033	BR 106	San Francisco
Precocidad:						
Categoría	SMP	SPP	SPP	P	P	P
Días hasta la cosecha	90	90	100	110	130	110-115
Altura de planta (cm)	2,0-2,3	1,7-1,9	1,8-2,0	1,9-2,1	2,4	2,0-2,1
Tono del grano amarillo	Intenso	Naranja	Naranja	Naranja	Oro	Naranja
Densidad (mil pl/ha)	30-40	30-40	50	30-40	40-50	50
Rendimiento grano (ton/ha)	5	2-3	2-3	5-6 ⁽²⁾	5-6	4.5

Fuentes: adaptado de Carvalho *et al.* (2004a); Carvalho *et al.* (2004b); Carvalho *et al.* (2004c); Carvalho *et al.* (2004d); Carvalho *et al.* (2004e).

Notas: SPP = Superprecoz; SMP = Semiprecoz; P = Precoz; ⁽¹⁾Todas las variedades requirieron una cantidad de semilla para la siembra de 18-20 kg/ha; ⁽²⁾Las hojas permanecen verdes, inclusive con la maduración del grano.

Sorgo

Otra opción forrajera es el sorgo, una especie que cuenta con mayor tolerancia a la sequía y producción aceptable en zonas de baja precipitación (media de 300 mm). El sorgo puede ser cultivado tanto en seco como en condiciones de irrigación. La irrigación es utilizada para aprovechar el rebrote, que produce hasta 70% de la producción de este cultivo. El sorgo tiene varios tipos de variedades e híbridos, en este

último caso produciendo rendimientos deseables (Tabla 9). Existen diferentes tipos de sorgo, para producir forraje para ensilaje, granos y también sorgos de doble propósito (para grano y forraje).

Como el grano de sorgo queda expuesto en la siembra, es bastante susceptible al ataque de los pájaros. Aunque la presencia de tanino representa una barrera química al consumo del grano por parte de los pájaros, no se recomienda sembrar este tipo de sorgo si el grano será utilizado también en la alimentación de aves domésticas.

Tabla 9. Características productivas de híbridos de sorgo para la región semiárida brasileña.

Características	Híbrido BR 700	Híbrido BR 601	Híbrido BRS 506
Finalidad principal	Granos	Forraje	Uso múltiple
Ciclo productivo			
Florecimiento (días)	65-75	75	75-85
Cosecha (días posplantío)	85-100	90-100	120-130
Altura de la planta (cm.)	220-250	300	300-330
Tipo de panícula	Semiabierta	Semiabierta	Semiabierta
Color del grano	Castaño	Rojo	Blanco
Presencia de tanino	Sí	No	No
Resistencia al encame	Buena	Moderada	Poco resistente
Resistencia a enfermedades			
Antracnosis	Moderada	Moderada	ne
Roya	Moderada	Resistente	ne
Cercosporiosis	Resistente	Resistente	ne
Helmintosporiosis	Resistente	Susceptible	ne
Rendimiento			
Masa verde total (ton/ha)	30-40	45-50	50-60
Grano (ton/ha)	5,0	3,0	1,5
Densidad (mil plantas/ha)	140-170	140	110-120
Semilla para siembra (kg/ha)	8-10	8	8

Fuente: Santos (2000).

Nota: ne = No estimada.

Eficiencia de Uso de Agua en las Forrajeras Convencionales del Semiárido Brasileño

La eficiencia de uso de agua es crítica para la productividad y sobrevivencia de las especies forrajeras en ambientes semiáridos. De todos los tipos de plantas las

cactáceas se cuentan entre las más eficientes, con un sistema diferente de captación de carbono y un bajo requerimiento de agua: entre 100 y 200 g de agua para producir un gramo de materia seca (Boyer, 1996).

Las plantas C4, representadas por las forrajeras tropicales y gramíneas, consumen entre 250 y 350 gramos de agua por gramo de materia seca producida, mientras que las plantas C3, incluyendo forrajeras templadas y leguminosas, consumen entre 550 y 750 gramos por gramo de materia seca producida. Las plantas C4, en relación con las C3, presentan una evolución asociada con la restricción hídrica, haciendo que sean más eficientes en el uso de agua (Pedreira *et al.*, 1998).

La región nordeste de Brasil concentra 21% de la superficie irrigable del país totalizando 661.500 ha, con temperatura media anual de 28°C y casi ninguna fluctuación en el fotoperiodo. La irrigación de pastos puede ser una opción tecnológica para una parte de la región en las que el cultivo de la palma forrajera sería la opción más recomendable. Sin embargo, para una recomendación final, se deben analizar todas las variables fisiológicas y productivas importantes.

En términos fisiológicos, la palma forrajera es poco tolerante al exceso de humedad, exigiendo suelos bien drenados. Esta demanda contrasta con el hecho de que la mayor parte de los suelos disponibles para irrigación son aluviales, con una alta capacidad de retención de agua. Otro aspecto es la eficiencia de producción de la materia seca. Apenas 10% de la palma forrajera es materia seca, mientras que para otras forrajeras ese porcentaje puede llegar a 30%.

Varios trabajos han mostrado que gramíneas como los pastos elefante y Tanzania (Lourenço *et al.*, 2001; Menezes *et al.*, 2001; Rassini, 2004) presentan mejor respuesta a la irrigación que otras forrajeras más adaptadas, como el pasto *buffel* (Dantas Neto *et al.*, 2000). En una experiencia de investigación participativa, realizada por Embrapa e ICARDA, los agricultores-investigadores corroboraron el resultado de esas investigaciones en sus áreas de experimentación: los pastos *buffel* y *Andropogon* fueron menos productivos con riego que los pastos Tanzania y *Massai*, con aplicación de igual cantidad de agua en un sistema de riego por aspersión (sistema de mayor eficiencia para la distribución de agua en pasturas).

Alternativas Tecnológicas para el Uso Sostenible de las Forrajeras Convencionales en los Sistemas Pecuarios del Semiárido Brasileño

Incorporación del pasto *buffel* en sistemas de manejo silvopastoriles

Tomando en cuenta la fragilidad de las áreas de monocultivo y de pasto nativo, y su uso sostenible en sistemas pecuarios, se presentan dos alternativas tecnológicas en la categoría de sistema silvopastoril.

La primera alternativa es la arborización de las áreas de monocultivo de pasto *buffel*. En pasturas arborizadas, la sombra y la biomasa de los árboles tienen la potencialidad de mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la disponibilidad de nitrógeno para las forrajes herbáceas y mejorar la calidad del forraje, aumentando también la producción de forraje hasta en 28% (Carvalho *et al.*, 1997). Además, tienen efecto directo en la reducción de la evapotranspiración (Ovalle y Avendaño, 1984) y aumento de la disponibilidad de agua en el suelo (Wilson y Wild, 1991).

Los sistemas arborizados para pasturas de *buffel* deben mantener entre 150 y 200 árboles por ha. Lo ideal es la introducción de especies no caducifolias, como *Juazeiro* (*Ziziphus joazeiro*) y *Juazeiro* (*Caesalpinia ferrea*); pero como en general estas especies son de crecimiento lento, la introducción de otras especies, con preferencia leguminosas, contribuye al funcionamiento del sistema. Entre las especies nativas, se recomiendan: *Mororó* (*Bahuinia cheilantha* Kurz.), *Sabiá* (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) y *Jurema Preta* (*Mimosa tenuiflora* Benth). Entre las especies cultivadas, se sugiere *gliricidia* (*Gliricidia sepium*) y *leucaena* (*Leucaena leucocephala*).

El plantío de árboles se puede realizar en fajas o con una distribución aleatoria a lo largo del área. Lo recomendable es plantar plántulas de por lo menos 50 cm de altura y que el área permanezca vedada al pastoreo los dos primeros años.

Otra forma de uso del pasto *buffel* en sistema silvopastoril es introducirlo en áreas raleadas de la Caatinga como forma de aumentar la producción de biomasa del estrato herbáceo. Esta introducción significa un aumento de la capacidad de carga de las pasturas nativas de 3 ha/ovino adulto/año hasta 1 ovino adulto/ha/año (Araújo Filho, 1988).

Sistema Caatinga, *buffel* y leguminosa (CBL)

El sistema CBL (Figura 5), fue desarrollado por Embrapa Semi-Árido con el objetivo de aumentar la oferta de forraje en los sistemas de producción que usan la Caatinga durante la época seca. Las características fundamentales que presenta son: uso de la vegetación nativa de la Caatinga en la época de mayor oferta de forraje, cultivo de pastos tolerantes a la sequía, uso de reservas alimenticias como heno y ensilaje y mantenimiento en reserva de especies tolerantes a la sequía, funcionando como un subsistema capaz de adecuarse e interactuar con los demás componentes de la unidad productiva dentro de la diversidad agroecológica y socioeconómica del semiárido (Guimaraes Filho *et al.*, 1995).

El área de Caatinga en el esquema es utilizada durante dos a cuatro meses en la época de lluvias. La cobertura leñosa puede ser raleada y/o rebajada, para aumentar la producción de forrajes para los animales en este periodo. Otra área es cultivada con *buffel*, una de las gramíneas más tolerantes a la sequía en estos sistemas. Esta pastura es pastoreada de modo rotativo en la época seca. Por último, un área menor es destinada

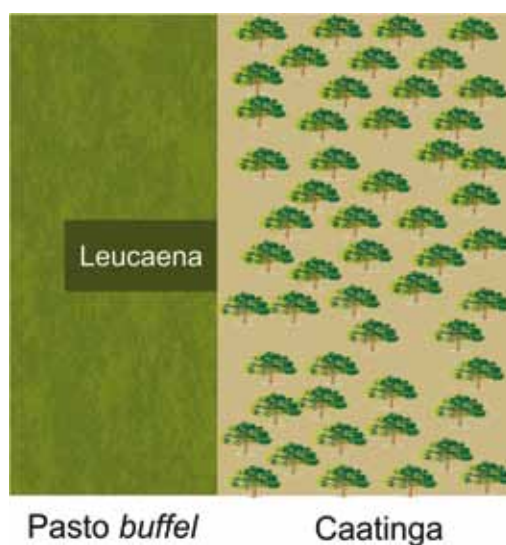


Figura 5. Esquema del Sistema CBL: derecha una representación de la Caatinga; centro un área con leucaena; izquierda un área con pasto buffel

Fuente: Archivo Embrapa Semi-Árido.

al cultivo de plantas fuentes de N (bancos de proteína), en especial leguminosas (p. ej. leucaena) ya sea para pastoreo o para heno el cual es usado como suplemento animal durante la sequía. Existen otros cultivos alternativos como *Manisoba* (*Manihot* spp.) que pueden también ser utilizados como fuente de suplementación de N. Si la palma forrajera es posible de ser cultivada puede también incorporarse como un ingrediente adicional en la suplementación.

La mayor capacidad de carga resultante de la combinación CBL propiciará un mejor uso de las pasturas introducidas (*buffel*) y naturales (Caatinga) (Guimaraes Filho, 2000). La sostenibilidad del pasto *buffel* es obtenida cuando la intensidad de pastoreo es tal que al final de la época seca el área de pastoreo retiene al menos 1.000 kg MS/ha, lo cual corresponde a una altura media del pasto de 15 cm. La leguminosa es producida en la época de lluvia y usada en la producción de forraje conservado. Además, su rebrote es pastoreado por animales de recría/terminación en lotes alimentados en un sistema rotacional en el cual el banco de proteína es pastoreado durante 15 días por un periodo de dos horas/día, con 80 días de descanso. Agotada esta alternativa, los animales pasan a recibir el forraje conservado.

El sistema contempla también el uso de urea como un ingrediente del concentrado y de mezcla mineral, así como de fuentes estratégicas de forraje voluminoso, p. ej. heno de pasto *buffel*, palma forrajera, yuca (*Manihot esculenta*), sandía forrajera (*Citrillus lanatus* cv. Citroides) y *Manisoba* (*Manihot* spp.), para largos periodos de sequía. Es

importante recordar la necesidad de fertilización para reponer nutrientes retirados y mantener una producción sostenible de estos cultivos. Los efectos en la capacidad de carga se describen en la Tabla 10.

Tabla 10. Efecto del CBL en el aumento de la capacidad de carga de áreas de Caatinga.

Indicadores de capacidad de carga	Sistemas	
	Tradicional	CBL
Componente Caatinga (ha/UA ⁽¹⁾)	12,0-15,0	12,0-15,0
Componente Caatinga (UA/ha)	0,066-0,083	0,066-0,083
Componente pasto <i>buffel</i> (ha/UA)	1,0	1,2-1,5
Componente pasto <i>buffel</i> (UA/ha)	1,0	0,66-0,83
Componente leguminosa ⁽²⁾ (UA/ha)	1,5	1,5-2,5
Componente leguminosa (ha/UA)	0,7	0,66-0,40

Fuente: Guimarães Filho *et al.* (1995).

Notas: ⁽¹⁾UA = Unidad animal, cada una equivalente a 450 kg de peso vivo; ⁽²⁾Dos horas de pastoreo por día.

Clones de palma forrajera resistentes a la cochinilla

La cochinilla (*Diaspis echinocacti*) es una de las plagas mayores que amenazan a las palmas forrajeras en el nordeste brasileño. La Empresa Pernambucana de Investigación Agropecuaria (IPA) ha desarrollado clones más resistentes a esta plaga.

El clon IPA-20 presenta mayor resistencia a la cochinilla que los cultivares tradicionales, tiene hábito de crecimiento erecto, floración a partir del segundo año y cladodios en forma de raqueta de tenis; produce además 32 ton de MS/ha/año con un contenido de 10% de materia seca, 70% de nutrientes digestibles totales y 5% de proteína cruda.

El espaciamiento recomendado es de 1,0 m x 0,25 m. para plantío único y de 3,0 m x 1,0 m x 0,5 m para cultivos asociados. La preparación del suelo debe seguir las recomendaciones locales. Para establecer un plantío deben utilizarse los cladodios intermedios, cortados en sus articulaciones con el tronco. Los cladodios deben ser mantenidos en la sombra durante 5 a 10 días antes del plantío y ser sembrados directamente en el suelo. La siembra debe realizarse al final de la época seca. Es necesario fertilizar el plantío con 20 ton de estiércol por ha, después de cada cosecha, inclusive en la época seca.

El control recomendado de plagas se basa en el uso de enemigos naturales (escarabajos y avispas) y también a través de la pulverización con aceite mineral (1%), usando 200 ml de aceite por 200 litros de agua, o con *Querobao*, una mezcla de 100 g de jabón en barra, 100 g de *fumo de cuerda* (un producto negro y rico en nicotina

Foto: Fernando Lucas



Clon de palma forrajera IPA-020

elaborado de hojas maceradas de tabaco (http://pt.wikipedia.org/wiki/Fumo_de_roló), una cuchara de kerosén y 10 litros de agua. Para preparar el *Querobao* debe primero sumergirse el *fumo* por 24 horas en agua hasta formar un tipo de caldo. El jabón debe ser disuelto en agua caliente, para luego añadir el querosene poco a poco. A esta mezcla se añade el caldo de *fumo*. En cualquiera de los dos métodos se usan fumigadoras para la aplicación del producto. La fumigación es hecha cuando hay señal del ataque de plagas en los cultivos. Las plantas con insectos deben ser fumigadas con la solución. Siete días después de la primera pulverización se hace una visita al área y si aún se constata la presencia de insectos se repite la operación hasta lograr su control.

Sacharina de palma forrajera

Esta opción se sustenta en la experiencia de los productores del estado de Alagoas en Brasil quienes enriquecen la caña de azúcar con una fuente de nitrógeno, en

particular la urea, para obtener la *sacharina* (un producto de la fermentación aeróbica de azúcares para mejorar el contenido de proteína cruda del material), cuyo uso llegó a sustituir hasta 70% de los concentrados.

Un tratamiento similar fue aplicado en la palma forrajera, enriqueciéndola con fuentes de nitrógeno y minerales. Con este fin, para una tonelada de palma forrajera se usan seis kilos de urea, dos kilos de una fuente de fósforo (harina de huesos o fosfatos minerales), un kilo de sulfato de magnesio y un kilo de cloruro de sodio, o sal común. La masa se mezcla bien (la palma contiene 90% de agua, suficiente como para formar masa), se distribuye la masa en dirección horizontal en un espesor de 10 cm, en una superficie al aire libre y se deja fermentar. El material debe voltearse cada seis horas en un día. A partir de ese momento ya puede ser usado por los animales. Una alternativa es dejar secar este material al sol por tres días, así la mezcla puede ser almacenada (Carvalho Filho y Languidey, 1997). Este alimento está siendo utilizado para la alimentación de rebaños lecheros con mejoras significativas en la producción de leche durante la época seca. Independientemente de la relación forraje voluminoso:concentrado, las dietas de animales lecheros pueden contener hasta 70% de *sacharina* de palma como concentrado. Este alimento contiene 20% de proteína cruda y 75,5% de nutrientes digestibles totales en base seca.

Uso de pasto elefante para la producción de ensilaje

En general las áreas con pasto de corte, por ejemplo con pasto elefante, no son utilizadas en la época lluviosa. Durante ese período el forraje acumulado puede ser utilizado para la producción de ensilaje. Si el pasto fuera cortado a los 60 a 70 días de ser plantado y premarchitado por ocho horas (aumentando el porcentaje de materia seca hasta 30%), estará listo para ser ensilado, pues tendrá la cantidad suficiente de carbohidratos para permitir una fermentación deseable (Cavalcante y Neiva, 2005). El uso de aditivos (Tabla 11) también puede ser una herramienta para mejorar la fermentación, en particular si el pasto está maduro. Con más de 80 días de edad, los niveles de carbohidratos estarán por debajo de lo necesario para fermentar el material en cuyo caso los aditivos pueden garantizar una buena fermentación.

Uso de sorgo forrajero para producción de ensilaje y como fuente de energía en sustitución del maíz

El sorgo es un cultivo tolerante a la sequía y el grano un material excelente como fuente de energía. La siembra de híbridos con alto rendimiento en grano puede ser una alternativa de bajo costo para los productores. En caso de que el sorgo sea utilizado como única fuente de alimentación para rumiantes, deben usarse variedades con tanino para evitar el ataque de los pájaros.

Tabla 11. Aditivos para ensilaje de pasto elefante.

Aditivo	Finalidad	Porcentaje del total
Residuos agroindustriales	Subir MS	10-30
<i>Fubá</i> de maíz ⁽¹⁾	Subir MS y mejorar fermentación	5
Heno de leguminosas	Subir MS y mejorar fermentación	≤25
Melaza en polvo	Mejorar fermentación	3-5
Inoculantes bacterianos	Mejorar fermentación y valor nutritivo	2-4
Urea	Mejorar valor nutritivo	0,5

Fuente: Evangelista y Lima (2002).

Notas: MS = Materia seca; ⁽¹⁾Harina de maíz cernida con malla fina, tiene alto contenido de almidón, de color amarillo, con 60% de los granos menores de 0.25 milímetros.

Uso de pastoreo rotacional para el manejo de forrajeras convencionales en pasturas cultivadas

Este método de pastoreo permite utilizar la forrajera aprovechando de manera sostenible y óptima su valor nutritivo y potencial productivo. La alternancia de períodos de ocupación y de descanso, hace que los forrajes recuperen del uso y acumulen masa forrajera.

Este método permite que forrajeras convencionales y promisorias para otras regiones de Brasil puedan ser pastoreadas en condiciones de semiárido durante la época de lluvias, y también durante la época seca en el caso de contarse con riego. Para tal efecto, se pueden utilizar forrajeras con alta eficiencia de conversión de biomasa vegetal en carne o leche. En este contexto, con niveles adecuados de fertilización, uso estratégico del riego en la época seca y animales con potencial productivo adecuado, es posible producir hasta 2.400 kg de carne ovina por ha/año (Candido, 2005). La tecnología descrita se aplica a productores que disponen de agua para irrigación, con el objetivo final de disponer de animales en edad y peso de sacrificio en épocas de escasez de carne en el mercado (Wander *et al.*, 2002).

La foto que sigue ilustra un área de pastoreo con forrajeras de alta producción en pleno semiárido. Teniendo en cuenta la fisiología de la forrajera en este caso, el período de descanso fue establecido en 27 días, con 3 días de ocupación. Ese manejo está siendo adoptado en pasturas de Tanzania (Silva *et al.*, 2004).

Desafíos para la Investigación Científica

A pesar de contarse con variadas opciones tecnológicas para los productores en la región semiárida de Brasil, el sistema productivo es aún ineficiente y no logró



Foto: Ana Clara Rodrigues Cavalcante

Ovinos manejados en sistema rotacional con pasto Tanzania en el semiárido brasileño

incorporar métodos y principios que permitan ampliar la reducida oferta (masa) forrajera en la época seca. Las razones para esta baja adopción lejos de ser técnicas incluyen factores de naturaleza socioeconómica, desarrollo pobre y acceso inadecuado a los mercados. Existe en ese contexto una clara necesidad de trabajar en políticas públicas y desarrollo para lograr crear las condiciones que faciliten la adopción tecnológica. La investigación debe ligarse a procesos que promuevan acciones de desarrollo y políticas en vista de que esta es la única vía para acceder a las condiciones facilitadoras que requiere el cambio tecnológico. Lo anterior implica la necesidad de mayor inversión del Gobierno federal y de los gobiernos estatales, con una proyección a largo plazo.

Un principal problema de naturaleza técnica está relacionado con el monocultivo. Por ejemplo el monocultivo de la palma forrajera coadyuvó a diseminación de plagas como la cochinilla, la cual está diezmando muchas áreas cultivadas con esta forrajera. Es posible que el monocultivo de otros forrajes pueda también tener serias implicaciones en la vulnerabilidad de los cultivos y por tanto en la sostenibilidad de la producción, en particular con el advenimiento del cambio climático. Por lo tanto es necesario enfatizar trabajos en dos frentes importantes: el mejoramiento genético y el manejo de los cultivos en relación con prácticas adecuadas que mitiguen los efectos de la sequía y de las plagas y enfermedades. Es necesario identificar genotipos tolerantes a la sequía y con alta productividad de agua, y además resistentes a plagas y enfermedades. Estos genotipos pueden ser entonces usados en resolver problemas específicos como el

caso del ataque de la cochinilla a la palma forrajera. Son también necesarios modelos integrados de producción de forrajes con otros cultivos y metodologías integradas de control de pestes y plagas, incluyendo el uso de controles biológicos, con el objetivo de minimizar los impactos del monocultivo.

La evaluación genética y mejoramiento genético participativo, deben operar en las condiciones de producción del productor, asegurando su activa participación (Ceccarelli *et al.*, 2009). Involucrar al productor en estos procesos es de suma importancia para evitar lo ocurrido con la liberación y promoción de cultivares forrajeros en el nordeste brasileño en la década de 1980. En esta época las empresas de producción de semillas no se interesaron en multiplicar ese material debido a una demanda baja por parte de pequeños productores aún indecisos en aplicar nuevas tecnologías. Este proceso que no involucró a los productores para multiplicar el material genético en bancos de semillas forrajeras, determinó que mucho de ese material mejorado ya no esté disponible.

Se necesita también investigación en tecnología de semillas para especies adaptadas al semiárido con miras a mejorar la calidad de semilla, que en general acusa problemas específicos de germinación y latencia.

Otro tema de singular relevancia se relaciona con el sobrepastoreo de extensas áreas de monocultivo de gramíneas en estado avanzado de degradación. La recuperación de esas áreas es un factor primordial para la sostenibilidad de los sistemas pecuarios. Los estudios que definen tiempos de descanso, introducción de otras especies, fertilización, integración agrícola-ganadera, entre otros, deben continuar siendo ejecutados, involucrando a los productores en esquemas de investigación participativa para que los investigadores y productores desarrollen juntos sistemas pragmáticos de uso sostenible de los pastos. De igual modo es necesaria una legislación adecuada para un uso sostenible de los recursos naturales, con incentivos adecuados de manera que los productores se integren a un uso y manejo racional de las áreas de pastoreo.

La posibilidad de uso de riego para el manejo de pasturas requiere estudios que determinen su factibilidad considerando las necesidades hídricas de las forrajeras, de modo que el agua sea utilizada de forma racional dentro del sistema de producción con un concepto de productividad de agua (Molden *et al.*, 2010).

Literatura Citada

Aguiar, A.P. 1997. A recuperação e a renovação de pastagens. Curso de Manejo de Pastagens, Programa Integrado de Assistência Rural (PIAR), 1997, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. pp. 91-129.

Andrade, A.C. 2001. Morfogênese, análise de crescimento e composição bromatológicas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) adubado e irrigado sob pastejo. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 81 pp.

- Araújo Filho, J.A. 1988. Manejo de plantas forrageiras-Cenchrus. In: 9º Simpósio sobre Manejo da Pastagem (A.M. Peixoto, J.C. Moura e V.P. Faria, ed.), Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), 1988, Piracicaba, São Paulo, Brasil. FEALQ. pp. 179-190.
- Araujo Filho, J.A. e F.C. Carvalho. 1995. Desenvolvimento sustentável da vegetação da caatinga. Circular Técnica, 13, Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPQ), Sobral, Ceará, Brasil. 18 pp.
- Boyer, J.S. 1996. Advances in drought tolerance in plants. *Advances in Agronomy* 56: 187-218.
- Candido, M.J.D. 2005. Princípios de manejo de pastagens. In: Do Campus para o Campo: Tecnologias para Produção de Ovinos e Caprinos (A.C.N Campos, ed.) 1ª ed. Gráfica Nacional, Fortaleza, Ceará, Brasil. pp. 65-76.
- Cáritas Brasileira. 2001. Água de chuva: o segredo da convivência com o semi-árido brasileiro. Ed Paulinas, São Paulo. 104 pp.
- Carvalho Filho, O.M. e P.H. Languidey. 1997. Palma forrageira semi-desidratada associada a diferentes fontes protéicas para vacas em lactação. Comunicado técnico, 72, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 4 pp.
- Carvalho, M.M., J.L.O Silva e B.A.Campos Júnior. 1997. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa* 26 (2): 213-218.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho e A.S. Andrade Júnior. 2004a. Catingueiro: uma variedade de milho para o semi-árido nordestino. Comunicado técnico, 29, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho, A.S. Andrade Júnior e B.C.S. Carvalho. 2004b. Sertanejo: uma variedade de milho adaptada ao nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 30, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho e A.S. Andrade Júnior. 2004c. Milho São Francisco: uma variedade precoce para o nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 31, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho, A.S. Andrade Júnior e B.C.S. Carvalho. 2004d. BRS Assum Preto: um milho de alta qualidade protéica para o nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 32, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Carvalho, H.W.L., M.X. Santos, A.A.G. Silva, M.J. Cardoso, D.M. Santos, J.N. Tabosa, M. Michereff Filho, M.A. Lira, M.H.C. Bonfim, E.M. Souza, G.V. Sampaio, A.R.M.B. Brito, V.V. Dourado, J.A. Tavares, J.G. Nascimento Neto, M.M.A. Nascimento, J.J. Tavares Filho, A.S. Andrade Júnior e B.C.S. Carvalho. 2004e. Asa Branca: milho para o nordeste brasileiro. Comunicado técnico, 33, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. 8 pp.
- Cavalcante, A.C.R. e J.N.M. Neiva. 2005. Produção de silagem. Do Campus para o Campo: Tecnologias para Produção de Ovinos e Caprinos. (A.C.N. Campos, ed.) 1ª ed. Gráfica Nacional, Fortaleza, Ceará, Brasil. pp. 77-96.
- Cavalcante, A.C.R., J.N.M. Neiva, M.J.D. Candido e L.S. Vieira. 2005. Produção de ovinos e caprinos de corte em pastos cultivados sob irrigação. Circular Técnica, 31, Embrapa Caprinos, Sobral, Ceará, Brasil. 20 pp.
- Ceccarelli, S., E.P. Guimaraes and E. Weltzien (ed.). 2009. Plant Breeding and Farmer Participation. FAO, Rome. 688 pp. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1070e/i1070e.pdf>) (Consulta: 5.5.2011).

- Dantas Neto, J., F.A.S. Silva, D.A. Furtado e J.A. Matos. 2000. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-búffel. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35(9): 1867-1874.
- Dubeux Jr., J.C.B e M.P.F. Santos. 2005. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: A palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 105-128.
- Evangelista, A.R. e J.A. Lima. 2002. Aditivos para silagem. Boletim técnico, 88, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. 17 pp.
- Farias, I., D.C. Santos e J.C.B. Dubeux Jr. 2005. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: A palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 81-104.
- Gomide, J.A. 1997. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: Simpósio Internacional sobre Produção animal em Pastejo (J.A. Gomide, ed). Suprema Grafica, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. pp. 97-116.
- Guimarães Filho, C. 2000. Projeto Caatinga: uma esperança para o semi-árido. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária* 20: 14-17.
- Guimarães Filho, C., J.G.G. Soares e G.R. Riché. 1995. Sistema Caatinga-*buffel*-Leucena para produção de bovinos no semi-árido. Circular Técnica, 34, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 39 pp.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2006. Censo agropecuário do Brasil. Rio de Janeiro, 1996. <http://www.sidra.ibge.gov.br> (Consulta: 10.10. 2006).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2004. Mapa de Biomas e de Vegetação. Rio de Janeiro. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> (Consulta: 26.1.2011).
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). 2009. Strengthening Institutional Capacity to Improve Marketing of Small Ruminant Products and Income Generation in Dry Areas of Latin America. Final Project Report 2003-2008. ICARDA, Aleppo, Syria. 101 pp.
- Lourenço, L.F. R.D Coelho, L.G.T. Soria, V.D. Pinheiro e M. Corsi. 2001. Coeficiente de cultura (Kc) do capim-tanzânia irrigado por pivô central. In: 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Brasília, Brasil. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), Piracicaba, São Paulo, Brasil. pp. 316-317.
- Menezes, M. J. T., G.B. Martha Júnior, M. Penati e M. Corsi. 2001. Produtividade do capim-tanzânia irrigado em resposta a época de adubação nitrogenada após desfolha. In: 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Brasília, Brasil. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), Piracicaba, São Paulo, Brasil. pp. 349-350.
- Menezes, R.S.C., E.V.S.B. Sampaio, I.H Salcedo e F.J. Souza. 2005. Produtividade da palma em propriedades rurais. In: A Palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 129-142.
- Molden, D., T. Oweis, P. Steduto, O. Bindraban, M. Hanjra and J. Kijne. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management* 97: 528-535.
- Mozzer, O.L. 1993. Capim-elefante: curso de pecuária leiteira. Documentos, 43, 2ª ed., Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brasil. 34 pp.
- Oliveira, M.C de. 1993. Capim *buffel*: produção e manejo nas regiões secas do nordeste. Circular Técnica, 27, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 18 pp.
- Oliveira, M.C de, C.M.M. de S. Silva e F.B. Souza. 1998. Capim *buffel* (*Cenchrus ciliaris* L.) preservação "ex - situ" e avaliação aprofundada. In: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste (M.A. Queiroz, org.), Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. pp. 1-5.

- Ovalle, C. y J. Avendaño. 1984. Utilización silvopastoral del espinal. II. Influencia del espinal (*Acacia caven* [Mol.] Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. *Agricultura Técnica, Santiago* 44(4): 353-362.
- Pedreira, C.G.S., L.G. Nussio e L.G. Silva. 1998. Condições edafoclimáticas para produção de *Cynodon* spp. In: 15º Simposio sobre Manejo de Pastagem, (A.M. Peixoto, J.C. Moura e V.P. Faria, ed.), Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), 1998, Piracicaba, São Paulo, Brasil. FEALQ. pp. 85-114.
- Rassini, J.B. 2004. Período de estacionalidade da produção de pastagens irrigadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38(8): 821-825.
- Santos, F.G. 2000. Cultivares de sorgo. In: Cultivo de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2, disponível em: <http://sistemadeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/cultivares.htm> (Consulta: 26.1.2011).
- Santos, D.C., M.A. Lira e F.M. Dias. 2005a. Melhoramento Genético da palma. In: A palma no Nordeste do Brasil: Conhecimento Atual e Novas Perspectivas de Uso (R.S.C. Menezes, D.A. Simões e E.V.S.B. Sampaio, org). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. pp. 27-42.
- Santos, D.C.S., I. Farias; M.A. Lira, A.P.M. Fernandes, E.V. Freitas e J.A. Moreno. 1996. Produção e composição química da palma forrageira cv. gigante sob adubação e calagem no agreste semi-árido de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana* 9: 68-78.
- Silva, R.G., M.J. Candido, J.N. Neiva, S.F. Farias, Y.I. Benevides e R.N.B. Lobo. 2004. Componentes do fluxo de biomassa em *Panicum maximum* cv Tanzânia irrigado sob lotação rotativa. In: 41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Embrapa Gado de Corte, 2004, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Embrapa Gado de Corte. pp. 1-3 (CD-ROM)
- Souza, F.B. 2005. Capim gramão: uma opção para o nordeste brasileiro. Circular Técnica, 14, 2ª ed., Embrapa Caprinos, Sobral, Ceará Brasil. 16 pp.
- Valadares Filho, S.C., K.A. Magalhães, V. Rocha Jr. e E.R. Capelle (ed.). 2006. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos Para Bovinos. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 329 pp.
- Valentim, J.F., J.C. Carneiro, P. Moreira, L. Jank, e M.F.L. Sales. 2001. Capim massai: nova forrageira para a diversificação de pastagens no acre. Circular Técnica, 41, Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. 16 pp.
- Wilson, J.R. and D.W.M. Wild. 1991. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: ACIAR Proceedings No. 32, Forages for Plantations Crops (H.M. Shelton and W.W. Stür, ed.), Bali, 1990, ACIAR, Canberra, Australia. pp. 77–82.
- Wander, A.E., V.R. Vasconcelos e M.C.P. Rogério. 2002. Viabilidade econômica do acabamento de cordeiros em pastagens cultivadas de capim-gramão e tanzânia. In: 40º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER): “Equidade e Eficiência na Agricultura Brasileira”, Sober, Julho 28-31, 2002, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. SOBER. pp. 1-4.