




**MANEJO AGRONÓMICO DE ALGUNOS CULTIVOS  
FORRAJEROS Y TÉCNICAS PARA SU CONSERVACIÓN  
EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA**





# **MANEJO AGRONÓMICO DE ALGUNOS CULTIVOS FORRAJEROS Y TÉCNICAS PARA SU CONSERVACIÓN EN LA REGION CARIBE COLOMBIANA**

**EDICION 2**

**Sergio Mejía Kerguelén**  
I.A Ph. D.

**Hugo Cuadrado Capella**  
M.V.Z Ms.C

**Tatiana Rivero Espitia**  
Zoot Ms.C

**Bogotá, Colombia. 2013**

Mejía Kerguelén, Sergio; Cuadrado Capella, Hugo; Rivero Espitia, Tatiana / Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región Caribe Colombiana. 2 ed. Bogotá (Colombia): CORPOICA, 2013. 77 p.

**Palabras Claves:**

FORRAJES; MANEJO DEL SUELO; FERTILIZACIÓN; MALEZAS; ENSILAJE; CONTROL DE PLAGAS; CONTROL DE ENFERMEDADES; HENO; GANADERÍA; ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA - ,  
Línea de atención al cliente: 018000121515  
atencionalcliente@corpoica.org.co  
www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-137-0

CA: 211

CUI: 1422

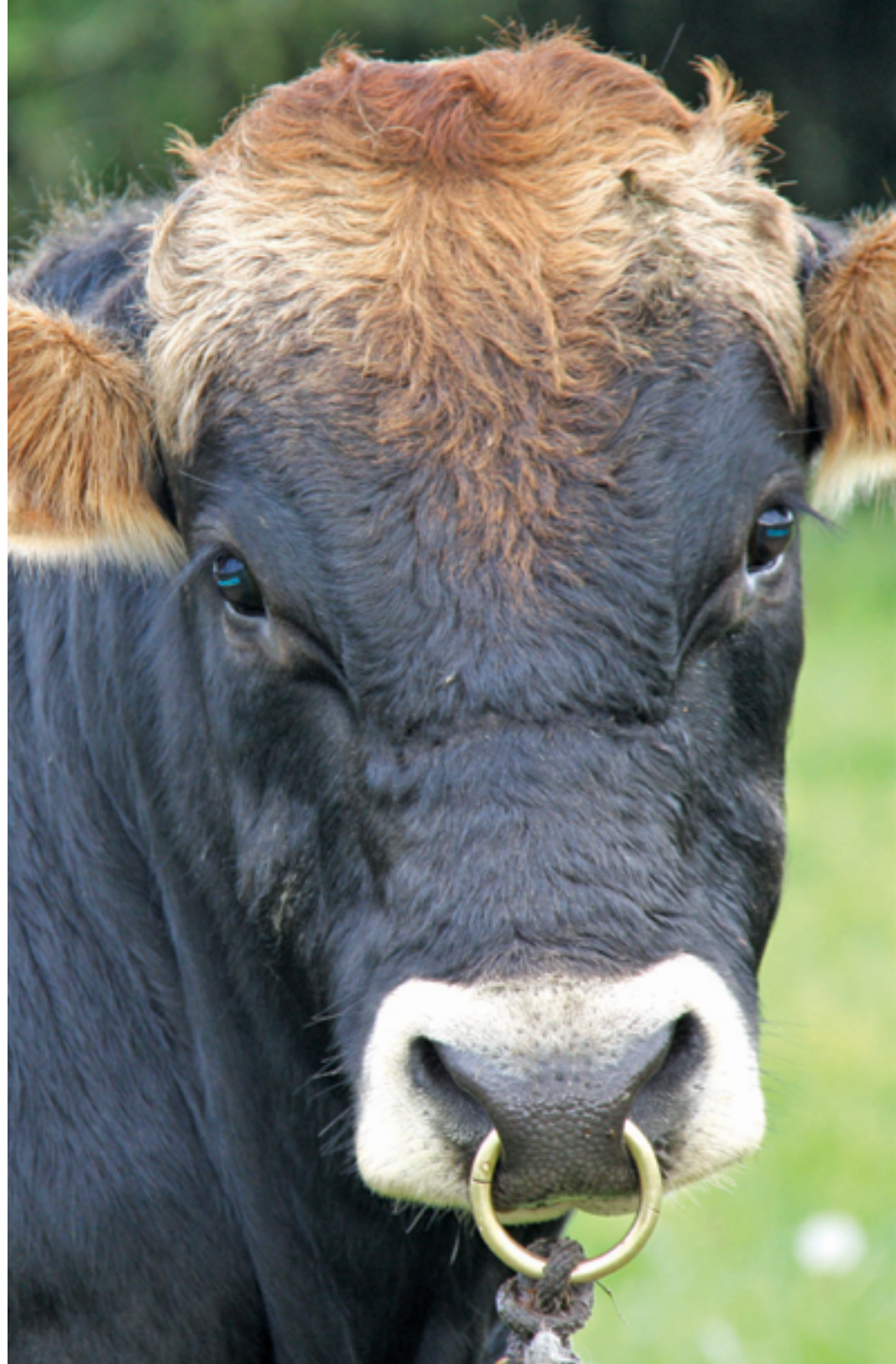
Primera edición: Marzo 2013

Tiraje: 10000 ejemplares

Impreso en Colombia  
Printed in Colombia

**DISEÑO, DIAGRAMACIÓN & CORRECCIÓN DE ESTILO**

Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas // **Corpoica**





## INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes que presenta la ganadería en los trópicos son las fuertes variaciones en el clima a través del año, manifestado en períodos de lluvias intensas acompañado con períodos de prolongada sequía (verano), siendo éste último en muchas zonas alrededor de 4 a 5 meses. Durante el verano la disponibilidad y calidad de las pasturas se reduce drásticamente ocasionando disminuciones en la producción de leche y carne, afectando la parte reproductiva y, muchas veces, la muerte de animales.

Las pérdidas de peso de los animales durante la sequía son de gran magnitud, 20 a 40 kg/cabeza en 3-4 meses (Arreaza, 1994). Si la población estimada en la Región Caribe es de 7.5 millones de reses, las pérdidas en esta zona pueden ser de 150.000 a 300.000 t de carne al año.

Los sistemas ganaderos de doble propósito contribuyen con el 40% de la leche que se consume en América tropical (Rivas, 1992 citado por Lascano, 1996). En estos sistemas la producción de leche es baja (2 a 4 litros / vaca/día), pero podría aumentarse hasta 6 - 8 litros/vaca/día mediante acciones paralelas de mejoramiento genético de los animales, sistemas mejorados de alimentación y manejo del hato lechero (Vaccaro et al., 1993, 1994 citados por Lascano, 1996).

Durante el verano, el volumen lácteo disminuye entre el 40 a 60% del obtenido en los meses de invierno, época, cuando la disponibilidad de forraje es abundante y en muchas fincas excesiva (Sánchez y Díaz, 1986).

Se dispone de amplia literatura sobre las pérdidas en producción de leche y carne ocurridas durante el verano, pero es casi nula la existente sobre pérdidas durante inviernos fuertes, las cuales pueden llegar a ser mayores que en verano y muy frecuentes en muchos sitios del trópico (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Potrereros inundados



Figura 2. Escasez de pasto en la época seca

El establecimiento de cultivos forrajeros con fines de conservación, ya sea en forma de ensilaje o heno, se ha convertido en una forma muy valiosa para enfrentar el problema de la falta de alimento en las épocas críticas, ya que contribuyen a disminuir las pérdidas en la producción de leche y carne, mejorar el comportamiento reproductivo, y en muchos casos evitar la muerte de animales. Las siembras de estos cultivos se deben acompañar de ciertas actividades agronómicas (manejo) que permiten obtener producciones de forraje en

cantidades suficientes para ser conservados como ensilaje o heno, y suministrarlas a los animales cuando se presenta la escasez de pasto en la finca.

Esta cartilla ilustrada es una guía que puede ser utilizada por los pequeños, medianos y grandes productores, para realizar un adecuado manejo agronómico y aplicar tecnologías de conservación de algunos cultivos como el maíz, sorgo, millo, yuca, guandul, pastos, caña de azúcar y otros en la alimentación del ganado bovino.



## PRÁCTICAS DE MANEJO UTILIZADAS PARA AFRONTAR ÉPOCAS CRÍTICAS EN FINCAS GANADERAS DE LA REGIÓN CARIBE

### 1. TRASLADO DE LOS ANIMALES (TRASHUMANCIA).

Ha sido el sistema utilizado tradicionalmente por los productores, que consiste en trasladar los animales hacia las tierras más bajas, o a las ciénagas cuando estas se secan en el verano, todos estos sistemas implican la desocupación total o parcial de las fincas, constituyéndose en lucro cesante para el productor en un largo período del año. Esto implica grandes costos de transporte, problemas de salud y seguridad. La condición corporal de los animales no mejora substancialmente y mucho menos su reproducción (Figura 3).



Figura 3. Traslado de animales hacia las ciénagas

### 2. INSTALACIÓN DE RIEGO.

Requiere de alta inversión inicial, reservorio permanente de agua y un proceso de educación en su utilización. Puede ser implementado en fincas pequeñas, o en áreas pequeñas de fincas con grandes extensiones para combinar con otras prácticas (Figura 4).



Figura 4. Riego por aspersión en cultivo de maíz



### 3. SUMINISTRO DE ALIMENTOS BALANCEADOS (CONCENTRADOS).

Ideales desde el punto de vista de la producción animal, pero poco factible desde el punto de vista económico. Pueden ser utilizados en condiciones muy específicas combinados con otras prácticas de alimentación (Figura 5).



Figura 5. Toro de exposición suplementado con concentrado

### 4. SUMINISTRO EN FRESCO DE PASTOS DE CORTE.

Se requiere de cultivos perennes como el elefante, caña de azúcar, pasturas y otros, cuya principal dificultad es que al utilizarlos en el verano, algunas especies como los Pennisetum, King grass verde, King grass morado, Maralfalfa, etc, coincide con su época de floración, por lo que su valor nutritivo disminuye; sin embargo, con la caña de azúcar sucede el fenómeno contrario, ya que a medida que madura o se acerca a floración su concentración de azúcares aumenta, lo cual hace que sea un alimento altamente energético (Figura 6).



Figura 6. Cultivo Guinea cv mombasa

Cuando se cuenta con riego, se pueden utilizar cultivos semestrales como el maíz o sorgo durante todo el año. Una gran desventaja que presenta este sistema es la labor diaria de corte y picada del forraje, lo que incrementa la utilización de mano de obra, y hace que sea más factible en ganaderías que manejan pocos o mediano número de animales.



## 5. CONSERVACIÓN DE FORRAJES.

Consiste en almacenar forraje producido en buenas condiciones climáticas para ser utilizado en épocas críticas, el almacenamiento puede ser por medio de ensilaje, heno o henolaje. El forraje, si es cortado en la época oportuna mantiene casi el mismo valor nutritivo que en fresco.

Tienen la desventaja que muchas veces se hace necesario la utilización de maquinaria especializada.

Cuando se piensa establecer un cultivo, cualquiera que sea, para conservar forraje, se deben realizar ciertas prácticas o actividades técnicas que se describen detalladamente a continuación:



## ESCOGENCIA DEL LOTE PARA LA SIEMBRA

El lote debe estar ubicado muy cerca al lugar donde se va a realizar el ensilaje o el heno, y estos últimos lo más cerca al sitio donde se va a suministrar a los animales. Debe ser bien drenado, que no tenga árboles o muy pocos, es preferible escoger lotes rectangulares y planos, bastante largos y poco anchos para facilitar el proceso de recolección mecánica. Es importante escoger lotes con suelos de buena fertilidad, si no es posible se deben hacer los correctivos necesarios acompañado de buenos programas de fertilización; de esto va a depender la cantidad de forraje y el costo por kilo (Kg) de alimento producido.

Es importante que los cultivos en el lote deban rotarse, es decir no se debe sembrar el mismo cultivo en el mismo lote todos los años y todos los semestres, esto trae problemas de plagas, agotamiento de suelos, malezas agresivas; se debe alternar la siembra de gramíneas (maíz, millo, sorgo) con leguminosas (vitabosa, crotalaria, kudzú, canavalia, clitoria, frijoles) estas últimas se pueden utilizar como abono verde, incorporándolas al suelo en la época de floración, o algunas se pueden suministrar a los bovinos.



Figura7. Cultivo de maíz

NO SE DEBE SEMBRAR EL MISMO CULTIVO EN EL MISMO LOTE, ESTO TRAE PROBLEMAS DE PLAGAS



## MANEJO AGRONÓMICO

### 1. ANÁLISIS DE SUELO

En cualquier actividad agropecuaria es fundamental conocer el suelo sobre el que piensa trabajar, por lo tanto se debe tener análisis físico-químico de suelo de los lotes para hacer recomendaciones acertadas de su manejo y fertilización.

La muestra de suelo debe estar conformada por varias submuestras tomadas de diferentes sitios del lote; en éstos se debe retirar todo el material que se encuentre sobre la superficie hasta que quede el suelo totalmente descubierto, se hace un hueco a una profundidad de 20 cm, utilizando pala o cavador; en la pared del hueco se corta una tajada de suelo de 2-3 cm de espesor y de 3-4 cm de ancho, que se depositan en un recipiente para luego mezclarlas; se saca aproximadamente un 1 kilo de suelo que es empacado y marcado con los datos de ubicación de la finca, lote, municipio, vereda, propietario, uso anterior del lote, topografía, drenaje, y datos que se consideren importantes, para ser enviada al laboratorio mas cercano (Figura 8).



Figura 8. Toma de muestra del suelo con pala.

### 2. PREPARACION DE SUELO



Se debe manejar el concepto de labranza adecuada, que consiste en utilizar el equipo o la técnica que requiere cada lote de acuerdo a sus características físico-químicas.

Generalmente los lotes que han estado en ganadería por muchos años, y se van a sembrar en cultivos, es aconsejable descompactarlos por medio de arados de disco o de cincel, si la topografía de éste lo permite.

En el caso de suelos que llevan muchos años preparándose con rastras pesadas (rome) o arados convencionales es muy probable que presenten problemas de capas endurecidas, en este caso se debe utilizar arados de cincel de tracción mecánica o animal (Figura 9 y 10).



Figura 9. Arado de cincel vibratorio



Figura 10. Ejemplo de lote bien preparado con labranza convencional.



Figura 11. Malezas controladas por la acción de glifosato aplicado en siembra directa



No siempre es necesario preparar los suelos; cuando éstos no presentan problemas de endurecimiento o compactación se puede utilizar el método de siembra directa con labranza cero o reducida, no intervienen o muy poco, implementos de preparación del suelo. Consiste en aplicar un herbicida (Glifosato) a la maleza 5 días antes o hasta 2 días después de la siembra (Figura 11).

Es de gran importancia que los lotes tengan un mínimo de infraestructura, sobre todo en la parte de drenajes, ya que los excesos de humedad en el suelo son los mayores causantes de las bajas en la producción.

Lotes con pendientes muy pronunciadas no es aconsejable prepararlos con ningún tipo de implemento, ya que los procesos de erosión se aceleran y puede haber lavado de semilla y fertilizantes.

### 3. SIEMBRA

En cualquiera de los sistemas de labranza la siembra se puede hacer de forma mecánica o manual, en el caso de siembra directa con sembradora, ésta debe tener discos de labranza que remueven el suelo donde va a quedar la semilla; mientras que en la siembra manual se realiza a chuzo con pita y el procedimiento es igual a cuando se prepara el suelo (Figura 12 y 13).



Figura 12. Siembra de Maíz manual a chuzo



Figura 13. Siembra directa mecánica de cultivos en línea.



ES IMPORTANTE TRATAR LA SEMILLAS CON INSECTICIDA Y FUNGICIDA ANTES DE SEMBRAR PARA EVITAR ATAQUES DE HORMIGAS, CIERTOS INSECTOS Y ENFERMEDADES

En el caso de los pastos la siembra también se pueden realizar con voleadoras manuales, mecánicas, motores de espalda para gránulos o aplicarlas manualmente (Figura 14).



Figura 14. Sembrador renovador mecánico para siembra directa de pasturas



#### 4. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA

El establecimiento del cultivo de yuca, caña y elefantes se da por medios vegetativos, siendo el tallo el órgano de multiplicación, por lo tanto se requiere que presente condiciones adecuadas para el óptimo desarrollo del cultivo. Para tal caso es importante que los tallos, provengan de cultivos libres de enfermedades y plagas, tengan buena hidratación (frescas) y deben desinfectarse con el fin de protegerlos contra insectos y hongos, utilizando una solución de insecticida y fungicida, y luego sumergiendo la semilla por unos minutos (Figura 15).



Figura 15. Varas de yuca utilizadas como Semillas.



Para el caso de semillas sexuales, estas deben tratarse con un insecticida como imidacloprid en dosis de 3 cc por kg de semilla, en 200cc de agua.

#### 5. DISTANCIAS DE SIEMBRA

##### MILLOS Y SORGOS

Se pueden utilizar distancias entre surcos desde 50 cm hasta 80 cm, cuando el corte es manual, pero si se va a utilizar una máquina picadora de surcos, hay que utilizar preferiblemente las distancias de 70 cm, para evitar que la máquina pueda tumbar el surco que está al lado del que va cortando.



Dentro del surco la siembra es a chorrillo depositando de 30 a 40 semillas por metro lineal, esto equivale a sembrar 15 - 20 kg por hectárea de semilla, lo que permite tener una población de 200 - 300 mil plantas por hectárea a cosecha.

La siembra puede ser con sembradora, utilizando platos para sorgo. Si no se cuenta con ésta, se puede sembrar utilizando pitas y rayando el surco a 1 cm de profundidad con garabatos; la rayada se puede realizar con los cinceles del renovador de praderas, o con cinceles convencionales superficialmente (máximo 2 cm de profundidad), la semilla se puede aplicar en el surco con botellas haciéndole huecos en la tapa, o con la mano y luego se deben tapar (Figura 16).



Figura 16. Cultivo de Sorgo forrajero sembrado a chorrillo y 70 cm entre calles

##### MAÍZ

Utilizar distancias entre surcos de 80 cm; en el semestre que el maíz tiene menor producción (segundo semestre en algunas zonas), se puede reducir a 70 cm si se utilizan maíces mejorados; si se siembran maíces criollos es preferible mantener los 80 cm entre surcos, ya que estos crecen demasiado y puede presentarse volcamiento o caída de plantas.

“EN MAÍZ NO UTILICE DENSIDADES DE PLANTAS POR HECTÁREA MAYORES A 75.000, PORQUE SE DISMINUYE LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y HAY ALTO RIESGO DE CAIDA DE PLANTAS”



Si la siembra es con sembradora se deben depositar de 6 a 8 semillas por metro lineal, si es a chuzo se colocan las pitas a 80 cm y dentro de las calles o líneas se depositan 3 semillas cada 40 cm; lo que equivale a sembrar 20-28 kg por hectárea de semilla, dependiendo del tamaño de ésta, permitiendo tener una población a cosecha de 55.000 a 75.000 plantas por hectárea (Figura 17).



Figura 17. Cultivo de maíz con 5 a 6 plantas/metro lineal y 80 cm entre calles

## MAÍZ INTERCALADO CON SORGO DULCE

Recientes trabajos de investigación liderados por Corpoica, han permitido incrementar los rendimientos de forraje por hectárea y reducir los costos del kilo de ensilaje, mediante la siembra de maíz intercalado con sorgo dulce (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).



Figura 18. Cultivo de maíz intercalado con sorgo dulce

La siembra puede ser manual o mecánica, en cualquiera de los dos casos se siembra primero el sorgo dulce a 80 cm entre surcos, depositando unas 15-20 semillas por metro lineal; inmediatamente se siembran los surcos de maíz a 15-20 cm del surco de sorgo, depositando 6-7 semillas por metro lineal, manteniendo la distancia entre surcos de 80cm, para que al momento del corte la cosechadora corte los dos surcos simultáneamente y quede suficiente espacio para las labores de campo. Si se cuenta con una sembradora en la que se puedan ubicar 2 tolvas sembradoras a 20 cm, se puede realizar la siembra de los 2 materiales en una sola pasada. Se busca cosechar unas 100.000 plantas por hectárea de sorgo y 62.500 plantas por hectárea de maíz (Figura 18).

## YUCA

Una vez realizada la preparación del suelo, se procede a realizar el trazado, definiendo los surcos en sentido contrario a la pendiente, con el fin de evitar el arrastre de partículas de suelo, además de contribuir a conservar la humedad del mismo.

Cuando el objetivo es sembrar yuca para la producción de raíces, existen dos alternativas para la utilización del follaje:

- 1 cosechar las raíces, sacar la semilla y utilizar las hojas y cogollos (tercio superior) y
- 2 A partir del mes 8-9 después de la siembra, cortar el tercio superior de la planta manual o mecánicamente para ser usado como subproducto en la alimentación de bovinos en forma de heno, ensilaje o en fresco.



En estos sistemas se deben utilizar distancias entre surcos y entre plantas de 80 a 100 cm para no afectar el buen desarrollo de las raíces. Esta siembra permite tener una población de 10.000 a 15.625 plantas por hectárea hasta la cosecha.

Cuando la siembra es destinada a la producción de forraje para elaborar ensilaje o suministro en fresco, se debe sembrar a 60 – 80 cm entre surcos y 4-6 estacas o varas inclinadas por metro lineal, para tener una población de 40.000 a 100.000 plantas por hectárea; el corte se debe realizar cada 3 meses a una altura de 15–20 cm del suelo.



Figura 19. Cultivo de Yuca sembrada a metro en cuadro

Para áreas pequeñas, se recomienda la siembra manual y en grandes extensiones de tierra, utilizar una sembradora mecánica, en la cual es posible fijar la densidad de siembra.



Figura 20. Siembra de yuca a 70cm entre surcos y 5-6 estacas por metro

El follaje de la yuca ha sido utilizado en la alimentación de rumiantes en forma fresca (oreada), heno o ensilaje sin presentar problemas de intoxicación por altas concentraciones de ácido cianhídrico que tienen algunos materiales, gracias al proceso de hidrólisis de este ácido por los microorganismos del rumen (Figura 19, 20 Y 21).



Figura 21. Cultivo de Yuca de 3 meses, sembrada a alta densidad

## GUANDUL

Utilizar distancia entre surcos de 100 cm y 50 cm entre plantas depositando 3 semillas por sitio, para luego de germinadas dejar una planta por sitio y obtener una población de 20.000 plantas por hectárea, esto equivale a sembrar 12-15 kg por hectárea de semilla.



Figura 22. Cultivo de Guandul sembrado a metro entre calles y 0,5 m entre planta

Las mejores épocas para la siembra son las que coinciden con el inicio de las lluvias en el primer semestre (abril– mayo) y en el segundo semestre en los meses de agosto hasta mediados de septiembre; si se dispone de riego y el objetivo es producir forraje para el ganado, se puede sembrar en cualquier época del año. (Figura 22).

## PASTOS

En el caso del pasto guinea se utilizan de 6-8 kg por hectárea de semilla; para las brachiarias de 5-6 kg y para angleton y climacuna de 20-25 kg por hectárea.

CUANDO LA SIEMBRA ES CON MATERIAL VEGETATIVO (CEPAS, TALLOS) SE NECESITAN DE 800-1000KG DE SEMILLA POR HECTÁREA



Si la siembra es en surcos, en el caso de los pastos de crecimiento erecto, se puede sembrar a 30-40cm en cuadro. En pastos de crecimiento rastro se usa de 80-100 cm en cuadro, dependiendo de la disponibilidad de semilla (Figura 23).



Figura 23. Cultivo de Guinea Tanzania sembrada con 8kg/ha de semilla

## PASTOS

La semilla debe provenir de plantaciones libres de plagas y enfermedades, debe ser cortada en pedazos con 3-4 nudos (yemas), por prevención se deben tratar con insecticida y fungicida. Para la siembra la distancia entre surcos es de 80 – 100 cm, la semilla se debe sembrar una seguida de la otra, y luego taparse. El surco se puede realizar utilizando pitas y rayando a unos 5-8 cm de profundidad, se pueden utilizar garabatos, los cinceles del renovador de praderas, o cinceles convencionales, si se cuenta con maquinaria (Figura 24).



Figura 24. Semilla de caña de azúcar lista para sembrar

## 6. MANEJO DE LAS MALEZAS

### MAÍZ, CAÑA DE AZUCAR, SORGO Y MILLO

Es fundamental tener un control de malezas en el cultivo durante los primeros 35-45 días, ya que es la época crítica de competencia por nutrientes y luz, en las siguientes etapas se debe mantener limpio para facilitar las labores de corte y cosecha.



Figura 25. Cultivo de maíz afectado por malezas

Si se preparó el suelo con labranza convencional (arado, cincel, rastra) se puede aplicar un preemergente a base de atrazina en la dosis recomendada en el producto. Esta aplicación debe de realizarse después de sembrado el cultivo (de 5 a 8 días), cuando el suelo esté húmedo; no importa que ya esté germinado el cultivo. Si se utilizó siembra directa se debe utilizar el herbicida Glifosato como se indicó anteriormente. Las aplicaciones de herbicidas se pueden complementar con limpiezas manuales durante el desarrollo del cultivo.

### YUCA, GUANDUL Y OTRAS LEGUMINOSAS

La época en donde las malezas afectan en mayor porcentaje el cultivo, son los primeros 45 días, por lo tanto se debe tener control sobre ellas. Lo ideal es combinar el uso de herbicidas como glifosato (antes de la siembra) con desyerbas manuales. En el caso de la yuca, cuando se hace preparación convencional del suelo, se puede utilizar en preemergencia el herbicida Diuron combinado con metoalaclor o alaclor, la aplicación se debe realizar antes que germinen las plantas y con el suelo húmedo.



## PASTOS

En la fase de establecimiento el control de malezas debe ser estratégico y selectivo con un herbicida sistémico, y tener cuidado de no aplicar el químico sobre las leguminosas nativas que normalmente aparecen en el lote. Se debe hacer durante los primeros 30 días después de germinado el pasto. El control de mantenimiento posterior se debe hacer en forma manual y también selectivo, utilizando machete, pala o barretón, antes de realizar la cosecha o corte del forraje.

### 7. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

En la etapa inicial se pueden presentar gusanos trozadores de plántulas; cuando hay suficiente follaje aparecen los gusanos comedores y raspadores, en el caso del maíz, sorgo, pasturas y millo, el más común es el gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*). En el caso de la yuca se puede presentar el gusano cachón (*Erinnyis ello*) y en el Guandul y otras leguminosas la hormiga arriera.

En cultivos como el maíz y millo se pueden presentar gusanos barrenadores como el diatrea (*Diatrea* spp.) y en la yuca el chilomima clarkey.

Para el manejo de estos insectos se pueden combinar diferentes alternativas como,

controles biológicos (especies que los controlan de forma natural, hongos, avispas, pájaros), control cultural (utilización de semillas sanas y tratadas con insecticidas y fungicidas), control varietal (uso de variedades tolerantes) y control químico, se puede utilizar cualquier insecticida en su dosis recomendada, es preferible utilizar productos con poco impacto al ambiente.

Para el control de *Spodoptera frugiperda* se pueden utilizar insecticidas no convencionales en forma de extractos preparados con hojas de especies como el Nim (*Azadirachta indica*) (semillas secas y frutos), Paraíso (*Melia azaderach*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*).

### Preparación del extracto con semillas secas de NIM:

- Recolectar frutos maduros
- Separar la pulpa de la semilla y lavarla
- Secar a la sombra para evitar el ataque de hongos
- Una vez seca moler y almacenar en frascos bien tapado
- Guardar en lugar seco y fresco
- Usar 50gr (10 cucharadas soperas) de semilla seca por litro de agua. Se utiliza 1 kg de semilla molida por bomba de 20 litros
- Esta aplicación ocasiona el 92% de mortalidad en larvas de Spodoptera
- Aplique los extractos solo en las horas de la mañana o en días poco soleados
- Use el extracto antes de 48 horas de preparado para evitar que pierda su efecto.

LAS ENFERMEDADES SON DE Poca IMPORTANCIA EN ESTOS CULTIVOS CUANDO SE UTILIZAN VARIETADES TOLERANTES Y ADAPTADAS A LA REGIÓN.

En pastos, se recomienda el monitoreo permanente del cultivo, para detectar oportunamente la presencia de plagas como mión de los pastos (*Aeneolamia reducta*) y cogollero cuando ataca en forma de gusano ejército, sobre todo en la época seca.



Figura 26. Daño inicial de cogollero en maíz, raspaduras-traslúcidas



Figura 27. Daño severo por *Spodoptera frugiperda* (cogollero) en maíz

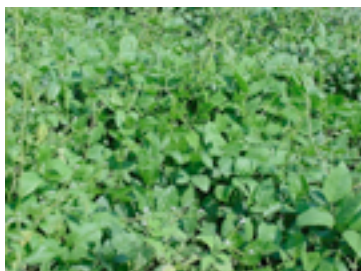


Figura 28. Control químico de plagas en cultivo de maíz



## 8. FERTILIZACIÓN

En lo posible buscar un balance en la utilización de fertilizantes químicos, abonos orgánicos (estiércol, compostaje, lombricompost) y abonos verdes (leguminosas que son incorporadas al suelo) (Figura 29 y 30). En la medida que se incorporen los abonos orgánicos y verdes, los requerimientos de fertilizantes químicos se pueden ir reduciendo. No se trata de reemplazar de una vez los abonos químicos, si no potencializar su efecto con la adición progresiva de los orgánicos.



**Figura 30.** Leguminosa para ser utilizada como abono verde

En todos los cultivos, los fertilizantes con fuentes de fósforo y elementos menores en su totalidad, se deben incorporar al suelo antes de sembrar (Voleándolos y pasándolos rastrillo) o al momento de sembrar (utilizando sembradora abonadora o espeque), las fuentes de potasio se deben dividir, la mitad al momento o antes de siembra mezclado con el fósforo, y el resto entre los 15 y 20 días de germinado el cultivo. Las fuentes de nitrógeno también se pueden dividir, la mitad entre los 15 - 25 días mezclado con el potasio y el resto a los 30 - 40 días después de la germinación.



**Figura 29.** Compost para fertilizar cultivos

LO IDEAL SERÍA QUE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTE POST-EMERGENTES SE PUDIERAN INCORPORAR AL SUELO



**Figura 31.** Fertilización manual planta por planta en un cultivo de maíz

Lo ideal sería que las aplicaciones de fertilizantes post-emergentes se pudieran incorporar al suelo, ya que la mayoría del fertilizante se pierde por volatilización o escorrentía cuando es aplicado sobre la superficie del suelo; si no es posible, éstos se deben aplicar cuando el suelo se encuentre húmedo.

## MAIZ, SORGO Y MILLO

En la **Tabla 1**, aún vigente, se presentan los requerimientos de nutrientes de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. Un ejemplo de fertilización de acuerdo a algunos requerimientos, 115 kg de nitrógeno (5 bultos de urea), de fósforo y potasio se pueden aplicar 46 Kg. de P2 O5 (2 bultos de DAP o Superfosfato triple) y 60 Kg. de K2O (2 bultos de KCL), respectivamente.

**Tabla 1.** Recomendaciones para la fertilización de maíz y sorgo

| Resultados análisis de suelo |               |                    | Fertilización recomendada |                 |                 |
|------------------------------|---------------|--------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Materia orgánica             | Fósforo (ppm) | Potasio (me/100 g) | Nitrógeno (kg/ha)         | Fósforo (kg/ha) | Potasio (kg/ha) |
| < 1.5                        | < 20          | < 0.20             | 100 - 150                 | 60 - 100        | 40 - 60         |
| 1.5 - 2                      | 10 - 20       | 0.2-0.40           | 70 - 100                  | 40 - 60         | 20 - 40         |
| >2                           | > 20          | > 0.40             | 30 - 70                   | 0 - 40          | 0 - 20          |

Fuente: Navas, Ríos y Chacón, 1997. Tomado de "Tecnología del cultivo del maíz". Fondo Nacional Cerealista, 1999.



En la **Tabla 2**, aún vigente, se presentan las cantidades de nutrientes que extrae una hectárea de sorgo forrajero de acuerdo a la producción de materia seca o verde, se puede observar que a medida que aumenta la producción de materia seca aumenta la extracción de nutrientes; de ahí la importancia de mantener un buen nivel de fertilización en cada cosecha, para no agotar o empobrecer cada vez mas los suelos.

**Tabla 2.** Extracción de nutrientes (Kg./ha) en el cultivo de sorgo forrajero destinado a ensilaje, en diversos niveles de producción de materia seca (M.S.) y materia verde (M.V.) total.

| Producción (t/ha) | Nutrientes |    |     |    |    |    |     |
|-------------------|------------|----|-----|----|----|----|-----|
|                   | N          | P  | K   | Ca | Mg | Fe | Zn  |
| 8.8M.S.           | 137        | 18 | 100 | 28 | 28 | -  | -   |
| 12.5 M.S.         | 173        | 27 | 139 | 39 | 34 | -  | -   |
| 15.9 M.S.1        | 213        | 41 | 212 | 57 | 48 | -  | -   |
| 40 M.V.2          | 170        | 35 | 175 | 36 | 39 | 2  | 0.3 |

Fuente: 1Fribourg et al, 1976 y 2José, 1988. Tomado de Manejo Agronómico del Sorgo para Forraje, Circular Técnica No. 17. EMBRAPA, Brasil, 1997.

La fertilización juega un papel importante en la calidad, cantidad y costo de kilo de ensilaje producido, por lo tanto, se debe hacer un adecuado programa de fertilización.



**Figura 32.** Abonadora mecánica para incorporar el abono en un cultivo de maíz



**Figura 33.** Incorporación de fertilizantes en forma manual con chuzo

## YUCA, CAÑA DE AZÚCAR, GUANDUL Y OTRAS LEGUMINOSAS

En el caso del Guandul no es necesario aplicar nitrógeno, ya que es una leguminosa que fija su propio nitrógeno del ambiente; de fósforo y potasio se pueden aplicar 46 Kg. de P2 O5 (2 bultos de DAP o Superfosfato triple) y 30 Kg. de K2O (1 bulto de KCL), respectivamente.



En caña de azúcar, los requerimientos para una buena producción son de 120, 80, 300, 80, 50 y 30 kg/ha/año, para nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio, respectivamente.

Para una producción de 15 toneladas por hectárea de raíces de yuca se deben utilizar, los siguientes nutrientes: nitrógeno 66.3 kg, fósforo 10.1 kg, potasio 53.7 kg, calcio 20.4 y magnesio 12.3 kg. Cada vez que se realice el corte para forraje se debe aplicar nuevamente nitrógeno al rebrote.

## PASTOS

Se debe realizar una fertilización completa con los nutrientes necesarios, de acuerdo al análisis de suelo, una vez al año, cada 2 ó 3 años; las de mantenimiento después de cada 2 ó 3 pastoreos, básicamente con nitrógeno (20 a 50 kg de nitrógeno por ha al año).

“SE DEBE MANEJAR UN BUEN PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN, BASADO EN SU RESPECTIVO ANÁLISIS DE SUELO”



## 9. PRODUCTOS QUE SE PUEDEN CONSERVAR

### MAÍZ

Cualquier maíz se puede utilizar con fines forrajeros, lo importante es escoger los que tengan buena producción de grano y buena relación hoja – tallo, en cuanto al color del grano, la diferencia entre un maíz blanco y amarillo es la presencia de vitamina A en este último; sin embargo, en el proceso de fermentación del ensilaje la mayor parte de ésta se pierde, por lo tanto es indiferente el color del grano al ensilar.

Los híbridos en general, tienen mayor potencial de rendimiento de grano y forraje superando a las variedades en aproximadamente 4.0 t/ha de forraje verde y de 2 a 3 t/ha de grano en ensayos realizados en el Valle del Sinú, lo que en muchas ocasiones justifica el mayor costo de la semilla del híbrido.

En la región Caribe a nivel de productor se obtienen rendimientos de 15-50 t/ha de forraje verde con 30-35% de materia seca, a los 70-75 días de germinado el maíz, dependiendo del genotipo, época de siembra y condiciones ambientales.

### MILLOS Y SORGOS

Se recomienda utilizar materiales de alto rendimiento de forraje, como las variedades Criollas, que se han conservado en el Departamento del Atlántico, Blanco panoja larga, Rojo criollo, Blanco criollo, Batea cuba, Bastón cuba y Redondo cuba; cuya producción de forraje supera ampliamente las demás especies forrajeras utilizadas para ensilar; además tienen la ventaja que permiten hacer tres cortes al año, cuando se siembran a inicio de la época de lluvias. Los sorgos dulces son una buena opción de utilización, estos presentan mejor calidad nutricional que los criollos, Corpoica cuenta con variedades que pueden ser utilizadas por los productores.

Se han obtenido en diferentes ecosistemas producciones de 40-80 t/ha de forraje verde por corte con 30% de materia seca, a los 90-95 días de germinado el cultivo. En los rebrotes la cantidad de forraje puede reducirse drásticamente si el primer corte coincide con época muy lluviosa y se hace uso de maquinaria; cuando el corte es manual se afecta muy poco la producción de los rebrotes.

### MAÍZ INTERCALADO CON SORGO DULCE

En este caso se han utilizado maíces híbridos y una variedad de sorgo dulce de Corpoica, la cosecha se realiza cuando el grano de maíz se encuentra en estado pastoso, 70-75 días de germinado, dependiendo del genotipo; el sorgo en este momento se encuentra con grano en estado de ampolla. Las producciones en esta combinación superan en 30 y 10% al maíz y sorgo dulce, respectivamente cuando estos se siembran solos.

### YUCA

Cualquier variedad de yuca puede ser utilizada con fines forrajeros, se puede utilizar la parte aérea y las raíces. Escoja las variedades que se encuentren adaptadas a su zona y que sea fácil la consecución de semilla, ya que si escoge el sistema de alta densidad se requieren grandes volúmenes de semilla. Corpoica liberó las variedades de yuca forrajera Corpoica SM 2081-34, Corpoica SM 1511-6 y Corpoica 2546-40, que presentan alto rendimiento de forraje y buena calidad nutricional.

Sembrando a altas densidades se logran producciones de 8-20 t/ha de forraje verde por corte cada 3 meses, con 25-30% de materia seca. Se producen de 32-80 t/ha por año de forraje verde, hay reportes de mas de 100 t/ha de forraje verde al año. Si los rebrotes son afectados por el manipuleo de maquinaria, se deben resembrar esos sectores, que normalmente son muy pequeños.



Figura 34. Cosecha mecánica de planta entera de yuca para ensilaje.



Figura 35. Cosecha manual de planta entera de yuca para ensilaje.



## PASTOS

Gramíneas perennes como Guineas (*Panicum maximun*) Mombasa y Tanzania, Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*), Angleton (*Dichanthium aristatum*), Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) y cualquier especie que haya sido sometido a un plan de fertilización basado en los resultados del análisis de suelo. Para ensilaje son preferibles los de crecimiento erecto y para heno, los decumbentes o rastreros.

## LEGUMINOSAS



Figura 36



Figura 37



Figura 38

Guandul criollo que tiene altos rendimientos de forraje y está bien adaptada a las condiciones de los suelos de la Costa Caribe de Colombia. También el Matarratón, Kudzú, Clitoria, Vitabosa, Canavalia blanca y roja, Cratylia argentea, Leucaena, Frijol caupí y Soya, entre otras (Figura 36).

La asociación de maíz con leguminosas como canavalia blanca y frijol caupí criollo permite incrementar el contenido de proteína del forraje; se siembra el maíz como se indicó anteriormente y enseguida en el mismo surco se siembra la leguminosa, acompañando cada semilla de maíz con una de leguminosa (Figura 37 y 38).

**Figura 36.**  
Cultivo de Cratylia argentea (*veraniega*).

**Figura 37.**  
Cultivo de Maíz asociado con Canavalia blanca.

**Figura 38.**  
Cultivo de Maíz asociado con frijol caupí criollo.

## ÁRBOLES FORRAJEROS

Existe suficiente disponibilidad de árboles cuyo forraje contiene altos contenidos de nutrientes, principalmente proteínas que puede ser suministrado al ganado, en épocas críticas como alimento fresco o conservado. Se citan los más importantes: Campano (*Albizia saman*), Orejero (*Enterolobium Cyclocarpum*), Totumo (*Crescentia cujete*), Hobo (*Spondia mombis*), Guásimo (*Guazuma Ulmifolia*), Roble (*Tabebuia roseae*) y Leucaena leucocephala (Figura 39).



**Figura 39.**  
Cultivo de Leucaena en sistema de ramoneo.

## FRUTALES

Naranja (*Citrus sinensis*), Papaya (*Carica papaya*), Mango (*Mangifera indica*), plátano (*Musa sp.*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), Guayaba (*Psidium guajaba*) y Maracuyá (*Pasiflora edulis*) se pueden utilizar para elaborar ensilajes líquidos.

Es amplia la variedad de especies que se pueden utilizar con fines forrajeros, su factibilidad económica va a depender del sistema de corte y suministro que se implemente en cada finca.





## 10. PROCESOS DE CONSERVACIÓN DE FORRAJES

La conservación de forraje, es muy importante para suplir las necesidades de forraje, durante períodos en que la alimentación para los animales es escasa en cantidad y calidad.

Su realización debe ser muy bien analizada, ya que además de tener altos costos en su elaboración, incide en la superficie aprovechable, ya que reduce el área de las praderas que se podrían consumir directamente

por los animales y ser transformadas en leche o carne en una manera más económica. Los principales procesos de conservación son: Ensilaje, Heno y Henolaje. A continuación se describen los dos primeros:

### ENSILAJE



No es un proceso mediante el cual se convierten forrajes de mala calidad en alimentos más nutritivos; su calidad está directamente relacionada con la calidad original del material vegetal ensilado.

Esta tecnología no es excluyente ni selectiva, ya que su proceso se puede ajustar muy fácilmente a cualquier tipo de productor bien sea pequeño, mediano o grande. Se busca alcanzar un contenido de humedad alrededor del 70-75%.

Es una forma de conservar alimento dentro de una estructura hermética llamada silo, sin que se afecte notoriamente su calidad. Es un alimento que su valor alimenticio es conferido por los carbohidratos solubles presentes en el material, principalmente en los granos, en consecuencia su valor nutritivo es estrictamente energético.

SU REALIZACIÓN  
DEBE SER BIEN  
ANALIZADA

### Finalidad del ensilaje.

El proceso del ensilaje no es creador, sino simplemente conservador de alimento. El ensilaje, es forraje conservado y constituye la manera racional e inteligente de aprovechar los excesos de vegetación exuberante para utilizarlos en épocas críticas, bien sea durante la época de lluvias o sencillamente cuando no se dispone de alimento en la pradera, pero también se debe conservar con la mejor calidad posible.

Se pueden ensilar la mayoría de los materiales forrajeros, pero especialmente aquellos que tienen altos rendimientos de forraje, para obtener a bajo costo el kilogramo de alimento ensilado.

### El proceso del ensilaje.

Cuando el material que se va a ensilar no está establecido, el procedimiento para la siembra es igual al de cualquier cultivo comercial, siguiendo las orientaciones descritas anteriormente en esta cartilla, como son : seleccionar un buen lote, tomar la muestra de suelo, elegir la especie que se va a ensilar, utilizar semilla de buena calidad, usar las distancias de siembra adecuadas, hacer un buen manejo de malezas y plagas, aplicar un buen programa de fertilización basado en los resultados del análisis del suelo y cosechar el material en su momento óptimo.

### Tipos de silos.

Existen silos de distintos tipos. Se describirán aquí los más usados.

#### • Silo de trinchera.

Se les denomina también con los nombres de silos de foso o pozo y silos de zanja. Como su nombre lo indica es una trinchera, porque se abre en el suelo un hueco largo no muy profundo. El silo trinchera es generalmente subterráneo. Algunos lo llaman silo canadiense mejorado (**Figura 40**).

EL ENSILAJE ES SIMPLEMENTE  
CONSERVADOR DE ALIMENTO



- **Silo de cajón o bunker.**

Este silo no es muy utilizado, por los costos de la estructura, se construye sobre la superficie del suelo y puede ser de concreto, ladrillo, madera u otros materiales (Figura 41).

- **Silo de compuertas de madera o caucho.**

Se le denomina silo de Formaletas o Compuertas o silo tipo Bunker. Se trata de un silo temporal que se arma directamente en el lugar donde se va a llenar y luego de utilizarlo se puede desarmar y trasladar a otro sitio. Tiene sus paredes de madera.

- **Silo de montón.**

Se le llama también silo Parva, Silo de Pila, Silo Almiar. En esta clase de silos se amontona el pasto picado o sin picar y se tapa. Es un silo muy económico pero se pierde mucho material si no se maneja adecuadamente el suministro. Hay silos Parva que se hacen clavando cuatro palos en los extremos de un rectángulo y uniéndolos con alambre para luego llenarlo (Figura 42).



Figura 40



Figura 41



Figura 42

Figura 40.

Silo de trinchera.

Figura 41.

Silo de Bunker con paredes de cemento.

Figura 42.

Silos de montón; son los más comunes en la región.



Figura 43



Figura 44



Figura 45



Figura 46

- **Silo de batería.**

Son silos construidos uno a continuación de otro, aprovechando las paredes de uno y otro lado. Se utilizan con mayor frecuencia para silos del tipo Bunker, cuando sus paredes son de concreto (Figura 43).

- **Silo de batería.**

Este tipo de silo es muy utilizado, ya que es fácil de elaborar y ha facilitado la comercialización, no se debe mantener por períodos largos de tiempo, porque se presentan mucho daño por animales e insectos, ocasionando grandes pérdidas (Figura 44).

- **Silo press.**

Las hay de diferentes sistemas, pero en general consiste en ir aprisionando el forraje en una bolsa tubular de gran tamaño, la capacidad de almacenamiento depende de la longitud, diámetro y presión ejercida al momento de ir llenando la bolsa. Presentan muy pocas pérdidas (Figura 45 y 46).

Figura 43.

Silo en batería.

Figura 44.

Silo de bolsa.

Figura 45.

Silo press.

Figura 46.

Ensilaje elaboradoconsilopress.



Los siguientes son los pasos a seguir para la elaboración de un ensilaje de cualquier material vegetal:

### Momento de cosecha del forraje.

El momento de la cosecha del forraje del maíz para ensilaje, es cuando el grano se encuentra en estado farináceo, es decir, entre pastoso y duro, también cuando tenga 30% de materia seca o cuando se aprecie bien la línea de leche (cuando el endospermo ocupe el 75% de todo el grano) (Figura 47)



Figura 47. Estado del maíz óptimo para ensilar.

Es importante tener en cuenta el momento óptimo de la cosecha, puesto que éste incide definitivamente en la calidad del ensilaje. Si se trata de maíz, se debe hacer monitoreo de la materia seca aproximadamente desde los 60 días después de germinado.

Se debe hacer seguimiento al estado fisiológico del cultivo en lo que se refiere a la senescencia (secamiento) de las hojas basales, al estado de mazorcamiento y al cambio de color de la barba (cabellos), de blanco-rosado a café.

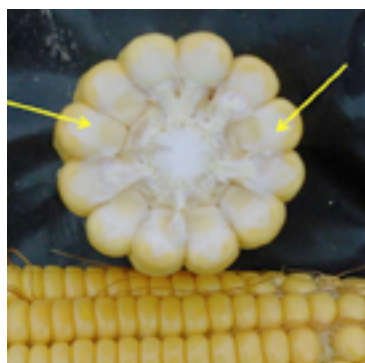


Figura 48. Línea de leche en Maíz.

EN EL MILLO Y SORGOS  
LA COSECHA SE DEBE  
REALIZAR CUANDO LOS  
GRANOS SE ENCUENTREN  
EN ESTADO LECHOSO

Tiene especial importancia la cosecha de este material en su momento óptimo, debido a que se corre el riesgo que el grano sufra un proceso de maduración avanzada, se vuelva indigestible y se afecte la calidad nutritiva del ensilaje.



Figura 49. Cosecha mecánica de maíz para ensilaje.

Cuando el material que se va a ensilar es pasto, la cosecha debe hacerse antes de la floración, para asegurar un buen valor nutritivo, en ese estado el pasto presenta valores de materia seca alrededor del 20%, lo que puede presentar problemas en el proceso de fermentación, en ese caso lo mejor es hacer un presecado al forraje y luego ensilar, esto en la práctica es bastante dispendioso, lo otro que se puede hacer es, llenar el silo con capas de forraje bien delgadas para que puedan perder algo de humedad mientras se elabora el silo.



Figura 50. Cosecha mecánica de millo para ensilaje

### Prueba de la humedad.

La humedad del forraje que se va a ensilar se puede determinar por varios métodos, se explicará uno de los más sencillos.

Para esta prueba se debe utilizar forraje bien picado. Se aprieta el forraje en forma de un bolo entre la mano por unos 25 a 30 segundos, luego se suelta el bolo súbitamente.



**La condición del bolo de forraje inmediatamente después de haberse abierto la mano, indica de una manera rústica, la cantidad de humedad presente así:**



Cuando el bolo mantiene su forma y existe considerable cantidad de jugo libre que inclusive se escapa entre los dedos de la mano, la humedad es de más del 75%.

Cuando el bolo mantiene su forma, pero hay poco jugo libre, la humedad puede estar entre el 70 a 75 %



Cuando el bolo se desmorona lentamente y no hay jugo suelto, entre 60 al 70%.

Cuando el bolo se desmorona rápidamente, la humedad es de menos del 60%.



### Prueba de la materia seca.

- Menos del 20% de materia seca. El bolo de forraje suelta el zumo o jugo fácilmente al comprimirlo ligeramente con la mano.
- Del 20 al 25%. El bolo solo suelta el jugo cuando la mano lo comprime con fuerza.
- Más del 25%. El bolo de forraje no suelta el jugo aunque la mano lo comprime con mucha fuerza.

La cosecha puede hacerse mecánicamente con cosechadora de tracción, picadora eléctrica, de gasolina, A.C.P.M, picadora manual y con machete.



**Figura 51.**  
La cosecha debe acompañarse de un buen picado.

### Descargue.

Cuando la cosecha es mecánica el descargue de los zorros se puede hacer manualmente con palas y trinches, también se puede hacer utilizando llantas colocándolas paradas sobre el fondo del zorro, amarrándolas con cáñamos y colocarlas sobre el piso del zorro, para luego amarrarlos al tractor y traccionar para que todo el material sea lanzado hacia fuera (**Figura 52**).

Otra forma de descargar es utilizar una parihuela, colocarla sobre el piso del zorro atarla con cáñamo y halarla con el tractor. El material debe ser distribuido o esparcido en capas uniformes (no mayores de 30 - 40 cm de espesor). El descargue también se puede hacer fácilmente utilizando zorros de descargue automático, que distribuyen el material a lo largo de todo el silo (**Figura 53**).

EL MATERIAL  
DEBE SER  
DISTRIBUIDO O  
ESPARCIDO EN  
CAPAS UNIFORMES



En silos de montón el material cosechado se deposita sobre un plástico negro calibre 6 colocado sobre la superficie del suelo, para evitar que se humedezca por efecto de las lluvias, cuando el ensilaje se elabora en los meses de julio a noviembre, pero también se puede depositar directamente sobre el suelo, sin usar plástico, cuando se hace en épocas de poca probabilidad de lluvias.

A nivel de pequeño productor el forraje se pica con machete en pequeños pedazos de 2 a 2.5 cm de largo, se deposita en costales para luego acarrearlos y vaciarlos en el silo cuando es de montón, o depositarlo directamente en las bolsas-silos.

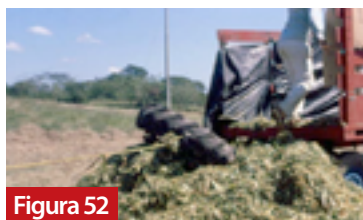


Figura 52



Figura 53

### Pisado o Compactación .

La finalidad primordial del pisado o apisonamiento es tratar de expulsar la mayor cantidad de aire que existe en el interior del forraje cosechado, para que los procesos fermentativos se inicien rápidamente.

Se realiza con tractor haciendo pases longitudinales y transversales (en cruz) cuando se usa silo de montón procurando pisar primero los bordes u orillas del silo para evitar que el material se desplace hacia los lados y quede fuera del plástico (Figura 54); es importante que las llantas del tractor no se contaminen con tierra, para evitar que bacterias presentes en el suelo como *coliformes* y *clostridium*, afecten la calidad del ensilaje. Cuando se utiliza bolsa, se hace con las manos, con los pies o con las rodillas haciendo presión en la bolsa. Es importante llenar y pisar primero las esquinas de la bolsa para asegurar la expulsión del aire de esa parte.

Figura 52.  
Descargue con llanta.Figura 53.  
Descargue con zorro automático.

Una forma muy práctica de sacar el aire de la bolsa es con una aspiradora o con un compresor poniéndolo a trabajar al revés, o sea que no expulse aire, sino que succione.

En silos artesanales el pisado se puede hacer con los pies, caminando encima del material, con pisón, rodillo, con un tanque de 55 galones lleno de agua o arena hasta la mitad, o con un tronco cilíndrico desplazándolo repetidas veces sobre el material en sentido longitudinal.

Una buena compactación se da cuando el grado de humedad y el tamaño del picado del material son adecuados.



Figura 54. Pisado o compactación con tractor en silo de pasto guinea Mombasa.

### Tapado o sellado del silo .

En silos de montón, una vez terminado el llenado se debe continuar pisando el material por lo menos durante 2 horas, para tratar de dejar la superficie del silo sin relieves, para evitar que el agua de lluvias se estanque en los desniveles e ingrese al interior aumentando la capa de pérdidas. Esto cuando el silo no es tapado con ningún material de nylon o lona que lo proteja.

EN SILOS DE BOLSAS EL TAPADO CONSISTE SIMPLEMENTE EN HACER UN NUDO CON UNA CUERDA SOBRE LA BOCA DE LA BOLSA

En silos de montón tapados con una carpa de plástico sobre la superficie del material, se debe asegurar un perfecto contacto con la cobertura, eliminándose de esta forma las cámaras de aire. Esto se logra estirando el plástico, colocándolo sobre la zanja que se construyó alrededor del silo para drenar el agua de escorrentía y luego echar encima tierra de la misma zanja hasta producir completa hermeticidad (Figura 55).



No es conveniente que el plástico esté expuesto directamente a los rayos del sol porque se puede cristalizar y formar pequeñas fisuras, que permiten la entrada de aire y de agua, deteriorando la calidad del ensilaje, por lo cual se recomienda cubrir el plástico con algún material como tierra, estiércol de ganado, ramas de árboles o palmas que estén disponibles en la finca.

En silos de bolsas el tapado consiste simplemente en hacer un nudo con una cuerda sobre la boca de la bolsa (Figura 56).

SE DEBE ASEGURAR UN PERFECTO CONTACTO CON LA COBERTURA, ELIMINÁNDOSE DE ESTA FORMA LAS CÁMARAS DE AIRE



Figura 55. Tapado del silo con zanja para drenar líquidos.

### Aditivos.

Durante el proceso de ensilado llegan a presentarse distintas reacciones fermentativas. Se debe procurar que la reacción que domine el medio, sea una fermentación láctica homofermentativa, en donde las bacterias lácticas sean las que colonicen el medio interno para lograr una mayor recuperación de la materia seca y energía (Figura 57).



Figura 56. Sellado de silo en bolsa.



Figura 57. Adición de melaza para favorecer la fermentación.

### Preparación de aditivos.

Los aditivos constituyen el factor técnicamente más novedoso en la producción de ensilados de alta calidad y es aquí donde los aditivos biológicos juegan el papel más importante. Existe una gran variedad de aditivos para dirigir las rutas fermentativas en los procesos de ensilaje. Básicamente pueden clasificarse en tres:

1. Estimulantes de la fermentación.
2. Inhibidores de la fermentación.
3. Fuentes de nutrientes.

Muchos de estos productos son útiles para mejorar la conservación del forraje, si se utilizan correctamente.



LOS ADITIVOS CONSTITUYEN EL FACTOR TÉCNICAMENTE MÁS NOVEDOSO EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILADOS DE ALTA CALIDAD

Los estimulantes de la fermentación han tomado mucho auge en las últimas décadas. Los inoculantes biológicos se encuentran en esta clasificación e incluyen cultivos vivos de bacterias productoras de ácido láctico de los géneros *Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Streptococcus*. Los avances en biotecnología han hecho posible añadir grandes cantidades de bacterias lácticas y enzimas para asegurar una homofermentación en el silo y con esto asegurar mayor valor nutritivo.

Se han utilizado algunos aditivos inhibidores de la fermentación que tienen un efecto antimicrobiano como la bacidracina, pero no han tenido mucho éxito. El uso de ácidos en el proceso de ensilados no es el más frecuente, aunque la finalidad es disminuir el pH, frenar la respiración de la planta y evitar la proliferación de bacterias que provocan descomposición, los silos pierden mucha gustosidad (palatabilidad) y valor nutritivo.



Se han adicionado carbohidratos como nutrientes para bacterias como las melazas. El efecto positivo con las melazas no es específico, pues estimula tanto a bacterias heterofermentativas (no deseables) como homofermentativas.

Como quiera que las leguminosas y algunas gramíneas tengan un contenido más bien bajo en azúcares, agregándoles melaza como fuente de carbohidratos, puede que mejore el proceso de preservación del ensilaje. Inicialmente se utilizaban 36 kilos por tonelada de leguminosas (3.6%) y alrededor de 18 kilos por tonelada de gramíneas (1.8%); pero añadiendo una cantidad inferior de melaza a las cifras citadas, (2% para leguminosas y 0.5% para gramíneas) al momento de ensilar, también se han obtenido ensilajes de buena calidad.

Cuando se va a ensilar materiales con buena proporción de granos como maíz y sorgo, no es necesaria la adición de melaza.

#### Las enzimas.

Las enzimas, en el ensilaje de Maíz y Sorgo reducen el contenido de fibra, por degradación de las paredes celulares y carbohidratos. Estos aditivos contienen una mezcla de enzimas como la celulasa, hemicelulasa, pectinasa y amilasa; pero son menos efectivos en el ensilaje de leguminosas. La adición de enzimas aumenta los costos del kilo de ensilaje.

#### Fundamento bioquímico del ensilaje.

Los procesos bioquímicos que ocurren en el ensilaje son los siguientes:

La fase aeróbica (con aire) de la fermentación comienza cuando el forraje es recién cosechado y depositado en el silo. Los microorganismos aeróbicos contenidos en el material (hongos, bacterias, levaduras) siguen respirando el oxígeno retenido entre las partículas del forraje, utilizando también

los azúcares de la planta como principal fuente para la respiración; estos carbohidratos se oxidan y se transforman en dióxido de carbono y agua, liberando energía y aumentando la temperatura del forraje por encima de 60°C. Estas temperaturas pueden reducir en gran medida la digestibilidad de los nutrientes, tales como las proteínas vegetales que se desnaturalizan y se transforman en nutrientes no disponibles para los animales.

### SIN AIRE, LAS BACTERIAS PRESENTES EN EL FORRAJE SE MULTIPLICAN

Otro cambio químico de importancia que ocurre durante esta fase es la degradación de las proteínas en nitrógeno no proteico, péptidos, aminoácidos y amonio, por la acción de las enzimas (proteasas) de las células vegetales; altos contenidos de nitrógeno no proteico y amonio en ensilajes han estado siempre asociados con bajos consumos. Esta fase disminuye la calidad del silo, lo ideal sería que durara el menor tiempo posible.

La siguiente fase comienza una vez el oxígeno ha sido agotado y reemplazado por el dióxido de carbono, originando un ambiente anaeróbico, es decir sin aire; las bacterias presentes en el forraje se multiplican, principalmente las productoras de ácido acético, que es el primero que se forma; las bacterias formadoras de ácido acético dan paso a las lactogénicas o lactobacilos, aumentándose la cantidad de ácido láctico convirtiéndose en el producto dominante, que estabiliza el material como ensilaje en un término de 21 días, hasta inhibir el crecimiento de todas las bacterias. Esto se consigue con un buen proceso de compactación.

#### Calidad del ensilaje.

Existen varios factores que interactúan entre sí y determinan la calidad final del alimento ensilado. Entre esos factores se encuentran los siguientes:

- **Estado de madurez y contenido de humedad de la planta al momento del picado.**

El estado de madurez óptimo facilita la eliminación del oxígeno durante el proceso de llenado y compactado y asegura un elevado contenido de azúcares disponibles para las bacterias y un máximo valor nutricional para el ganado. La madurez tiene un alto impacto en el contenido de humedad de cultivos, sobre todo en aquellos en los que no se realiza presecado, ejemplo el Maíz y el Millo, donde el contenido de humedad óptimo se encuentra cerca del 70%. Valores superiores al mencionado pueden derivar en una fermentación butírica o en un exceso de pérdidas por lixiviación de azúcares. De igual manera niveles inferiores de humedad pueden retrasar e incluso impedir que la fermentación se lleve a cabo.



### • Momento de la cosecha

Como se explicó en el párrafo anterior el 65-70% de humedad es el factor clave para lograr calidad en el material ensilado, porque este momento coincide con la finalización del llenado de los granos, contando con el máximo contenido de energía disponible para ser ensilado. En este estado, la proporción de grano debe estar entre el 30 y 50% del total de la materia seca:

siendo estas condiciones determinadas justamente por el estado fenológico de grano farináceo.

### • Tamaño y uniformidad del picado

El tamaño óptimo del picado para Maíz, Sorgo, Yuca, Caña y leguminosas, varía entre los 8 y 12 mm, en el caso de los pastos de 4-5 cm, permitiendo

hacer un buen compactado, ya que capas adecuadamente picadas simplifican la expulsión del aire. Por otro lado el forraje bien picado asegura la máxima tasa de pasaje a nivel ruminal. Existen evidencias que hay una estrecha correlación entre el contenido de humedad de la planta al momento de la cosecha y el tamaño del picado, con el consumo, la digestibilidad de la materia seca y la digestibilidad de la proteína.

### • Velocidad de llenado

Lo ideal es que el silo se pueda tapar o sellar el mismo día que se inicia, si no es posible se puede realizar a los 3, máximo a los 5 días de iniciado el corte, teniendo la precaución de ir depositando nuevas capas sobre las del día anterior.

EL TAMAÑO ÓPTIMO  
DEL PICADO PARA  
MAÍZ, SORGO, YUCA,  
CAÑA Y LEGUMINOSAS,  
VARÍA ENTRE LOS  
8 Y 12 mm

### • Características de buena calidad del ensilaje

Las principales características organolépticas son el color, que debe ser verde amarillento; olor agradable y la apariencia libre de hongos (Figura 58 y Tabla 3).

Las principales características químicas que determinan la buena calidad son las siguientes:

- PH < 4.2
- Ácido láctico (%MS): > 6.0
- Ácido acético (%MS): < 2.0
- Ácido butírico (%MS) :< 0.5
- Humedad (%): 68-72



Figura 58. Ensilaje de Millo de buen color y apariencia.

Tabla 3. Parámetros de referencia de calidad para ensilaje de maíz

| Calidad Ensilaje | Proteína Bruta (%) | FDN (%) | FDA (%) | Digest Insitu (%) | NTD (%) | Almidón (%) | Azúcar (%) |
|------------------|--------------------|---------|---------|-------------------|---------|-------------|------------|
| Muy buena        | 7.8                | 52.5    | 24.5    | 42                | 69      | 22.5        | 7.15       |
| Buena            | 7.0                | 57.5    | 27.5    | 40                | 65      | 17.5        | 5.25       |
| Mala             | < 6.2              | > 62.5  | > 30.5  | < 38              | < 61    | < 12.5      | < 3.33     |

Fuente: Depto de tecnología da Pioneer Sementes, Área de Nutricao Animal, 1995



En la **tabla 4**, se observa el consumo diario aproximado de ensilaje de maíz y millo, en bovinos en diferentes estados fisiológicos, según información tomada en fincas de productores.

**Tabla 4.** Consumo diario aproximado de ensilaje de gramíneas por bovinos según estado productivo.

| Estado productivo                 | Kilogramos de ensilaje |
|-----------------------------------|------------------------|
| Vacas en producción               | 10 a 20                |
| Vacas secas y novillas de vientre | 5 a 15                 |
| Hembras de levante                | 5 a 10                 |
| Terneros lactantes                | 2 a 5                  |

## HENO

Es otra forma de conservar forrajes, que consiste en deshidratar (secar) el forraje ya sea por medios artificiales o naturales hasta niveles de humedad inferiores al 15-20%, con el fin de paralizar toda la actividad celular y la de microorganismos existentes, para estabilizar el material y mantener la calidad. El heno en pacas o fardos se puede almacenar en cobertizos solamente con techos, para protegerlo de las lluvias y colocarlo sobre el suelo en estivas para que circulen corrientes de aire por debajo y favorezcan el proceso de secado. Cuando la humedad es superior al 15-20%, en heno almacenado, se pueden presentar pérdidas de nutrientes por fermentación o enmohecimiento (**Figura 59**).

Cuando se elabora en forma artesanal, se constituye en una de las fuentes de alimentación más económica después del pasto.



**Figura 58.** Almacenamiento de heno a gran escala.

### Materiales que se pueden henificar.

Se puede elaborar heno con todas las gramíneas existentes, pero preferiblemente con aquellas que tienen altos rendimientos de forraje, ya sea por condición genética como el pasto Guinea (*Panicum maximum*) y aquellos que su producción sea estimulada o inducida mediante prácticas de fertilización como Angleton (*Dichanthium aristatum*) y Colosuana (*Bothriochloa Pertusa*). Los altos contenidos de carbohidratos estructurales como celulosa y hemicelulosa en el heno de pastos, es la razón principal de incluirlo en la ración de rumiantes para proporcionar la energía necesaria en los procesos de producción de carne o leche, a un costo mucho menor que los concentrados.

El heno de las hojas de leguminosas como Guandul, Matarratón, Cratylia, Frijol, Canavalia, Clitoria etc, es una buena forma de suministrar proteína durante la época de sequía. El heno de hoja de yuca es una fuente de alto valor nutritivo por su gran contenido de proteínas. El heno de tamo de arroz también es utilizado como alimento para el ganado, a pesar de tener baja calidad nutritiva.

### Momento del corte o cosecha.

Cuando el heno se elabora con gramíneas para pastoreo, la cosecha se debe hacer en la fase de prefloración, que es el momento en que la planta tiene la mayor concentración de nutrientes disponibles.

Si se piensa en heno de leguminosas arbustivas o semi-arbustivas, el corte se debe hacer entre 3 o 4 meses y cuando se henifica hoja de Yuca la cosecha se debe efectuar cada 3 meses, cuando se usa el sistema de alta densidad, o a los 8 meses, cuando se siembra para producir raíces.



## El proceso de elaboración de heno.

### • Corte del forraje

Si el material a henificar es pasto se puede hacer con maquinaria, para lo cual se necesita una cosechadora ensamblada al toma fuerza del tractor. El pequeño productor puede hacer el corte del pasto en forma manual con machete o guadañadora (Figura 60 y 61).



Figura 60.  
Corte de pasto con machete para elaborar heno.



Figura 61.  
Corte mecánico de pasto para elaborar heno.

Cuando se henifican leguminosas arbustivas, semiarbustivas y árboles forrajeros, el corte del forraje (hojas) consiste en cortar la rama y luego desfoliarla.

Cuando se henifica hoja de Yuca o Guandul la cosecha consiste en ir desfoliando (arrancando hojas) de los 2 tercios inferiores de la planta (Figura 62).



Figura 62.  
Planta de yuca desfoliada para elaborar heno.



### • Secado del forraje

Se logra con la misma cosechadora que también es acondicionadora, puesto que pasa el pasto o forraje cortado a través de unos rodillos que lo exprimen, facilitando su deshidratación. Para acelerar aún más el proceso de secado, se utiliza un rastrillo hilerador que voltea y organiza el pasto cortado en surcos (Figura 63).



Figura 63. Rastrillo hilerador.

### • Secado natural o en campo

Se hace simplemente exponiendo el pasto cortado, las hojas de leguminosas o de yuca sobre el suelo, a los rayos directos del sol en una capa delgada y voltearlas permanentemente durante cinco o seis horas (Figura 64). Es importante evitar que las hojas ya presecadas se vuelvan a humedecer por efecto de las lluvias, por lo que se deben tapar con plástico o carpa. El principal inconveniente para la elaboración del heno, en época de invierno, son las lluvias que afectan su calidad. Con pasto Angleton y Colosuana se puede elaborar heno con mucha facilidad en un solo día, siempre y cuando se voltee el material permanentemente.

Durante el secado ocurren pérdidas de nutrientes debido a la oxidación de los azúcares durante la respiración celular después de cosechado el forraje. Se concentran los constituyentes de la pared celular y se aumenta la hidrólisis de proteína por un incremento en la actividad de las enzimas vegetales.



- **Secado artificial.**

Se hace independientemente de las condiciones ambientales utilizando equipos y maquinarias especializadas, por lo que su difusión ha sido limitada debido principalmente a su costo.

En el proceso de elaboración, el secado es en el heno, lo que el apisonado es en el ensilaje. Se considera la etapa crítica de su producción, puesto que es donde se presentan las pérdidas de nutrientes por fermentación o enmohecimiento, deteriorado su calidad final. En consecuencia el secado debe hacerse lo más rápido posible.

- **Enfardado o empacado.**

Se puede hacer con máquina enfardadora que recoge el pasto picado y seco y lo transforma en un fardo o paca lista para almacenar bajo sombra (Figura 65).



Figura 65. Enfardado mecánico de heno de pasto guineño.

El enfardado o empacado manual se realiza depositando el pasto cortado y seco en una caja metálica o de madera sin fondo de 50 cm de lados y 40 cm de altura sobre cuyo piso se colocan dos pitas en forma de cruz; el pasto se apisona dentro de la caja, una vez llena se amarra y se extrae la paca con un peso aproximado de 12 kilogramos (Figura 66).

Se han obtenido rendimientos promedios en potreros de Angleton con y sin fertilización de 8 y 6 t/ha de forraje respectivamente y en Pasto Colosuana sin fertilizar 4 t/ha, con 75-80% de materia seca.

El empacado de heno de leguminosa o de yuca, se hace simplemente colocando y apisonando las hojas secas en el interior de un costal hasta llenarlo completamente y luego amarrar con pita su extremo superior (Figura 67).



Figura 66. Caja de madera para elaboración de heno manual.



Figura 67. Empacado manual de heno de Cratylia.



Figura 68. Cobertizo para almacenar heno.

- **Almacenamiento.**

El heno de pasto y de leguminosas se debe almacenar en un lugar bajo techo, con buena ventilación y colocarlo sobre estivas de madera para que se complete el proceso de secado. Se utilizan para esto bodegas y cobertizos para protegerlo de las lluvias y del sol y así evitar fermentaciones intensas y pérdidas de caroteno que deterioran su calidad (Figura 68).

DURANTE EL SECADO  
OCURREN PÉRDIDAS DE  
NUTRIENTES DEBIDO  
A LA OXIDACIÓN  
DE LOS AZÚCARES



- **Suministro.**

El suministro se hace en comederos de canoa, en dispensadores estilo tolva, hechos con materiales existentes en la región. También se suministra en el suelo a lo largo de la cerca, pero con el inconveniente que se presentan muchas pérdidas. El lugar de suministro debe estar cerca del sitio de almacenamiento (Figura 69).



Figura 64. Secado natural al sol de hojas de yuca.



### • Calidad.

La calidad del heno de pasto se afecta con los siguientes factores:

- El estado de desarrollo de la planta al momento del corte (pasto y leguminosa)
- La edad de la planta (pasto)
- El contenido proporcional de hojas (pasto).
- El secado (pasto y leguminosa).
- El deterioro causado por el tiempo y el manejo (pasto y leguminosa).
- La forma física en la cual se suministra a los animales (pasto y leguminosa).
- La especie que se heneifica (pasto y leguminosa).



Figura 69. Vacas Doble Propósito consumiendo heno.

## OTROS TIPOS DE HENO

### HENO DE CAÑA DE AZÚCAR.

El fundamento del heno de caña de azúcar es el mismo del heno de cualquier material que consiste en extraer el agua, mediante secado natural, por exposición directa del forraje a la acción de los rayos solares, durante un tiempo determinado, hasta que alcance un contenido de humedad del 10 o 12 %.

ESTE PROCESO DE ELABORACIÓN  
DEL HENO, SE INICIA CON EL  
PICADO DE LA CAÑA

El heno de caña de azúcar se debe hacer al inicio de la época de verano, o sea cuando la edad del material, sea de 11 o 12 meses, período en el cual el cultivo ha acumulado los mayores contenidos de azúcar. (Jordan et al, 1992., Preston, 1998a). Esta condición lo hace diferente a los demás cultivos forrajeros, como Pasto Elefante (*Penisetum purpureum*), *Penisetum purpureum* cultivar King gras, Maralfalfa, (*Penisetum* sp), Taiwán (*Penisetum* sp), pasto guinea cultivares mombasa o tanzania, que deben cosecharse entre 45 y 60 días, para que no entren en un severo proceso de lignificación o madurez fisiológica.

### • El proceso de heneificación de la caña de azúcar

El proceso de elaboración del heno, se inicia con el picado de la caña con una picadora de martillo, que deja el material finamente molido (Figura 70).



Figura 70.  
a. Picadora de martillo.

b. Caña de azúcar picada.

La pista de secado debe ser de malla polisombra de 7 m de largo por 6 m de ancho, la cual se sujeta por las esquinas, y luego se amarran con pita, a varias estacas de madera, fuertemente clavadas al suelo. Esto es lo que constituye el acondicionamiento y llenado de la pista de secado de la caña de azúcar (Figura 71).

No se recomienda que la pista de secado sea de plástico, porque el agua que se removió (que salió durante el día) y depositó en el plástico, es absorbida por la caña picada en las horas de la tarde, haciendo más demorado el secado y desencadenando procesos de descomposición del material; por esta razón se debe usar malla polisombra, que deja salir el agua. Luego del llenado de la pista de secado, el material se distribuye uniformemente, en una capa que no sobrepase los 15 cm de espesor; ya que a medida que la capa sea más gruesa, el secado puede demorar más tiempo (Figura 72).



La capa de caña picada de 15 cm de espesor, se debe voltear cada tres horas (9:00 am, 12 m y 3 pm), para facilitar el proceso de secado. No se recomienda usar mayor altura del material, porque se dificulta el proceso de volteo y el tiempo de secado se aumenta. Con esta frecuencia de volteo el secado al sol dura dos o tres días, al cabo de los cuales, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) alcanza un contenido de humedad seguro, (10-12%), es decir, que se encuentra libre de procesos de descomposición, conservando de esta manera su calidad nutritiva, o sea mantiene en forma segura el contenido de azúcares; (Albarracín y col 2007). En cada frecuencia de volteo se observa el cambio de color de la capa que se va secando (Figura 73).



Figura 71.  
a. Acondicionamiento.

b. Llenado de la pista de secado al sol



Figura 72.  
a. Distribución del material sobre la pista de secado  
b. Volteo con pala de la caña de azúcar picada.

La caña secada al sol, convertida en heno de caña, se introduce en costales de polipropileno con la parte superior (boca del costal) abierta o en canecas de plástico sin tapa dispuestas para su almacenamiento en bodegas y posterior suministro a los animales (Figuras 74 ay b).



Figura 74.  
a. Heno de Caña de azúcar en costal.

b. Heno de caña de azúcar en canecas.

El heno se debe almacenar bajo techo y libre de exposición a la lluvia, en donde conserva sus propiedades nutritivas durante periodos prolongados (Figura 75).

La relación caña fresca/caña seca, en este caso, fue de 2.32; lo que significa que para obtener 1 kg de heno de caña de azúcar, se necesitaron 2.32 kg de caña de azúcar fresca.



Figura 75. Almacenamiento del heno de caña de azúcar bajo techo.

#### • Características nutricionales del heno de caña de azúcar

El heno de la caña nutricionalmente hablando, tiene ventajas sobre otros subproductos de la caña de azúcar, así se observa en la tabla 5, que con 88% de materia seca, los animales obtienen el mayor consumo de materia seca, que es el 3.2% de su peso vivo; esto significa que si se suministra heno de caña a animales de peso promedio de 300 kilos, éstos consumirían 9.6 kg de materia seca y 21.9 Megacalorías de energía metabolizable; consumo que solo es muy similar al de la melaza, que es de 9.3 kg y 22.2 Megacalorías de energía metabolizable.


**Tabla 5.** Características del heno y otros subproductos de la caña de azúcar.

| Subproductos de caña de azúcar | MS (%) | PC (%) | FDN (%) | FDA (%) | DMS (%) | AIMS (%pv) | EM   |
|--------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|------------|------|
| Heno de caña                   | 88     | 2.8    | 37.4    | 32.14   | 63.87   | 3.2        | 2.29 |
| Caña fresca                    | 30     | 2.8    | 44.8    | 38.6    | 58.9    | 2.62       | 2.12 |
| Ensilaje de caña integral      | 32     | 2.7    | 48.21   | 39.52   | 58.2    | 2.48       | 2.09 |
| Melaza                         | 73     | 2.9    | 38.7    | 28.9    | 66.4    | 3.1        | 2.39 |

Fuente: Adaptado de Albarracín 2007.

**MS:** Materia seca.

**FDN:** Fibra en detergente neutro. **FDA:** Fibra en detergente ácido.

**DMS:** Degradabilidad in situ de la materia seca.

**IMS:** Ingestión de materia seca, como % del peso vivo.

**EM:** Energía metabolizable, en Megacalorías/kg de materia seca.

#### • Costos de elaboración del heno de caña de azúcar

La **tabla 6**, muestra los costos de producción del heno de caña de azúcar, con volteo cada tres horas; en ella se registra el valor de la tonelada de caña en la región que fue de \$ 60.000, siendo el rubro de mayor peso (73.8%) en el costo total. En los costos variables, la mano de obra de volteo, representa el 7.68%, seguido de los costos de mano de obra de picado y empaque, con el 6.8% y 6.3% respectivamente. El rubro de menor costo fue el consumo de kWh, con 1.8%.

Dado que el cálculo se hizo por tonelada de heno, se deduce que el valor del kilo es de \$ 81 con 284 centavos.

LOS ESTUDIOS MUESTRAN FACTIBILIDAD DE UTILIZACIÓN DEL HENO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO SUPLEMENTO ENERGÉTICO, EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

**Tabla 5.** Características del heno y otros subproductos de la caña de azúcar.

| Frecuencia de volteo (horas) | Costo caña (\$) | Costo de picado (\$) | Costo consumo picadora (\$/kWh) | Costo de llenado (\$) | Costo de volteo (\$) | Costo de empaque (\$) | Total (\$) |
|------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------|
| 3                            | 60.000          | 5.556                | 1.528                           | 2.778                 | 6.250                | 5.172                 | 81.284     |

#### • Costo del kilo de energía metabolizable por kilogramo de materia seca



Si se compara el valor del kilo de energía metabolizable por kilo de materia seca, en los productos y subproductos de la caña de azúcar, se observa que el heno se muestra como una opción muy competitiva, frente al ensilaje de caña y a la melaza, constituyendo esta opción de suplementación una gran potencialidad de uso en los sistemas ganaderos de producción de leche y carne de muchas regiones del país.

**Tabla 7.** Costo de la energía metabolizable por kilogramo de materia seca (Mcal EM/kg MS) de productos y subproductos de la caña de azúcar.

| Subproductos de caña de azúcar | EM.Mcal/kg MS.(\$) |
|--------------------------------|--------------------|
| Heno de caña                   | 102.0              |
| Caña fresca                    | 66.67              |
| Ensilaje de caña integral      | 166.17             |
| Melaza                         | 312.76             |

Los resultados de este estudio muestran la factibilidad de utilización del heno de caña de azúcar como suplemento energético, en la alimentación de rumiantes, dada la facilidad de elaboración, necesiándose solo 3.2 kg de caña fresca, para obtener 1 kg de heno; el valor energético es muy similar al de la melaza, dado que para reemplazar un kilogramo de melaza, solo se necesitan 1.04 kg de heno de caña y su gran factibilidad económica, puesto que el costo de la energía metabolizable es inferior al costo de la energía metabolizable del ensilaje de caña de azúcar y al costo de la energía metabolizable de la melaza (Tabla 7)

### HENO DE BICHO (*Cassia tora* L)

#### • Malezas que pueden ser usadas en la alimentación de rumiantes

El bicho (*Cassia tora* L) es una planta anual, común en terrenos cultivados, potreros, cultivos perennes, bordes de carreteras y taludes. La raíz es pivotante y el tallo es herbáceo a leñoso, erecto, ramificado de 40 a 150 centímetros de altura y no tiene vellosidades. Las hojas son pinado-compuestas con folíolos sin pelos, opuestos y en pares, generalmente 6 seis, de dos centímetros y medio o de cuatro centímetros de largo y de un centímetro y medio a tres de ancho. Las flores son amarillas y producen una legumbre larga, delgada, curvada, de 20 a 25 centímetros de larga. Las semillas son romboides brillantes, pardas y con buena viabilidad (Cárdenas et al, 1972). Perteneció a la familia Leguminosae, Genero: *Cassia* Especie: *tora* (Figura 76 a y b)

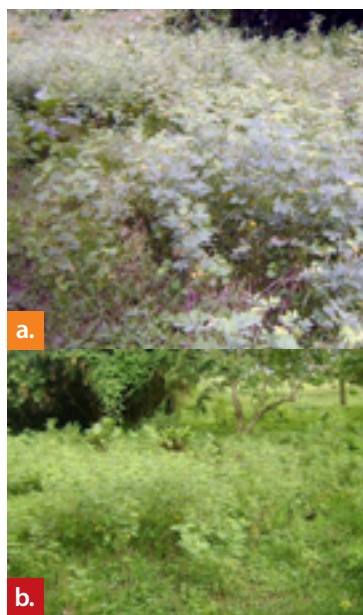


Figura 76.  
a. Plantas de Bicho (*Cassia tora* L).  
b. Plantas de Bicho (*Cassia tora* L).

Las malezas son plantas silvestres que crecen en ambientes frecuentemente disturbados por la actividad humana. Una planta es maleza, si en cualquier área geográfica específica, sus poblaciones crecen sin que sean cultivadas con deliberación (Baker citado por Alan et al, 1995).

Es frecuente observar en la Costa Caribe Colombiana, áreas con alto grado de enmalezamiento con Bicho (*C. tora*), especialmente cuando se siembran pastos y no se hace control oportuno de malezas (Figura 77). Bajo estas condiciones se puede obtener un rendimiento promedio de cuatro kilogramos por metro cuadrado forraje verde, es decir 42.8 t/ha, o sea 7.8 toneladas de materia seca/ha, con 18.2% de materia seca.



Figura 77. Campo enmalezado con Bicho (*C. tora*)



EL BICHO ES UNA PLANTA ANUAL, COMÚN EN TERRENOS CULTIVADOS, POTREROS, CULTIVOS PERENNES, BORDES DE CARRETERAS Y TALUES

En potreros, el grado de enmalezamiento con bicho es muy variable, pudiéndose encontrar rendimientos de forraje verde entre 0.3 y 10 toneladas por hectárea (Figura 78 a y b).

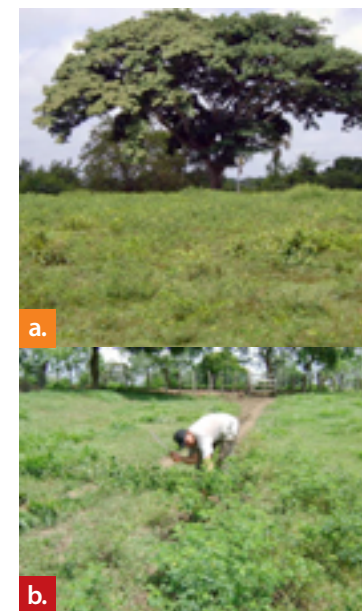


Figura 78.  
a. Potrero con Bicho (*Cassia tora*).  
b. Potrero con Bicho (*Cassia tora*).



Figura 79.  
Plantas de Bicho bajo el efecto del herbicida.

En las fincas ganaderas de la costa Caribe de Colombia, en la microrregión Sabanas de Córdoba, Bolívar y Sucre, el control de malezas se realiza de dos a cuatro meses después de haber empezado las lluvias; este control se hace manual con machete, mecánico con guadaña, con cortamaleza y químico. El Bicho no escapa a este tipo de control (Figura 79).

Algunas malezas poseen sustancias como alcaloides, taninos, saponinas, glucósidos cianogénicos, compuestos fenólicos, toxinas hepáticas etc. Muchos de estos compuestos tienen un efecto "antinutricional" cuando son ingeridos por los animales. Los mismos autores señalan que estos "antinutrientes" son sustancias naturales generadas como un mecanismo de defensa, que al estar

contenidos en ingredientes utilizados en la alimentación de animales ejercen efectos contrarios a su óptima nutrición, reduciendo el consumo e impidiendo la digestión, la absorción y la utilización de nutrientes por el animal; García y Gutiérrez, (2007).

Estas sustancias producidas en el metabolismo secundario de las plantas, como por ejemplo los taninos, cuando su contenido es aproximado al dos por ciento, tiene efecto benéfico en la alimentación de los rumiantes, ya que actúan como protector de la proteína, evitando su degradación total en el rumen, formando lo que se llama proteína de sobrepaso, que es degradada después en el tracto digestivo posterior.

LOS ANTINUTRIENTES  
SON SUSTANCIAS  
NATURALES GENERADAS  
COMO UN MECANISMO  
DE DEFENSA

El Bicho (*Cassia tora*) en estado vegetativo posee altos contenidos de estas sustancias antinutricionales, lo que limita el consumo animal en estado verde. Sin embargo cuando se somete a procesos de secado natural al sol, (heno), estas sustancias disminuyen su contenido hasta niveles en los cuales los bovinos, ovinos y equinos lo consumen ávidamente, en las épocas críticas, lo cual permite utilizarlo como suplemento proteico, dado su alto contenido de proteína cruda, mezclado con una fuente de energía y fibra como la caña de azúcar.

- **Proceso de elaboración del heno de Bicho (*Cassia tora*)**

La elaboración se debe hacer cuando existe disponibilidad del material, que coincide con la realización de establecimientos de pastos y control de malezas en potreros (desmonte), que generalmente es, en la época de lluvias; el primer paso consiste en cortar con machete la planta a ras de suelo; el corte se debe hacer cuando la planta esté en prefloración (antes de florecer) o en floración (florecido), pe-

ríodos éstos, en que la planta tiene la mayor cantidad de forraje, sin que se disminuya el contenido de nutrientes, a diferencia de las gramíneas, que deben utilizarse antes de florecer (Figura 80)

EL PROCESO QUE  
DEMORA DOS O TRES  
DÍAS, ES EL SECADO DE  
MATERIAL, PARA ASÍ  
CONTINUAR CON SU  
ELABORACIÓN

Luego de cortado, se deja a libre exposición de los rayos del sol, para que empiece el proceso de secado natural, o se seca sobre un plástico. Es recomendable tener a la mano un plástico delgado, para tapar el material cortado, evitando así que se moje cuando llueva y se produzcan cambios en su color y en su calidad nutritiva (Figura 81)

Cuando el material está seco, proceso que demora dos o tres días, se recoge, se apilona y se transporta a un sitio cercano de la vivienda, para continuar con el proceso de elaboración (Figura 82).



Figura 80. Corte de plantas de bicho (*Cassia tora*) en potrero.



Figura 81. Plantas de bicho secándose al sol y sobre plástico.



Figura 82. Plantas de bicho (*Cassia tora*) amontonadas para llevarlas al sitio de deshoje u ordeño.



Figura 83. Ordeño y empackado del heno de bicho (*Cassia tora*).

La planta seca se coloca sobre un plástico sobre el cual se sacude u ordeña, depositando las hojas y tallos tiernos desprendidos sobre sacos de polipropileno, que una vez llenos, se colocan en un sitio bajo techo, en donde se almacenarán hasta que llegue la época de suministro (Figura 83)

Las principales características organolépticas del heno de bicho (*Cassia tora*) es su color verde oscuro y olor penetrante, debido posiblemente a las sustancias formadas en su metabolismo secundario como taninos, saponinas y otras sustancias no conocidas (Figura 84).

Es importante que el heno de bicho contenga las vainas, porque éstas son consumidas por el ganado, depositadas en los potreros, garantizando la disponibilidad de la especie, cuando llegue la época de lluvias.

También es importante que durante su almacenamiento no se exponga a las lluvias, porque sufre un proceso de putrefacción muy rápido, debido a los altos contenidos de proteína que posee. También es igualmente importante, que el suministro se haga mezclado con una fuente de altos contenidos de energía, como la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*).



Figura 84. Contenido nutricional del heno de Bicho (*Cassia tora*).

ES IMPORTANTE QUE DURANTE SU ALMACENAMIENTO NO SE EXPONGA A LAS LLUVIAS, PORQUE SUFRE UN PROCESO DE PUTREFACCIÓN MUY RÁPIDO.



En la **tabla 8**, se observa que los rangos de proteína cruda son muy altos, dada la condición que es una planta que pertenece a la familia de las leguminosas. Los contenidos de FDN y FDA son bajos, lo que supone alto consumo, digestibilidad, degradabilidad y altas unidades de energía metabolizable. Los contenidos de taninos son bajos, permitiendo que una parte de la proteína escape a la digestión ruminal y pase al intestino, donde es digerida por la acción de las enzimas. El Bicho fresco, presenta diferencias muy marcadas con el heno, en lo referente a los contenidos de materia seca, que son menores y los contenidos de taninos, que son mayores, lo que hace que los animales no lo consuman en esta forma.

**Tabla 8.** Composición química, energía metabolizable, taninos degradabilidad in situ de la materia seca del Bicho (*Cassia tora*) fresco y en forma de heno.

| Material      | MS (%)    | PC (%)    | FDN (%)   | FDA (%)   | EM (Mcal/kg S) | Taninos (%) | DegIMS (%) |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-------------|------------|
| Bicho fresco  | 26.5-30.2 | 18.3-20.4 | 30.4-31.8 | 18.6-21.9 | 2.6-2.58       | 4.98-5.23   | 67.3-71.1  |
| Heno de Bicho | 87.4-89.7 | 18.2-20.5 | 32.3-34.8 | 23.4-25.7 | 2.52-2.43      | 2.01-2.3    | 67.6-70.2  |

**FDN:** Fibra en detergente neutro. **FDA:** Fibra en detergente ácido.

**EM:** Energía metabolizable, en Megacalorías/kg de materia seca.

**Deg:** Degradabilidad in situ de la materia seca.



LOS CONTENIDOS DE FDN Y FDA SON BAJOS, LO QUE SUPONE ALTO CONSUMO, DIGESTIBILIDAD, DEGRADABILIDAD Y ALTAS UNIDADES DE ENERGÍA METABOLIZANTE

## RESPUESTA ANIMAL CON FORRAJES CONSERVADOS.

En las tablas siguientes (**Tabla 9, 10, 11, 12 y 13**) se presentan algunos resultados recientes que se han obtenido en diferentes localidades en fincas de productores y en centros de investigación, con el fin de mostrar los cambios que se presentan en cuanto a producción de leche y peso corporal cuando se desarrollan programas de suplementación energético-proteica durante la época de sequía. Se observa que en algunos casos existe pérdida de peso en los animales suplementados, debido a que la oferta ambiental fue muy pobre y por otro lado la cantidad de alimento no fue suministrada a voluntad y los requerimientos nutricionales no se lograron satisfacer.

**Tabla 9.** Producción de leche y cambios de peso vivo de vacas doble propósito en pastoreo y suplementadas con ensilaje de sorgo y/o semilla de algodón más salvado de arroz. Promedio 10 vacas. Período experimental 33 días. Corpoica, C.I Turipaná, 2002-2003.

| Variables                            | Ensilaje de sorgo + semilla de algodón + salvado de arroz | Ensilaje solo |
|--------------------------------------|---|---------------|
| Leche/vaca/día (Litros)              | 4.3   | 4.07          |
| Variación del peso vivo (kilogramos) | 10.3  | 22.1          |

**Tabla 10.** Producción de leche y cambios de peso vivo de vacas doble propósito en pastoreo, suplementadas con ensilaje de maíz, pasto guinea mombasa y/o semilla de algodón más salvado de arroz. Promedio 10 vacas. Período experimental 147 días. Corpoica, C.I Turipaná, 2002-2003

| Variables                            | Ensilaje de sorgo + semilla de algodón + salvado de arroz | Ensilaje pasto Guinea mombasa + semilla de algodón + salvado de arroz |
|--------------------------------------|---|---|
| Leche/vaca/día (Litros)              | 7.0   | 6.9   |
| Variación del peso vivo (kilogramos) | 39.0  | 33.5  |



**Tabla 11.** Producción de leche y cambios de peso vivo de vacas doble propósito en pastoreo, suplementadas con ensilaje de maíz y de millo criollo y heno de hoja de yuca y guandul. Promedio 5 vacas. Período experimental 66 días. Mahates, Atlántico 2003.

| Variables                            | Ensilaje de Maíz y millo + heno de yuca y guandul | Pastoreo |
|--------------------------------------|---|----------|
| Leche/vaca/día (Litros)              | 2.9   | 1.8      |
| Variación del peso vivo (kilogramos) | -10.0   | -28.0    |

**Tabla 12.** Producción de leche y cambios de peso vivo de vacas doble propósito en pastoreo, suplementadas con ensilaje de maíz y de millo criollo y heno de hoja de yuca y guandul. Promedio 5 vacas. Período experimental 54 días. Buenavista (Sucre), 2003.

| Variables                            | Ensilaje de Maíz y millo + heno de yuca y guandul | Pastoreo |
|--------------------------------------|---|----------|
| Leche/vaca/día (Litros)              | 2.5   | 1.2      |
| Variación del peso vivo (kilogramos) | -11.0   | -21.0    |

**Tabla 13.** Producción de leche y cambios de peso vivo de vacas doble propósito en pastoreo, suplementadas con ensilaje de maíz y de millo criollo y heno de hoja de yuca y guandul. Promedio 5 vacas. Período experimental 60 días. Campo de la Cruz (Atlántico), 2003.

| Variables                            | Ensilaje de Maíz y millo + heno de yuca y guandul | Pastoreo |
|--------------------------------------|---|----------|
| Leche/vaca/día (Litros)              | 3.5   | 2.3      |
| Variación del peso vivo (kilogramos) | -14.0   | -26.0    |

### Utilización del heno de Bicho (*Cassia tora*), en la alimentación de bovinos durante la época de sequía.

Las pruebas de suplementación con heno de Bicho (*C. tora*), se realizaron con diferentes tipos de animales, pastoreando pasto Colosuana, (*Bothriochloa pertusa*), que es la gramínea que predomina en la región de las Sabanas de Córdoba, Bolívar y Sucre. El estudio se hizo en tres fincas, durante la época de sequía, utilizando animales a los cuales se les suministró suplemento y otros animales como testigos, que no fueron suplementados; con el fin de observar el efecto del alimento sobre la ganancia de peso y producción de leche.

Se usó Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) como fuente de energía, algunas veces fresca y otras en forma de heno, cuyo suministro, en mezcla con heno de Bicho, se hizo en tanques plásticos, llantas y tablas de madera, adaptados para este fin (Figura 85).

LAS PRUEBAS DE SUPLEMENTACIÓN SE REALIZARON CON DIFERENTES TIPOS DE ANIMALES



**Figura 84.** Heno de Bicho (*Cassia tora*) más heno de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), para suministrar a los bovinos

En una finca del Departamento de Córdoba, los animales de cruce racial cebú comercial, fueron suplementados con 5 kg heno de Bicho (*C. tora*) más 8 kg de Caña de Azúcar (*S. officinarum*) fresca, cortada con machete en trozos de 20 a 25 cm de largo; la disponibilidad de forraje en la pradera fue en promedio 784 kg de materia seca/ha. El suplemento proporcionó a los animales, aproximadamente 1000 g de proteína cruda y 17 Megacalorías de energía metabolizable diariamente, durante todo el periodo experimental. El costo del kilo de heno de Bicho fue de \$ 30.00 y el kilo de caña fresca de \$ 60.00; en consecuencia el costo total de la dieta fue de \$ 630.00



Bajo esa condición alimenticia, los animales suplementados obtuvieron una ganancia promedio diaria de 347 gramos y una ganancia promedio de 25 kilogramos durante el período, mientras que los animales no suplementados perdieron peso, siendo esta pérdida en promedio de 69.4 gramos diarios y cinco kg en promedio, durante los 72 días de evaluación que duró del estudio (Tabla 14)

**Tabla 14** .Suplementación de bovinos machos de levante en pastoreo de Colosuaña (*Bothriochloa pertusa*), con heno de Bicho (*Cassia tora*) mas Caña de Azúcar fresca (*Saccharum officinarum*), en las Sabanas de Córdoba 2009

| Tipo de animal                     | No anim | Peso prom inicial (kg) | Peso prom final (kg) | Kilos período | Ganancia diaria/anim/día | Duración (Días) |
|------------------------------------|---------|------------------------|----------------------|---------------|--------------------------|-----------------|
| Machos de levante suplementados    | 15      | 170                    | 195                  | 25            | 347                      | 72              |
| Machos de levante No suplementados | 15      | 165                    | 160                  | -5            | -69.4                    | 72              |

En una finca del departamento de Sucre, se utilizaron 15 bovinos machos destetos provenientes del sistema doble propósito, los cuales se suplementaron con 5 kg de heno de Bicho (*Cassia tora*) más 8 kg de heno de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), proporcionando estas cantidades, aproximadamente 1000 g de proteína cruda y 18.3 Megacalorías de energía metabolizable diariamente, durante 62 días, que fue el tiempo de duración de este ensayo. En el potrero se cuantificaron en promedio 745 kg de materia seca/ha. La dieta tuvo un costo de \$ 798.00, (\$150 +\$648).

LOS ANIMALES SUPLEMENTADOS PRESENTARÓN GANANCIAS PROMEDIAS DIARIAS DE 323 GRAMOS, MIENTRAS QUE LOS NO SUPLEMENTADOS PERDIERON EN PROMEDIO 153.8 GRAMOS DIARIOS

Los animales suplementados presentaron ganancias promedio diarias de 323 gramos, mientras que los no suplementados perdieron en promedio 153.8 gramos diarios, para un total de 10 kilos durante todo el período (Tabla 15). A pesar que esta dieta tuvo mayor contenido de energía, las ganancias fueron menores que en la finca del Departamento de Córdoba, debido posiblemente al mal estado nutricional de los animales por efecto del destete.

**Tabla 15** .Suplementación de bovinos machos destetos en pastoreo de Colosuaña (*Bothriochloa pertusa*), con heno de Bicho (*Cassia tora*) mas heno de Caña de Azúcar fresca (*Saccharum officinarum*), en las Sabanas de Sucre 2009.

| Tipo de animal                     | No anim | Peso prom inicial (kg) | Peso prom final (kg) | Kilos período | Ganancia diaria/anim/día | Duración (Días) |
|------------------------------------|---------|------------------------|----------------------|---------------|--------------------------|-----------------|
| Machos de levante suplementados    | 15      | 153                    | 174                  | 21            | 323                      | 65              |
| Machos de levante No suplementados | 15      | 149                    | 139                  | -10           | -153.8                   | 65              |



Diez vacas doble propósito de alto mestizaje con proporciones de sangre indefinidas, pastoreando Colosuaña (*B. pertusa*) recibieron diariamente un suplemento de 8 kg de heno de Bicho (*Cassia tora*), mas 10 kg de heno de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), durante 60 días; con esta mezcla los animales consumieron 1540 g de proteína cruda y 21.2 Megacalorías de energía metabolizable por día. La disponibilidad de materia seca en los potreros fue de 796 kg/ha.



Las vacas suplementadas con heno de Bicho, (*C. tora*) mas heno de caña de azúcar (Figura 86), obtuvieron la mayor producción promedio de leche por día, que fue de 1.6 litros; mientras que las vacas que no recibieron suplementación, tuvieron una producción promedio de leche por día de 0.5 litros; es decir una producción 168% inferior la obtenida con las vacas suplementadas (Tabla 16)

**Tabla 15** .Suplementación de vacas doble propósito, en pastoreo de Colosuana (*Bothriochloa pertusa*), con heno de Bicho (*Cassia tora*) mas heno de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), en las Sabanas de Sucre 2009.

| Tipo de animal                 | No animales | Producción promedio de leche día (L) | Producción de leche en el período (L) | Duración (Días) |
|--------------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Vacas paridas Suplementados    | 10          | 1.6                                  | 96                                    | 60              |
| Vacas paridas No suplementados | 10          | 0.5                                  | 30                                    | 60              |

El costo total de la dieta por vaca fue de \$ 1050<sup>oo</sup>, (\$240 +\$810 respectivamente) y el valor del litro de leche fue vendido a \$950. Según esto la leche producida por las vacas suplementadas (1.6 L), produjo una utilidad de \$470<sup>oo</sup> ( $1.6 * \$950^{oo} = \$1520 - \$1050$ ) y \$45.120<sup>oo</sup> durante todo el período, mientras que las vacas no suplementadas, produjeron solo \$14.250<sup>oo</sup>, en los 60 días de evaluación.

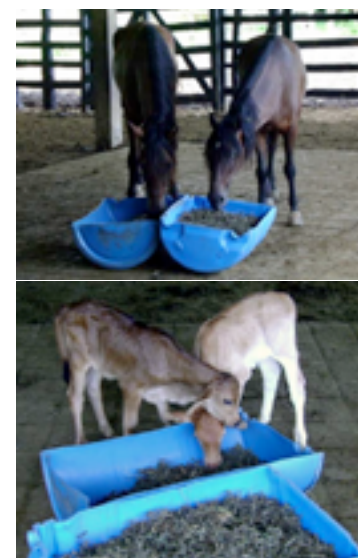


**Figura 86.** Vacas doble propósito consumiendo heno de bicho (*Cassia tora*) mas heno de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en trozos.

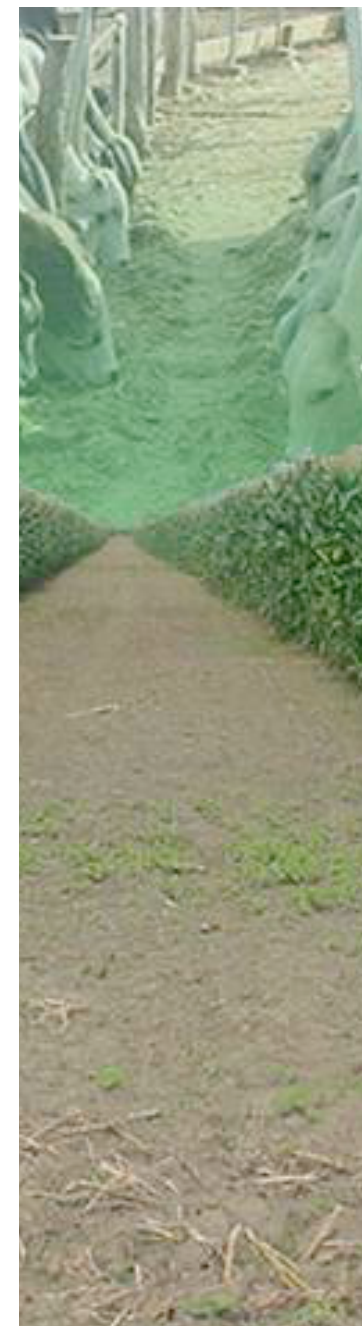
LAS VACAS SUPLEMENTADAS CON HENO DE BICHO, MAS HENO DE CAÑO DE AZÚCAR, OBTUVIERÓN LA MAYOR PRODUCCIÓN PROMEDIA DE LECHE POR DÍA

Estos resultados fueron muy relevantes, debido a que la disponibilidad de forraje existente en los potreros en que se desarrolló el estudio, fue muy precaria (796 kg/ha), lo que hace inferir que las mayores producciones de leche en la vacas suplementadas, fueron debidas casi en su totalidad, al efecto de la suplementación.

El heno de bicho (*Cassia tora*), también es consumido por equinos y terneros lactantes, creándose la necesidad de investigar sobre la ganancia de peso de estos últimos (Figura 87)



**Figura 87.** Equinos y terneros lactantes también consumen heno de bicho (*Cassia tora*).



# BIBLIOGRAFIA

- Albarracín, L., García, H., Arguelles, J., Quiceno, J., Mateus, H., Osorio, G., Becerra, J., Pardo, O., Cuadrado, H. 2007. Alternativas energéticas a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), como suplemento en la alimentación de bovinos. Corpoica. Boletín técnico, ISBN 978-958-8311-61-6. P 61
- Andrieu, J.p. And Gouet. 1991. Proceeding of forage conservation towards 2000. (G. Pahlow and H. Honig, eds), Landbauforschung Volkenrode 123; p 287-288.
- Alán, E. et al. Elementos para el Manejo de Malezas en Agroecosistemas Tropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago – Costa Rica. 1995. 12, 13, 15, 18, 35, 36, 40, 46pp.
- Arguelles, M.G. 1992. La conservación de forrajes en la empresa ganadera. En Pastos y forrajes para Colombia. Suplemento ganadero. Bogotá Colombia. P 5-9
- Arreaza, L. C. 1997. Conservación de forrajes. Boletín técnico. C.I. Turipaná. P 8,8, 12.
- Bragachini, M. et al. 2001. Silaje de Maíz Sorgo Granífero. Cuaderno de actualización técnica No 2. SIN 0329- 1650. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Manfredi . Argentina. p 15,17,18,23,24,27.
- Becerra, J. 1994. El ensilaje: su proceso y utilización en la producción de leche. En "Compendio Alternativas no tradicionales para alimentación de rumiantes. Corpoica C.I. Obonuco. Pasto p 152-153.
- Bernal, J. 2002. Conservación de forrajes. Boletín técnico. Bogotá p 20- 22.
- Buchanan-Smith, J.G. 1988. Inoculants and enzymes as silage additives. Alltech Research & Technical Bulletin. p.4.
- Cárdenas, J. et al. Malezas del Trópico. 1972. 195, 199, 229pp.
- Cisneros, L. M., Castillo, C. E. Y Yamanaka, G. J. J. 1994. La caña de azúcar como alimento animal. Universidad Autónoma del estado de Morelos, México-Instituto Superior de ciencias Agropecuarias Bayazo, Cuba. Morelos, México. 25 pp.
- Checa E. J. 2002. Ensilaje de pastos. En memorias seminario Ensilaje y producción limpia. Montería 2002. p 2,5, 8.
- Corpoica. 2002. Informe final proyecto Evaluación de cultivos forrajeros para alimentación de bovinos en el trópico bajo. Pp 5,8.
- García, J. Medrano J. Estrategias para enfrentar períodos prolongados de verano en sistemas de producción bovina. En Revista Agrocambio P 13-15.
- García D. y Guitiérrez D. Rastreo Cualitativo de Alcaloides, Saponinas y Glicósidos Cianogénicos en Malezas usadas como Forrajes. 2007. Disponible en: [www.uaq.mx](http://www.uaq.mx)
- Goodman, S.A., P.J. Warner And C. ORR. 1995. A novel bacterial inoculant to reduce aerobic deterioration of silages. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 11th Annual Symposium. Nottingham University Press, Loughborough, Leics. UK. pp. 451.
- Gross, F. 1969. Directing the silage process with additives. Proc. 3rd General Meeting of Europe Grassland Fed., Braunschweig, p.139.
- Jiménez, F. 2002. Resultados de investigación Programa pecuario Corpoica Regional 4. p 4.
- Jordán, H., GARCÍA-TRUJILLO, R., MUÑOZ, E. Y GONZÁLES, R. 1992. El uso de la caña de azúcar y sus subproductos en la alimentación en la vaca lechera. FES-C. UNAM. Cuautitlán, México. 83-90.
- Jones, R. 1994. The importance of quality fermentation in grass silage. Proc. Alltech 8th European Lecture Tour. p. 33.
- Keplin, I. A. S. 1995. Silagen de planta inteira de Milho. Boletín técnico. Santa Cruz do Sul. Brasil. P13- 23.
- Preston, T. R.; ROSALES, M. 1998. Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. Cali, Cipav. 167 p.
- Sanchez, M. L. 2002. Conservación de forrajes en sistemas de producción bovina del trópico bajo. En memorias seminario "Alternativas tecnológicas para la producción competitiva de leche y carne en el trópico bajo. Pp 23. 24.
- Bolsen K, Mike Wilkinson And C.j. Lin Kansas State University, Manhattan, Kansas, Usa. University Of Leeds, Uk. Roanoke City Mills, Roanoke, Virginia Usa 2000. La evolución del ensilaje y de los inoculantes para silos. p. 15.





**MinAgricultura**

Ministerio de Agricultura  
y Desarrollo Rural



**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Correo: [bac@corpoica.org.co](mailto:bac@corpoica.org.co)

Teléfono: (57 1) 4 227300 ext. 1257 o 1274

Skype: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/people/biblioteca.agropecuaria)

[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

