



# GUÍA TÉCNICA

MANEJOS DE PASTURAS Y ENSILAJE  
PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Unidad de Área Costa Rica

# GUÍA TÉCNICA: “MANEJO DE PASTURAS Y ENSILAJE PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL”



# Tabla de Contenidos

Presentación.....	4
Introducción.....	5
Pasturas y forrajes.....	6
Estrategias para optimizar el Valor Nutricional de Pastos y Forrajes .....	8
Clasificación según su uso.....	9
Variedades de los pastos y forrajes.....	10
Pastos de pastoreo .....	10
Pastos para forraje.....	16
Leguminosas utilizadas en el ensilaje.....	19
Ensilaje para alimentación animal .....	21
Indicaciones previas al ensilaje .....	23
Proceso de ensilaje.....	24
Costos de producción .....	26
¿Cómo se calcula el costo de producción de forraje para producción animal?.....	27
Glosario.....	29
Bibliografía.....	32

# Presentación

El Corredor Seco Centroamericano (CSC) es una zona vulnerable, declarada de alto riesgo ante fenómenos naturales y está definida por condiciones climáticas de escasa precipitación y escenarios difíciles para la producción agrícola. Adicionalmente a las condiciones climáticas adversas, se han identificado otros factores que amenazan la seguridad alimentaria de familias de pequeños agricultores como lo son; el abandono de la producción agropecuaria a pequeña escala, programas de apoyo excluyentes hacia diversos sectores de la población, altos costos, fluctuaciones de precios y pérdidas en la producción, deficientes sistemas de innovación y una limitada transferencia tecnológica, extensión y acompañamiento para la adopción de las innovaciones.

En este contexto el proyecto de *Sistemas Agroforestales Adaptados para el Corredor Seco Centroamericano* (AGRO-INNOVA) ha enfocado esfuerzos para crear iniciativas que contribuyan a mejorar la resiliencia climática y la seguridad alimentaria de los hogares altamente vulnerables de los pequeños productores en América Central. Una de estas iniciativas es la gestión e innovación de un sistema de producción agrosilvopastoril caprino adaptado a la mitigación y adaptación al cambio climático.

El manejo eficaz de pasturas y ensilaje es esencial en la alimentación animal, impactando directamente en la salud y productividad del ganado, así como en la sostenibilidad ambiental y económica de la agricultura. Las pasturas bien gestionadas proporcionan una dieta rica y balanceada, mientras que el ensilaje asegura la disponibilidad constante de forraje de alta calidad, especialmente durante épocas de escasez. La correcta implementación de estas prácticas minimiza la pérdida de nutrientes y recursos, reduciendo los costos de producción y mejorando la eficiencia, lo cual es fundamental para el éxito y sostenibilidad de la industria ganadera y agrícola.

El objetivo principal de esta guía es proporcionar una comprensión detallada y práctica sobre el manejo eficaz de pasturas y la implementación del ensilaje, factores cruciales para una producción animal sostenible y económicamente viable en un contexto ambiental desafiante.

# Introducción

El manejo de pasturas y ensilaje forma un dúo esencial en la nutrición del ganado, particularmente en sistemas de producción ganadera. Estos elementos encapsulan una variedad de prácticas y saberes enfocados en la optimización del uso y calidad de los forrajes para asegurar una alimentación apropiada para los animales.

Dentro del manejo de pasturas, el objetivo principal es hacer un uso eficiente del forraje disponible. Este manejo adecuado se traduce en la disponibilidad de forraje de alta calidad para un número específico de animales, lo cual es fundamental para una producción efectiva de carne o leche. Por ejemplo, para un animal adulto de 400 kg, se requiere que diariamente tenga acceso a 40 kg de forraje fresco, con un contenido de proteína superior al 7% y una digestibilidad mayor al 50%. Esto se consigue mediante sistemas de pastoreo donde las pasturas no tienen más de 45 días de descanso y se mantiene una cantidad de animales que permita el consumo del 50 al 60% del pasto disponible antes de que el siguiente potrero alcance los 45 días de descanso.

El clima juega un papel crucial en el crecimiento de los pastos, particularmente en épocas de sequía cuando el crecimiento de los pastos se detiene. En tales circunstancias, el manejo de las pasturas debe complementarse con sistemas de alimentación suplementaria, como los henos, ensilajes y caña de azúcar.

Por otro lado, el ensilaje es una técnica de conservación de forrajes que se basa en la fermentación anaeróbica de cultivos como maíz, sorgo y diversos tipos de pastos. Este proceso permite almacenar el forraje en un estado húmedo, conservando sus nutrientes y haciéndolo más apetitoso y digestible para el ganado. El ensilaje es particularmente valioso en períodos donde el forraje fresco escasea, asegurando así una fuente constante de alimentación para los animales.

La importancia de estas prácticas radica en su papel crucial para mantener una producción animal saludable y económicamente viable. Una buena nutrición es fundamental para el desarrollo, la reproducción y la producción de leche o carne de alta calidad. Además, un manejo eficiente de las pasturas y del ensilaje puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental de las granjas, haciendo de estas técnicas no solo un pilar para la producción ganadera sino también un elemento clave para la conservación del medio ambiente.

# Pasturas y forrajes

Los pastos y forrajes se presentan como pilares fundamentales en la nutrición animal, especialmente para los rumiantes como vacas, ovejas y cabras. Su importancia radica en ser proveedores de nutrientes esenciales que favorecen el crecimiento, la salud y el bienestar general de estos animales.

Dentro de los componentes nutricionales clave de los pastos y forrajes, encontramos las proteínas, vitales para el desarrollo y reparación de tejidos. Los carbohidratos, incluyendo fibras y azúcares, son la fuente principal de energía. Las fibras juegan un papel importante en la digestión y salud intestinal, mientras que las vitaminas y minerales son esenciales para diversas funciones corporales, incluyendo el fortalecimiento del sistema inmunológico y la salud ósea.

Es importante diferenciar entre pastos y forrajes. Los pastos suelen ser plantas gramíneas consumidas frescas o como heno, con un balance variado de proteínas y carbohidratos. Por otro lado, los forrajes abarcan una gama más amplia de plantas, incluyendo leguminosas como la alfalfa y tréboles, que a menudo son más ricos en proteínas o fibra.

La calidad de estos alimentos es crucial y depende de factores como las características del suelo, el clima y las técnicas de cultivo y cosecha. Un suelo rico en nutrientes y un clima favorable pueden mejorar significativamente la calidad nutricional de los pastos y forrajes, mientras que las técnicas adecuadas de cultivo y cosecha son fundamentales para maximizar su valor nutricional.

Finalmente, el balance nutricional es esencial. La combinación adecuada de diferentes tipos de pastos y forrajes puede asegurar un perfil nutricional completo, adaptado a las necesidades específicas de cada especie y etapa de vida del animal. Este equilibrio es clave para una gestión eficiente y sostenible de la alimentación animal, resaltando la importancia de una comprensión profunda de estos aspectos en la nutrición animal.

**Tabla 1**

*Diferencia entre los pastos y forrajes*

Pastos	Forrajes
<p>Los pastos, ya sean especies naturales o cultivadas, crecen sobre la superficie del suelo y sirven como alimento para el ganado. Estas plantas son consumidas por los animales mientras se desplazan o pastan sobre ellas. Es fundamental que estas especies de pasto posean una excelente capacidad de regeneración, ya que están sujetas a ser pisoteadas y potencialmente dañadas por las pezuñas afiladas del ganado, lo que puede llevar a su deterioro. Por lo tanto, su habilidad para recuperarse rápidamente es crucial para mantener una fuente constante de alimentación para los animales.</p>	<p>Los forrajes, también conocidos como cultivos forrajeros, son plantas cultivadas principalmente para alimentar al ganado. Aunque granos de algunas de estas especies, como el sorgo, maíz y caña de azúcar, pueden ser consumidos por los seres humanos, la mayoría se destina exclusivamente para la alimentación animal. Estos cultivos son fundamentales en la agricultura y la ganadería, proporcionando una fuente nutritiva y esencial para los animales.</p>
 <p><i>Ilustración 1. Vaca comiendo pasto</i></p>	 <p><i>Ilustración 2. Vaca comiendo forraje</i></p>

## Estrategias para optimizar el Valor Nutricional de Pastos y Forrajes

Para mejorar el valor nutritivo de los pastos y forrajes, es esencial considerar diversas técnicas y estrategias. Una de las más importantes es la selección adecuada de la especie de pasto y forraje, teniendo en cuenta las condiciones del suelo y el clima de la finca. Los productores deben buscar especies que se adapten a factores climáticos, edáficos (relacionados con el suelo) y bióticos, que tengan un alto potencial productivo y de calidad, y que sean manejables en términos morfológicos y fisiológicos.

Además, es crucial tener conocimientos básicos sobre el manejo de los pastos y plantas forrajeras. Esto incluye entender la frecuencia y altura adecuada de corte, el momento óptimo para el pastoreo y los periodos de descanso necesarios para la regeneración del pasto.

La resistencia del pasto y forraje a la carga animal o presión de pastoreo también es un factor importante. Esto se refiere a la capacidad del pasto de soportar y recuperarse del pastoreo de los animales.

Otro aspecto vital es la fertilización. La fertilización nitrogenada es muy importante para las gramíneas, ya que estas plantas necesitan nitrógeno para crecer eficientemente. Sin embargo, es menos importante para las leguminosas forrajeras debido a su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico por simbiosis.

Por último, es fundamental asegurar el suministro de forrajes incluso en épocas de escasez. La composición nutricional del pasto, como la materia seca y la proteína bruta, varía a lo largo de su ciclo de vida. A medida que el pasto se lignifica, el contenido de proteína bruta disminuye, mientras que la fibra se mantiene constante durante el crecimiento y disminuye durante la fructificación, ya que la planta concentra la fibra para la formación del fruto o semilla. Después de la fructificación, el porcentaje de fibra aumenta, acumulándose en la materia seca del pasto.

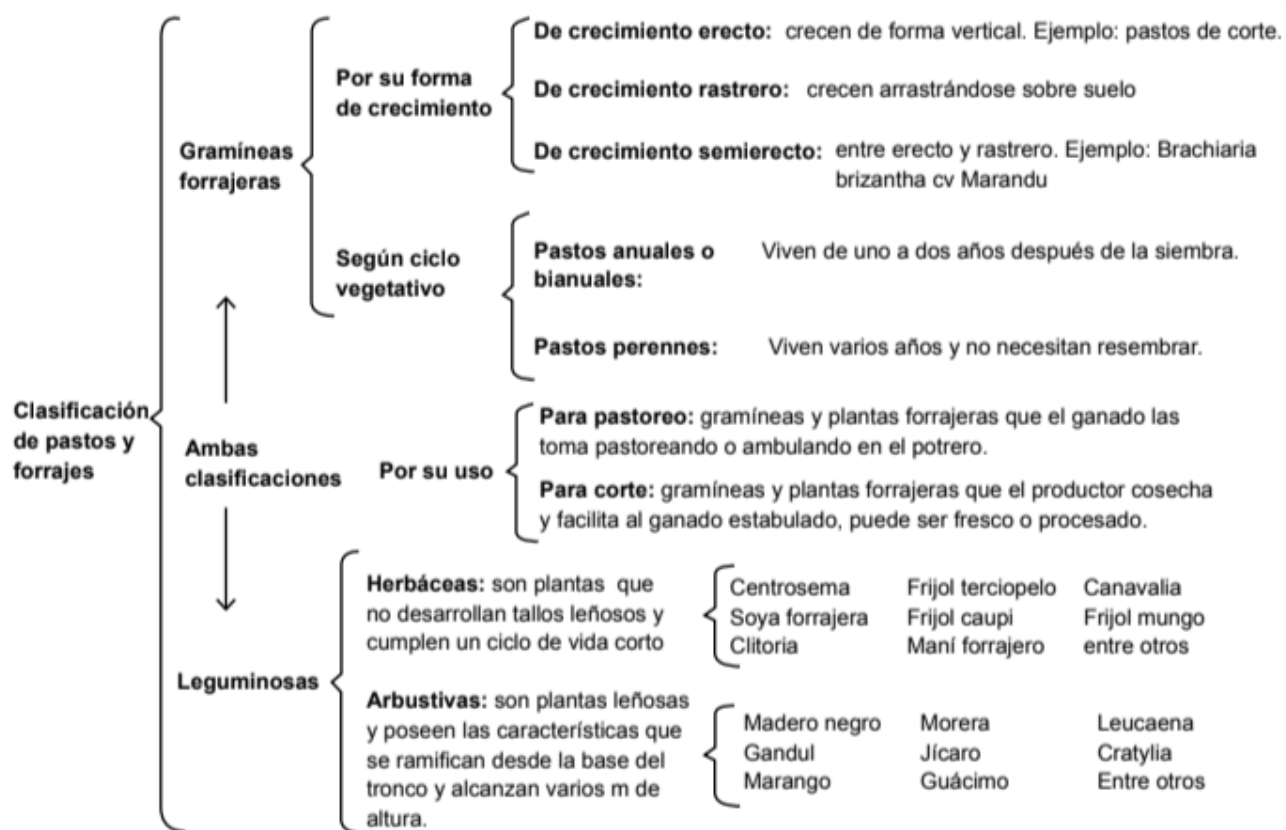


## Clasificación según su uso

Podemos categorizar los pastos en función de su forma o hábito de crecimiento de la siguiente manera:

**Figura 1**

*Clasificación de pastos y forrajes*



*Nota. Tomado de Manual del protagonista Pastos y Forrajes (p.05) por INATEC, 2016.*

# Variedades de los pastos y forrajes

## Pastos de pastoreo

Los pastos de pastoreo son esenciales en la cría de ganado, sirviendo como fuente principal de alimento. Estos pueden ser naturales o cultivados, y su selección y manejo adecuados son cruciales para maximizar su valor nutritivo y asegurar la sostenibilidad del suelo. Prácticas como el pastoreo rotativo, el control de la altura de corte y la fertilización adecuada mejoran la calidad del forraje y contribuyen a la salud del suelo. La correcta gestión de estos pastos es fundamental para la productividad y sostenibilidad agrícola, así como para proveer al ganado una alimentación nutritiva y constante. A continuación, se presentarán algunas de las variedades más comunes de **pastos para el pastoreo**.

- El **Pasto Guinea Mombaza**, conocido científicamente como *Panicum máximum*, es una gramínea perenne que se caracteriza por formar macollas robustas y poseer raíces profundas. Esta variedad desarrolla un rizoma corto en la corona de la planta. Sus hojas, que pueden medir hasta 120 cm de largo y 5 cm de ancho, se distribuyen eficientemente a lo largo de los tallos. Dependiendo de la variedad, la altura de la planta varía desde 0.80 m hasta más de 2.0 m. Este pasto destaca por su resistencia a condiciones adversas como sequía, sombra, quema y pisoteo. Su contenido de proteína bruta fluctúa entre el 10 y el 14%. (INATEC, 2016)



*Ilustración 3. Pasto Guinea Mombaza*

El Mombaza es un pasto de alto rendimiento. Los ganaderos aprecian su capacidad para producir grandes cantidades de forraje, lo que lo convierte en una opción económicamente atractiva y eficiente. Además, el ganado muestra una excelente aceptación de este pasto, lo cual es crucial, ya que asegura que los animales consuman una cantidad adecuada de alimento.

Otra ventaja notable del *Panicum máximum* es su versatilidad. Este pasto de porte alto, que puede alcanzar hasta dos metros de altura, es adecuado para diversos métodos de uso, incluyendo pastoreo directo, corte o ensilado. Esta flexibilidad permite a los productores adaptar su uso según las necesidades específicas y las condiciones de sus granjas.

En cuanto al valor nutricional, el *Panicum máximum* destaca por su contenido en proteína cruda y su eficiencia energética. Sin embargo, es importante señalar que la calidad nutricional de este pasto varía con la edad de la planta. A medida que el pasto madura, su valor nutricional tiende a disminuir debido a cambios en su composición química, como el aumento de la lignificación y la reducción del número de hojas. Esto subraya la importancia de un manejo adecuado en términos de la edad de corte para mantener su calidad nutricional ( RODRIGUEZ LOPEZ, 2009).

- El **Pasto Tanzania**, otra variedad de *Panicum máximum*. Esta planta tiene una composición de aproximadamente 80% de hojas y solo 20% de tallo, lo que indica una abundante producción foliar. Sus hojas son largas, sin pubescencia, y los entrenudos de los tallos tienden a ser levemente rojizos y suaves al tacto. Al igual que el Pasto Guinea, su contenido de proteína bruta varía entre el 10 y el 14%. (INATEC, 2016)

El pasto Tanzania, se ha convertido en un recurso invaluable en la agricultura ganadera, especialmente en regiones de clima cálido. Este pasto se destaca por su impresionante productividad y rápido crecimiento, características que lo hacen excepcionalmente valioso para los agricultores que buscan maximizar la eficiencia de sus tierras de pastoreo.



*Ilustración 4. Pasto Tanzania*

leche y fomentar un crecimiento saludable.

Uno de los aspectos más notables del pasto Tanzania es su calidad nutricional. Proporciona un balance equilibrado de nutrientes esenciales, lo que lo convierte en una excelente opción para la alimentación de animales como el ganado. Esta rica composición nutricional no solo mejora la salud general de los animales, sino que también puede incrementar significativamente la producción de

La resistencia es otra característica clave del pasto Tanzania. Su capacidad para resistir plagas y enfermedades lo convierte en una opción robusta y fiable para los agricultores. Esta resistencia, combinada con su capacidad de adaptarse a una

variedad de suelos y condiciones climáticas, incluyendo períodos de sequía, asegura que el pasto pueda prosperar en entornos que serían desafiantes para otras variedades de pasto. (Martinez Viloria F. , 2019)

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, el pasto Tanzania es una elección excelente. Su adaptabilidad y resistencia a las condiciones adversas lo hacen un cultivo sostenible, que requiere menos intervención y manejo por parte del agricultor.

Además, su equilibrio nutricional puede reducir la necesidad de suplementos alimenticios adicionales, lo que a su vez minimiza los costos y el impacto ambiental asociado con la alimentación del ganado.

- El **Pasto Estrella Africana** o **Cynodon plectostachyus** es una gramínea perenne



*Ilustración 5. Pasto Estrella Africana*

notable por sus largos tallos, que pueden alcanzar entre 5 a 10 cm entre nudos, y estolones que se extienden hasta 5 metros. (INATEC, 2016) El pasto estrella africana es un forraje excepcional para la alimentación de ganado lechero en regiones tropicales, destacándose por su alto valor nutricional y adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. Con un contenido de proteína cruda del 20.27% y una materia seca del 23.57%

(Villalobos & Arce, 2014), este pasto es especialmente beneficioso para mantener una producción lechera óptima. Su capacidad para adaptarse a variaciones climáticas y su manejo eficiente en rotaciones de pastoreo cada 25 días aseguran un suministro constante y de calidad. Además, el pasto estrella africana satisface las necesidades nutricionales del ganado sin necesidad de suplementación excesiva, aunque se recomienda optimizar la utilización del nitrógeno soluble a nivel ruminal.



- El **Pasto Jaragua** o *Hyparrhenia rufa*, es una planta perenne originaria de África, valorada en la alimentación animal por su adaptabilidad y rendimiento. Aunque su valor nutricional no es muy alto, con un contenido de proteína de 9.16% y una digestibilidad del 70.16% (Gonzales, Ficha Técnica Pasto Jaragua, 2019), es beneficioso para el suelo y mejora el rendimiento de cultivos asociados.



*Ilustración 6. Pasto Jaragua*

En términos de producción, el pasto Jaragua puede producir hasta 30 toneladas de materia seca por hectárea anualmente, estando listo para el pastoreo aproximadamente 210 días después de su siembra. Su manejo es relativamente sencillo, requiriendo mínima fertilización. Su establecimiento se realiza a través de semillas vegetativas o sexuales, aunque puede ser costoso.

- El **Pasto Gamba** o *Andropogon gayanus* es una gramínea perenne que crece hasta 3 metros de altura. Forma macollas con diámetros superiores a 30 cm tras varios años. Sus tallos, ligeramente delgados y sin ramificaciones, terminan en una inflorescencia larga y ramificada. Su crecimiento se ve influenciado por el fotoperiodo, impactando directamente en su rendimiento. La proteína bruta oscila entre 10 a 12%. (INATEC, 2016)



*Ilustración 7. Pasto Gamba*

Sus tallos, ligeramente delgados y sin ramificaciones, terminan en una inflorescencia larga y ramificada. Su crecimiento se ve influenciado por el fotoperiodo, impactando directamente en su rendimiento. La proteína bruta oscila entre 10 a 12%. (INATEC, 2016)

Se distingue por su alta palatabilidad y valor nutritivo mediano, beneficiando especialmente al ganado en desarrollo y de potencial medio o bajo. Su sistema radicular profundo y diverso le confiere una excelente resistencia a las sequías, mientras que su adaptabilidad a diferentes

prácticas agrícolas y respuesta positiva a la fertilización lo hacen versátil para diversos entornos agrícolas (Méndez Varela, 2006). Este pasto es ampliamente utilizado en pastoreo, heno y ensilaje, ofreciendo una solución eficiente y sostenible para la alimentación animal en zonas desafiantes.

- El **Pasto Angletón** o *Dichanthium aristatum* es una gramínea perenne soporta una carga animal de 2 por hectárea, y su proteína bruta varía entre 7 y 9%. (INATEC, 2016)



*Ilustración 8. Pasto Angletón*

Se destaca como una opción eficaz para la alimentación animal, en especial para la producción de heno en regiones tropicales. Su mayor atractivo radica en su alta producción de forraje, que aumenta con la edad de la planta, aunque esto conlleva una disminución en su calidad nutricional, particularmente en el contenido de proteína bruta. Para maximizar tanto la cantidad como la calidad del forraje, se recomienda el corte entre los 60 y 80 días de crecimiento (Angulo Arroyav & Rosero Noguera, 2018). Además, la calidad y cantidad del forraje pueden mejorarse significativamente mediante prácticas de manejo adecuadas, como la fertilización y el riego, haciendo del pasto Angleton una opción sólida y adaptable para el sustento de animales en entornos agrícolas.

- El **Pasto Pará** o *Brachiaria mutica* Se recomienda un descanso de 35 días entre pastoreos, soportando hasta 3 unidades animales por hectárea. La proteína bruta oscila entre 9 y 11%. (INATEC, 2016)



*Ilustración 9. Pasto Pará*

Se distingue por su adaptabilidad a una amplia gama de suelos y condiciones climáticas, siendo resistente a diversas plagas y enfermedades. Con una notable capacidad de crecimiento en suelos de drenaje pobre o inundados y en un rango de altitudes y temperaturas, este pasto es ideal para la alimentación animal, especialmente en sistemas de pastoreo rotacional. Ofrece beneficios nutricionales significativos, con un buen contenido de proteínas y digestibilidad, y contribuye eficazmente a la ganancia de peso en novillos y a la producción lechera (Martinez Viloria F. , 2019). Además, su uso en el control de la erosión lo convierte en una opción valiosa para el manejo sostenible de terrenos agrícolas.

- El **Pasto Brizantha** o **Brachiaria brizantha**, una gramínea perenne, tiene tallos erectos que pueden medir hasta 1.5 metros de altura. Su rápido crecimiento produce forraje de buena calidad. Se recomienda un descanso de 35 días y puede soportar 3 unidades animales por hectárea en épocas lluviosas, aunque la proteína bruta varía entre 7 y 14%. Es susceptible a bacterias venenosas en terrenos encharcados. (INATEC, 2016)



Ilustración 10. Pasto Brizantha

Se distingue por su excelente calidad para pastoreo y henificación, destacando por su alta producción de forraje durante todo el año y su facilidad de manejo (Valle Solano, 2020). Es resistente al pisoteo y tolerante al sobrepastoreo, lo que lo hace ideal para entornos de pastoreo intensivo. Además, su capacidad de rebrote y resistencia a la quema y al salivazo lo convierten en una opción robusta y adaptable a diversas condiciones ambientales. El ensilaje del pasto Brizantha es eficaz para conservar su valor nutritivo, asegurando una alimentación constante y nutritiva para los animales.

El costo de establecimiento de una hectárea de pasto *Brachiaria brizantha*, utilizando el método de cero labranzas se estima en ¢101.806,33. Esta cifra ha sido actualizada al 01/01/2016 por el Ing. O. Bonilla (Bonilla, 2020).

- El **Pasto Mulato I**, un híbrido de la familia *Brachiaria*, resulta del cruce entre *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens*. Esta gramínea perenne se caracteriza por su vigor y su capacidad de formar estolones y macollos, facilitando un eficiente establecimiento. Presenta hojas lineales y lanceoladas de un verde intenso y notable pubescencia, y sus tallos cilíndricos, también de un verde intenso y pubescentes, alcanzan una longitud de 55 a 80 cm. Su rendimiento por hectárea es impresionante, superando las 30 toneladas, y su contenido de proteína bruta varía entre 12 y 15%. (INATEC, 2016)



Ilustración 11. Pasto Mulato



Destaca por su estabilidad genética y adaptabilidad a diversos climas y suelos, desde trópicos húmedos hasta condiciones subtropicales. Aunque susceptible a ciertas plagas e infecciones por hongos, muestra tolerancia en condiciones de campo. Es apto para múltiples formas de manejo agrícola, incluyendo ensilaje y henolaje.

## Pastos para forraje

Los pastos de forraje son esenciales en la agricultura y ganadería, proporcionando alimentación clave para el ganado y contribuyendo a la economía agrícola y a la salud de los ecosistemas. La selección de la variedad adecuada de pasto para forraje depende de factores como el clima, el suelo, las necesidades nutricionales del ganado y la resistencia a enfermedades. Existen diversas variedades, incluyendo algunas mejoradas genéticamente para mejorar la palatabilidad, el valor nutritivo y la adaptabilidad. La elección correcta de estas variedades influye significativamente en la productividad y en la salud del ganado. A continuación, se mencionan algunas de las **variedades de pasto para forraje**.

- **Pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*):** Esta variedad de gramínea forma macollos y puede alcanzar una altura de hasta 3 metros. Sus hojas pueden medir hasta 70 cm de largo y 3 cm de ancho, con superficies y bordes ásperos. La inflorescencia se presenta en forma de panícula cilíndrica, larga y pubescente. En zonas de mayor altitud, el corte se realiza cada 120 días, mientras que, en zonas más bajas, cada 45 días. Aunque su rendimiento es alto, el contenido de proteína bruta varía entre 7 y 10%. (INATEC, 2016)
- **Pasto Taiwán Morado o Camerun:** Esta gramínea perenne de crecimiento erecto puede llegar a 3 metros de altura. Sus hojas, anchas y largas, presentan una textura suave y pubescente, con tonalidades que varían desde un verde claro en su juventud a un verde oscuro morado en la madurez. Esta variedad, resultante del cruce entre *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum typhoides*, destaca por su alto rendimiento y mejor digestibilidad en comparación con el Taiwán. (INATEC, 2016)
- **Pasto Cuba CT 115:** Otra gramínea perenne y erecta que puede alcanzar los 3 metros de altura. Sus tallos pueden medir de 3 a 5 cm de diámetro y las hojas son anchas, largas y suavemente velludas. Forma raíces compactas y sólidas que pueden profundizar hasta 2 metros. La inflorescencia es compacta y cilíndrica, midiendo entre 12 y 15 cm de largo. (INATEC, 2016)



- **Maíz (*Zea mays*):** Esta gramínea anual tiene un sistema radicular fasciculado, con tallo cilíndrico que puede llegar a 3 metros de altura. Las hojas son anchas y lanceoladas, con nervaduras centrales. Produce dos tipos de flores y su fruto es una cariósida. Se utiliza tanto el forraje como el fruto en la elaboración de ensilajes. (INATEC, 2016)
- **Sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*):** Esta gramínea anual presenta un sistema radicular profundo y fibroso, con tallos cilíndricos y erectos. Las hojas son alternas y tienden a doblarse en períodos de sequía. La inflorescencia es una panícula con semillas pequeñas de diversos colores. (INATEC, 2016)
- **Caña forrajera (*Saccharum sinensis*):** Caracterizada por sus robustas macollas y tallos cilíndricos y erectos de hasta 3 metros de altura, esta gramínea produce tallos gruesos y jugosos. Las hojas son alargadas, y la inflorescencia se presenta en forma de panícula con semillas pequeñas. Aunque su rendimiento es alto, el contenido de proteína bruta es relativamente bajo, oscilando entre 4 y 7%. (INATEC, 2016)

La caña es reconocida por su aporte energético significativo en la alimentación animal, gracias a su alto contenido en azúcares. Las características y beneficios de la caña incluyen su fácil establecimiento, la disponibilidad de semilla, y su capacidad para producir un volumen elevado de forraje. Esta planta puede tener una vida útil que supera los 10 años con un manejo adecuado, lo que implica un ciclo de corte anual. Con un buen manejo, una hectárea de caña puede generar hasta 100 toneladas de forraje, suficiente para alimentar un número considerable de animales durante varios meses.

La siembra de la caña requiere unas 10 toneladas de semilla por hectárea, y es esencial realizar una fertilización adecuada después de la siembra y cosecha para garantizar los rebrotes y mantener las concentraciones de azúcar. Este cultivo contribuye a la sostenibilidad de la finca, al disminuir los costos de alimentación y mejorar las condiciones del suelo y la cobertura vegetal.

En cuanto al costo de establecimiento de una hectárea de caña, según un estudio realizado por Bonilla en 2016, el total estimado era de aproximadamente \$1.010.311,69. (Bonilla Arrazola, 2020)

- **La planta arbustiva botón de oro**, o *Tithonia diversifolia*, se ha establecido como una planta forrajera valiosa en la ganadería debido a su alto valor nutricional y adaptabilidad. Con un contenido proteico de 16% a 24% o más, y rico en grasa y fósforo, supera a otros pastos en nutrición para el ganado. Se caracteriza por un rápido crecimiento y una notable capacidad de rebrote, lo que lo hace ideal para el manejo de pasturas.

Además, el botón de oro se desarrolla bien en suelos de baja fertilidad y resiste períodos de sequía, aunque no es adecuado para suelos constantemente húmedos. Contribuye al control de la erosión del suelo, formando una red densa de tallos y raíces que protege el suelo y promueve la biodiversidad, favoreciendo el control biológico de plagas.

Su naturaleza perenne significa que puede proporcionar forraje por muchos años con un manejo adecuado. En sistemas silvopastoriles, mejora la alimentación del ganado y la sostenibilidad del sistema. Es ideal para bancos forrajeros, gracias a su capacidad de producir una gran cantidad de biomasa de alto valor nutritivo.

Para maximizar sus beneficios, es esencial manejar adecuadamente el pastoreo y la poda, realizando el primer pastoreo cuando la planta está bien desarrollada y haciendo podas regulares para fomentar tallos tiernos y un follaje más nutritivo. Su versatilidad le permite adaptarse a diferentes climas y altitudes, y asociarse con varios tipos de pastos en climas tanto cálidos como fríos.

Su adaptabilidad a diferentes climas y altitudes lo hace versátil, permitiendo su asociación con diversos tipos de pastos, tanto en climas cálidos como fríos.

El costo de establecimiento de una hectárea de pasto botón de oro en el 2019 según el estudio de Arronis, es de ₡1.888.000. (Arronis Díaz V. , 2020)

- **El pasto Cuba OM 22**, un híbrido desarrollado en Cuba, se destaca en la alimentación animal por su robustez y valor nutricional. Con un crecimiento erguido, tallos gruesos pero digeribles, y adaptabilidad a suelos ligeramente ácidos y neutros, este pasto mantiene su calidad nutricional por más tiempo gracias a una floración tardía. Se reproduce vegetativamente y su sistema radicular profundo le permite resistir períodos de sequía.

Nutricionalmente, es rico en fibra, minerales, y vitaminas, y su sabor dulce mejora la palatabilidad y digestión en animales. Ofrece una alta producción de materia verde,

con un primer corte a los 90 días y ciclos subsiguientes cada 60 días, lo que garantiza una fuente constante de forraje, especialmente valiosa en épocas de escasez.

El Cuba OM 22 es eficaz tanto en dietas solas como mixtas, resistente a condiciones adversas y económico, al reducir los costos de alimentación y ser apto para ensilaje. Con un manejo adecuado, una hectárea de este pasto puede producir hasta 40.000 kg de forraje verde por corte, lo que lo convierte en una opción muy beneficiosa para la producción ganadera sostenible y eficiente.

El costo de establecimiento de una hectárea de pasto Cuba OM 22 en el 2019 según el estudio de Arronis, es de ¢622.000. (Arronis Díaz V. , 2022)

## Leguminosas utilizadas en el ensilaje

Existen diversas variedades de **leguminosas que se utilizan para el ensilaje**, cada una con características únicas y beneficios nutricionales específicos:

- **Centrosema (Centrosema brasilianum):** Esta leguminosa perenne puede crecer como una enredadera o postrada, alcanzando de 40 a 50 cm de altura. Sus raíces son pivotantes y robustas, y sus tallos, aunque delgados y algo pubescentes, no se vuelven leñosos hasta después de 18 meses. Las hojas son trifoliadas, de un tono oscuro, y las vainas lineales contienen aproximadamente 20 semillas de color castaño-negro. Destaca por su alto contenido de proteína bruta, que varía entre el 15 y el 25%. (INATEC, 2016)
- **Soya forrajera (Glycine max cv. Taluma):** Esta leguminosa perenne tiene tallos densamente pubescentes y una base leñosa. Sus hojas varían de elípticas a ovaladas y suelen estar cubiertas de una densa pilosidad. Las flores, generalmente blancas con posibles manchas púrpura, dan lugar a vainas oblongas o lineales. Su valor nutricional es notable, con un contenido de proteína bruta entre el 14 y el 24%. (INATEC, 2016)
- **Clitoria o campanita (Clitoria ternatea cv Tehuana):** Esta leguminosa herbácea perenne puede alcanzar de 20 a 70 cm de altura. Presenta tallos delgados y pubescentes, con hojas elípticas a lanceoladas. Sus flores son generalmente de un azul profundo, aunque a veces blancas, y miden de 4 a 5 cm de largo. Su proteína bruta oscila entre el 17 y el 20%, con una digestibilidad aproximada del 80%. Es conocida por su capacidad invasora. (INATEC, 2016)

- **Fríjol terciopelo (*Mucuna pruriens*):** Esta leguminosa, que puede ser anual o bianual, se caracteriza por su crecimiento vigoroso y hábito rastrero, extendiéndose más de 6 a 10 m. Sus flores, agrupadas en racimos largos, son blancas con tintes púrpuras. Varía en color de semilla, y su contenido de proteína bruta varía entre el 11 y el 23%, con una alta digestibilidad del 70%. (INATEC, 2016)
- **Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*):** Esta leguminosa anual de rápido crecimiento puede ser rastrera o arbustiva, alcanzando una altura de 70 a 90 cm. Sus semillas son grandes, y las flores varían de color púrpura azulado a blanco. Las hojas son ovales a cordiformes y planas, y sus legumbres miden de 10 a 20 cm de longitud. Aunque es susceptible a plagas, posee una alta digestibilidad. (INATEC, 2016)
- **Canavalia (*Canavalia brasiliensis*):** Esta leguminosa herbácea, que puede ser anual o bianual, tiene un hábito de crecimiento rastrero y un sistema de raíces bien desarrollado. Sus flores son vistosas, variando de blancas a moradas y azules, y las vainas son oblongas de color café, con un promedio de 12 semillas por vaina de color café claro. Se adapta bien a diversos tipos de suelo. (INATEC, 2016)
- **Mungo (*Vigna radiata*):** Conocido mundialmente como frijol Mungo, es cultivado por sus semillas comestibles y brotes, principalmente en Asia. Posee un contenido de proteína bruta de 20 a 25% y es rico en vitaminas, calcio y sodio. Es un excelente cultivo para abono verde, dada su rápida maduración y crecimiento. También se utiliza en rotaciones de cultivos y como sustituto de la harina de soya en alimentos para animales domésticos, siendo tolerante a la sequía y con un corto período de maduración. (INATEC, 2016)

# Ensilaje para alimentación animal

En la ganadería bovina, una de las prácticas habituales es el pastoreo, que constituye una fuente directa de alimento para el ganado en los potreros, complementado con alimentos balanceados. Durante la temporada de lluvias, a menudo se produce un exceso de forraje que se desperdicia, mientras que, en la temporada seca, hay una escasez notable. Este desperdicio de forraje equivale a una pérdida económica. Una solución eficaz para este problema es el ensilaje, que **permite conservar el excedente de forraje para su uso futuro**. Esta técnica de almacenamiento es altamente eficiente, económica, fácil de implementar y mantiene el valor nutricional del forraje durante períodos prolongados.

El ensilaje representa una técnica revolucionaria en la conservación de forrajes, ya sea en su estado verde o semi-seco. Este proceso se basa en la fermentación anaeróbica, es decir, en un entorno libre de oxígeno, donde bacterias como los Estreptococos y Lactobacillus juegan un papel crucial. Durante este proceso, el forraje sufre transformaciones tanto químicas como físicas dentro del silo, lo que resulta en la preservación de su valor nutricional y en la prevención de su deterioro.

**Las ventajas** de esta metodología son significativas y diversas. Primero, el ensilaje asegura una fuente de alimento eficiente y constante, incluso durante aquellos períodos críticos donde la producción forrajera es baja. Además, mantiene la disponibilidad de forraje a lo largo de todo el año, ofreciendo una solución económica para la alimentación animal en la finca, lo que a su vez reduce los costos de producción de leche y carne, y minimiza el desperdicio. Este método también sirve como un complemento alimenticio fundamental en la dieta del ganado y es esencial almacenar el forraje en su punto máximo de valor nutritivo, idealmente antes de la floración.

Para los pequeños productores, el ensilaje es particularmente ventajoso. Requiere una inversión baja, emplea tecnología sencilla y se basa en el uso de equipos e insumos locales, reduciendo los riesgos y aumentando los ingresos.

En cuanto a las **plantas más adecuadas para el ensilaje**, es preferible optar por aquellas de alto valor nutricional y bajo costo, que se produzcan en exceso en ciertas épocas del año. Un ejemplo claro es el maíz, cosechado en su estado lechoso por su alto contenido de azúcares fermentables y su baja concentración de proteínas, lo que lo convierte en un candidato ideal para el ensilaje. Del mismo modo, el sorgo, cosechado en la fase de formación del grano, destaca como una fuente energética esencial debido a su alto contenido de almidones. Por otro lado, aunque la caña de azúcar es nutritiva y fácil de

obtener, no se recomienda para el ensilaje, ya que está disponible durante todo el año, siendo más beneficiosa si se ofrece fresca.

Dentro de las **gramíneas** aptas para el ensilaje, encontramos variedades como el pasto gigante, elefante o king grass, así como el pasto camerún, aunque este último no es tan recomendable debido a su alto contenido de agua. Otras gramíneas como toledo, diamantes, mulato, transvala, San Juan, alemán, estrella y kikuyo, también son opciones viables. Para asegurar la calidad del ensilaje de estas gramíneas, es crucial una fertilización adecuada y oportuna, además de cosecharlas antes de la floración. Generalmente, se cortan para ensilarlas entre cincuenta y sesenta días después de la corta anterior, y luego se fertiliza el área para mejorar la calidad nutricional del forraje en la próxima cosecha.

Por otro lado, **las leguminosas** son conocidas por sus altos contenidos proteicos. Entre ellas se destacan el trébol blanco, manicillo, madero negro, poro, desmodium, frijol de palo, frijol peludo y cratylia, aunque existen muchas otras variedades. El manejo de estos bancos forrajeros requiere especial atención en cuanto a la fertilización. Dado que estas plantas se asocian con bacterias que fijan nitrógeno, es recomendable utilizar solo fuentes de fósforo y potasio, dejando que la planta gestione el nitrógeno por sí misma.

Es importante señalar que plantas como el poro y el madero negro tienen restricciones nutricionales debido a la presencia de algunas sustancias tóxicas. Aunque esto no implica que deban ser excluidas completamente, es crucial no sobrepasar el treinta por ciento de estos follajes en la dieta total ofrecida a los animales.

Aparte de las gramíneas y leguminosas, existen otras **plantas forrajeras con alto potencial** para ser ensiladas. Un ejemplo destacado es la morera, que sobresale por su alta digestibilidad y contenido de proteína, así como por sus niveles de energía digestible y fibra total, lo que la hace valiosa para enriquecer el contenido nutricional del silo. Otras plantas a considerar son la amapola, sauco, leucaena, moringa, botón de oro y nacedero, todas con características beneficiosas para el ensilaje.

## Indicaciones previas al ensilaje

Antes de iniciar el proceso de ensilaje, es esencial seguir algunos pasos preparatorios esenciales para garantizar la calidad del producto final. Estos pasos son:

1. **Combinación de Diversas Plantas Forrajeras:** La mezcla de leguminosas, gramíneas y otras plantas forrajeras es clave para aumentar la calidad nutricional del ensilado. Estos elementos proporcionan proteínas, energía y fibra, constituyendo la base de un alimento balanceado concentrado.
2. **Somagado del Forraje Cortado:** Este proceso implica dejar marchitar el forraje cortado para extraer agua naturalmente. Al hacerlo, se incrementa la materia seca del forraje, lo que concentra los nutrientes y mejora la conservación. Además, al disminuir el contenido de agua, se evita la pérdida de nutrientes durante la compactación del silo.
3. **Inclusión de Aditivos:** Se utilizan diferentes tipos de aditivos para optimizar el proceso de ensilaje. En climas tropicales, es beneficioso aumentar la materia seca del forraje; por ello, se añade harina de yuca o maíz para mejorar el sellado y la calidad del proceso anaeróbico. La melaza se agrega para aumentar el contenido energético, usualmente entre 3 a 5% del total del silo. La urea, como fuente de nitrógeno no proteico, se puede usar en una proporción de 0,5% del total. Combinar urea y melaza puede enriquecer significativamente el potencial fermentativo y el valor nutritivo del silo, especialmente en condiciones tropicales. Añadir microorganismos eficientes también beneficia el proceso de fermentación.
4. **Selección del Tamaño Adecuado del Silo:** El tamaño del silo debe adaptarse a las necesidades del productor y al sistema de manejo de los animales. Por ejemplo, un sistema de estabulación total requiere de un silo más grande en comparación con un sistema de semi-estabulación o pastoreo. Para calcular el tamaño adecuado, se debe considerar el número de animales, su etapa de vida y su consumo diario. Por ejemplo, un animal rumiante consume alrededor del 10% de su peso vivo diariamente. Basándose en esta información y en la densidad del silo compactado (1 tm/m<sup>3</sup>), se puede dimensionar el silo adecuadamente.

## Proceso de ensilaje

El proceso de ensilaje es una técnica de conservación de forrajes que involucra varios pasos y consideraciones importantes:

### 1. Proceso de Ensilaje y sus Fases:

- Ensilaje con bacterias presentes en el pasto: Se utiliza principalmente bacterias lácticas del pasto para producir ácido láctico en ausencia de aire. El material debe estar maduro (antes de la floración) y tener poca agua.
- Fase 1 - Aeróbica: Dura pocas horas, donde el oxígeno disminuye rápidamente debido a la respiración de los vegetales y la actividad de microorganismos.
- Fase 2 - Fermentación: Se da en un ambiente sin oxígeno, puede durar semanas. La actividad bacteriana produce ácido láctico y otros ácidos.
- Fase 3 - Estable: La actividad microbiana disminuye, y el forraje puede conservarse por más de un año si el proceso es adecuado.
- Fase 4 - Deterioro Aeróbico: Ocurre al abrir el silo, exponiéndolo al aire y comenzando la descomposición del material.

### 2. Factores Clave a Considerar:

- Tipos de planta a ensilar: Se recomienda usar materiales de alto valor nutricional y fácil acceso.
- Toxicidad de plantas: Limitar a un 30% la presencia de follajes tóxicos en la dieta total ofrecida a los animales.
- Tipo de mezcla: Combinar plantas proteicas, energéticas y con fibra.
- Este proceso implica ensilar con bacterias presentes en el pasto, donde las bacterias lácticas producen ácido láctico en ausencia de aire. El material debe estar maduro y con poca agua para optimizar el proceso.
- Reducción de agua en las plantas: Esto concentra los nutrientes y mejora la conservación.
- Aditivos: Incluir harina de yuca o maíz para mejorar el sellado y el proceso anaeróbico, y melaza para aumentar la energía.



- Tamaño del silo: Debe estar acorde con la mano de obra y el equipo disponible.

### 3. Metodología del Ensilaje

- El proceso comienza con el picado y mezcla de los materiales que serán ensilados.



- El tamaño de las partículas del forraje cosechado juega un papel crucial en el proceso de ensilaje. Un picado más fino de estas partículas permite una mayor accesibilidad de los carbohidratos fermentables celulares del forraje, facilitando así el proceso fermentativo llevado a cabo por los microorganismos.
- Los aditivos importantes incluyen microorganismos eficientes, urea, miel, y materiales absorbentes como harina de maíz.
- Se compacta cada capa de material antes de agregar la siguiente para extraer el aire.
- La estructura se sella para evitar la entrada de aire y agua y se etiqueta con la fecha de cierre.
- Es crucial cosechar y trasladar el cultivo al silo con rapidez. Un proceso de llenado extendido podría causar una respiración excesiva de la planta, lo que incrementaría las pérdidas en el silaje.

### 4. Equipo Necesario

- Forraje, bolsas plásticas especiales para ensilaje de 30 a 50 kg y una máquina manual de ensilaje.

### 5. Pasos Adicionales

- Incluye la compactación con la máquina y el almacenamiento en un lugar protegido y sin luz solar directa.

## Costos de producción

En la investigación titulada "Costos de Producción de Ensilados de Pastos Tropicales Elaborados en Lecherías de Costa Rica", realizada por Villalobos-Villalobos, Arce-Cordero y WingChing-Jones en el 2015, se evaluaron los costos de producción de ensilajes elaborados con diferentes tipos de pastos en lecherías de Costa Rica. A continuación, se muestra una tabla los resultados obtenidos,

**Tabla 2**

*Costos por kilogramo de material fresco (MF) y ensilado (ME) para diferentes cultivos utilizados en el método de ensilaje*

Cultivo	Costo MF (¢/kg)	Costo ME (¢/kg)
Avena forrajera	3275	3792
<b>Maíz</b>	710 - 2526	910 – 4271
<b>Sorgo</b>	1013	1308
<b>Kikuyo</b>	159 - 876	1452 – 3613
<b>Estrella africana</b>	230 - 380	589 – 911
<b>Mombaza</b>	931 - 1326	1337 – 1710
<b>Maralfalfa</b>	705 - 1606	982 – 2024

Nota: Información extraída de *Costos de producción de ensilados de pastos tropicales en lecherías de Costa Rica*, por Villalobos-Villalobos, Arce-Cordero y WingChing-Jone, 2015.

En esta investigación se identificaron diferencias significativas en los rubros de importancia según el tipo de forraje. Por ejemplo, el establecimiento del forraje tuvo un mayor peso en los costos de cultivos anuales, mientras que el almacenamiento fue el rubro de mayor impacto en pastos perennes de piso y de corte. Además, se encontró una gran variabilidad en los precios de los insumos utilizados para ensilar forrajes, lo que indica que se deben evaluar su factibilidad en base a las facilidades disponibles en finca y el acceso a los insumos.

## ¿Cómo se calcula el costo de producción de forraje para producción animal?

La estimación de los costos de producción de forraje implica la consideración de varios factores esenciales.

El proceso de ensilaje se divide en varias **etapas**, cada una con costos asociados. Estas etapas incluyen el establecimiento, mantenimiento, cosecha y almacenamiento del forraje.

Los **insumos**, como semillas, fertilizantes, herbicidas, plásticos para cubrir el silo y aditivos para la fermentación, constituyen un costo significativo. Igualmente, **la mano de obra y maquinaria** utilizadas en cada etapa son factores críticos de costo, desde la preparación del terreno hasta el sellado del silo. La **estimación de la biomasa producida** es esencial, ya que determina la eficiencia del proceso y el costo por kilogramo de ensilaje. Es crucial considerar las **pérdidas durante el transporte y almacenamiento**, las cuales afectan la cantidad y calidad del forraje conservado.

La **variabilidad** en los precios de los insumos puede impactar significativamente la rentabilidad del ensilaje, lo que obliga a los productores a evaluar constantemente la viabilidad del proceso basándose en los costos y la disponibilidad de insumos. Finalmente, el **rendimiento** de los cultivos es un factor determinante; por ejemplo, los pastos perennes pueden ofrecer rendimientos más altos, afectando directamente el costo por kilogramo de ensilaje producido. Dependiendo del tipo de forraje, ciertos aspectos inciden más en la estructura de costos, requiriendo una gestión meticulosa y una planificación detallada para optimizar la producción y minimizar los costos.

A continuación, se detallan los cálculos necesarios para determinar los costos de producción del ensilaje en las fincas:

- **Cálculo del Costo de Establecimiento y Mantenimiento del Cultivo:** Este incluye los costos de insumos (semillas, fertilizantes, herbicidas), mano de obra y maquinaria, dividido por el área cultivada.

$$\text{Costo de Establecimiento y Mantenimiento} = \frac{\text{Costos Totales de Insumos} + \text{Mano de Obra} + \text{Maquinaria}}{\text{Área cultivada}}$$

- **Cálculo del Rendimiento del Cultivo:** Se mide la cantidad de biomasa producida en toneladas por hectárea.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Total de biomasa producida (toneladas)}}{\text{Área cultivada (Hectareas)}}$$

- **Cálculo del Costo por Kilogramo de Material Fresco (MF):** Se divide el costo total del cultivo (incluyendo establecimiento, mantenimiento y cosecha) por la cantidad total de materia fresca producida.

$$\text{Costo por kg de MF} = \frac{\text{Costo total del cultivo}}{\text{Total de kg de material fresco producido}}$$

- **Cálculo del Costo por Kilogramo de Ensilado (ME):** Similar al cálculo anterior, pero considerando las pérdidas durante el proceso de ensilaje y la cantidad de materia ensilada obtenida.

$$\text{Costo por kg de ME} = \frac{\text{Costo total del cultivo}}{\text{Total de kg de material Ensilado producido}}$$

- **Inclusión de Pérdidas en el Proceso:** Se ajustan los cálculos anteriores para tener en cuenta las pérdidas durante el proceso de ensilaje.
- **Análisis de Variabilidad de Precios:** Los costos de insumos, mano de obra y maquinaria pueden variar, y este análisis se refleja en un rango de costos por kilogramo de forraje.

Cabe destacar que estos cálculos son generales y pueden variar según las condiciones específicas de cada lechería y tipo de forraje. La metodología precisa utilizada en la investigación podría contener detalles adicionales específicos para cada etapa del proceso.

# Glosario

1. **Adaptabilidad:** Capacidad de una planta o animal para ajustarse a diferentes condiciones ambientales o de manejo.
2. **Bacterias Lácticas:** Microorganismos utilizados en la fermentación para producir ácido láctico, clave en el proceso de ensilaje.
3. **Biomasa:** Masa total de materia orgánica en un área o volumen dado.
4. **Caña de Azúcar:** Cultivo tropical utilizado tanto para la producción de azúcar como forraje para animales.
5. **Carga Animal o Presión de Pastoreo:** Medida de la cantidad de ganado que se alimenta en un área determinada de pastura.
6. **Cosecha:** Proceso de recolección de forrajes para su uso inmediato o futuro.
7. **Cultivos Forrajeros:** Plantas cultivadas específicamente para alimentar al ganado, incluyendo pastos y leguminosas.
8. **Digestibilidad:** Medida de cuánto de un alimento puede ser descompuesto y absorbido por el sistema digestivo del animal.
9. **Ecosistemas:** Comunidades de organismos vivos en interacción con su ambiente físico.
10. **Edáficos:** Relacionados con el suelo, en términos de su estructura, composición y características.
11. **Ensilaje:** Técnica de conservación de forrajes mediante fermentación anaeróbica, almacenando el forraje en un estado húmedo para mantener sus nutrientes.
12. **Estabulación:** Práctica de mantener al ganado en establos o corrales.
13. **Fermentación Anaeróbica:** Proceso biológico que ocurre en ausencia de oxígeno, utilizado en la producción de ensilaje.
14. **Fertilización Nitrogenada:** Aplicación de nitrógeno al suelo para promover el crecimiento de las plantas, especialmente importante para las gramíneas.

15. **Fibra:** Componente esencial en la dieta del ganado, importante para la digestión y la salud intestinal.
16. **Forraje:** Plantas cultivadas o naturales utilizadas para alimentar al ganado.
17. **Fotoperiodo:** Efecto de la duración de la luz diurna en los procesos biológicos de los organismos.
18. **Gramíneas:** Familia de plantas que incluye los pastos, caracterizadas por hojas estrechas y una estructura de floración llamada espiga.
19. **Henificación:** Proceso de secar y almacenar pastos y forrajes como heno.
20. **Henos:** Forraje que ha sido cortado y secado, principalmente utilizado como alimento para el ganado.
21. **Leguminosas:** Grupo de plantas, como la alfalfa y los tréboles, que son ricas en proteínas y capaces de fijar nitrógeno del aire en el suelo.
22. **Lignificación:** Proceso por el cual las plantas se vuelven leñosas, afectando la calidad y digestibilidad del forraje.
23. **Macollas:** Grupos o montones de tallos que crecen desde la base de una planta.
24. **Maíz y Sorgo:** Cultivos utilizados en la producción de ensilaje, valorados por su contenido en carbohidratos fermentables.
25. **Materia Seca:** Porción del forraje que no es agua, importante para evaluar su valor nutricional.
26. **Nitrógeno No Proteico:** Fuentes de nitrógeno en la dieta que no provienen de proteínas, como la urea.
27. **Palatabilidad:** Grado en que un alimento es aceptable o apetecible para el ganado.
28. **Pastoreo Directo:** Alimentación del ganado mediante el pastoreo en las pasturas.
29. **Pastoreo Rotativo:** Método de manejo de pasturas donde los animales se trasladan entre potreros para permitir la regeneración del pasto.
30. **Pastos Naturales o Cultivados:** Pastos que crecen de forma silvestre o son plantados específicamente para la alimentación del ganado.

31. **Potrero:** Campo o pastura donde se alimenta el ganado.
32. **Proteína Bruta:** Medida total de proteínas presentes en el forraje.
33. **Rizoma:** Tipo de tallo subterráneo que algunas plantas utilizan para reproducirse y almacenar nutrientes.
34. **Rotaciones de Pastoreo:** Sistema de manejo de pasturas donde se alterna el uso de diferentes áreas para permitir la regeneración del pasto.
35. **Silvopastoriles:** Sistemas que combinan la agricultura con la gestión forestal.
36. **Simbiosis:** Asociación entre dos organismos diferentes donde ambos se benefician.
37. **Suplementación Alimenticia:** Adición de nutrientes adicionales en la dieta del ganado, aparte de los forrajes.
38. **Valor Nutritivo:** Medida de la contribución de un alimento a la dieta de un animal, basada en su contenido de nutrientes.
39. **Economía Agrícola:** Aspecto de la agricultura relacionado con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios agrícolas.
40. **Material Fresco (MF) y Material Ensilado (ME):** Referencia a la materia prima y el producto final en el proceso de ensilaje.

# Bibliografía

- RODRIGUEZ LOPEZ, M. (2009). *RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO Panicum*. Obtenido de repositoriotec: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3946/Rendimiento%20y%20valor%20nutricional%20del%20pasto%20Panicum%20maximun%20CV%20mombaza%20a%20diferentes%20edades%20y%20alturas%20de%20corte.pdf?sequence=1>
- Angulo Arroyav, R., & Rosero Noguera, R. (2018). *Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa02218.pdf>
- Arronis Díaz, V. (2020). *Práctica: Bancos forrajeros: Botón de oro (Tithonia diversifolia)*. Obtenido de fundecooperacion: <https://fundecooperacion.org/wp-content/uploads/2020/08/02-Bancos-forrajeros-Bot%C3%B3n-de-oro.pdf>
- Arronis Díaz, V. (2022). *Ganadería: Suplementación, Nombre de la tecnología\* Bancos forrajeros: Pasto Cuba OM 22*. Obtenido de MAG: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-2238.pdf>
- Bonilla Arrazola, O. (2020). *Práctica Bancos forrajeros: Botón de oro (Tithonia diversifolia)*. Obtenido de fundecooperacion: <https://fundecooperacion.org/wp-content/uploads/2020/08/02-Bancos-forrajeros-Bot%C3%B3n-de-oro.pdf>
- Bonilla, O. (2020). *Práctica: Pastoreo*. Obtenido de fundecooperacion: <https://fundecooperacion.org/wp-content/uploads/2020/08/06-Pastoreo.pdf>
- CIAT. (2015). *Pastos y forrajes*. Obtenido de Ciat-Library.: [http://ciat-library.ciar.org/articulos\\_ciat/biblioteca/Manual\\_pastos\\_y\\_forrajes\\_CRS\\_USDA\\_CIAT\\_2015.pdf](http://ciat-library.ciar.org/articulos_ciat/biblioteca/Manual_pastos_y_forrajes_CRS_USDA_CIAT_2015.pdf)
- Gonzales, K. (2019). *Ficha Técnica Pasto Jaragua*. Obtenido de infopastosyforrajes: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-jaragua/>
- Gonzales, K. (2020). *Metodos de conservación, Proceso de Ensilaje*. Obtenido de infopastosyforrajes: <https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/>
- INATEC. (2016). *Manual del protagonista Pastos y Forrajes*. Obtenido de Infoagronomo: <https://infoagronomo.net/manual-pastos-y-forrajes-pdf/>



- M, W. S. (s.f). *Pastos y forrajes: tipos, producción, manejo y cultivo*. Obtenido de AGROTENDENCIA: <https://agrotendencia.tv/agropedia/pastos-y-forrajes/pasto-y-forraje-produccion-manejo-tipos-y-uso/>
- Martinez Viloría, F. (2019). *Ficha Técnica Pasto Guinea Tanzania (Panicum maximum cv. Tanzania)*. Obtenido de infopastosyforrajes: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-guinea-tanzania/>
- Martinez Viloría, F. (2019). *Pasto Pará (Brachiaria mutica)*. Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-para/>
- Méndez Varela, H. A. (2006). *Comportamiento productivo del pasto gamba (Andropogon gayanus)*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01m538.pdf>
- Ministerio de agricultura y ganadería . (2017). *Aspectos básicos del ensilaje*. Obtenido de mag: <http://mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1742.pdf>
- NOGUER MASSOT, J., & VALLES CABEZAS, A. (1997). *El ensilado y sus ventajas*. Obtenido de [mapa.gob: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1977\\_02.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_02.pdf)
- Valle Solano, D. M. (2020). *RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO Brachiaria brizantha cv. Marandú*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5537/1/UPSE-TIA-2020-0018.pdf>
- Villalobos Villalobos, L., Arce Cordero, J., & WingChing Jones, R. (2015). *COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ENSILADOS DE PASTOS TROPICALES ELABORADOS EN LECHERÍAS DE COSTA RICA*. Obtenido de [kerwa: https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76329/Costos%20final.pdf](https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76329/Costos%20final.pdf)
- Villalobos, L., & Arce, J. (2014). *Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (cynodon nlemfuensis) En la zona de monteverde, puntarenas, costa rica. ii. valor nutricional*. Obtenido de [scielo.sa: https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v38n1/a08v38n1.pdf](https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v38n1/a08v38n1.pdf)
- Zapata Cadavid, Á., & Vargas Sánchez, J. E. (2014). *Botón de Oro: Manual para su establecimiento y manejo en sistemas ganaderos*. Obtenido de [researchgate: https://www.researchgate.net/publication/300114148\\_Boton\\_de\\_oro\\_Manual\\_para\\_su\\_establecimiento\\_y\\_manejo\\_en\\_sistemas\\_ganaderos\\_1\\_ed\\_Manizales\\_Caldas\\_Colombia\\_Universidad\\_de\\_Caldas](https://www.researchgate.net/publication/300114148_Boton_de_oro_Manual_para_su_establecimiento_y_manejo_en_sistemas_ganaderos_1_ed_Manizales_Caldas_Colombia_Universidad_de_Caldas)



Sistemas Agroforestales Adaptados  
para el Corredor Seco Centroamericano  
**AGRO-INNOVA**