

Análisis comparativo de métodos de conservación

de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el trópico alto

Comparative analysis of forage conservation methods
and their impact on bovine milk production in the high tropic

Mayra Geraldine Rodríguez^{1*}  Víctor Hugo Herrera² 

Cómo citar este artículo: Rodríguez MG, Herrera VH. Análisis comparativo de métodos de conservación de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el trópico alto. Revista Ciencias Agropecuarias. 2021;7(1)27-49. DOI:

¹ Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Zootecnia. Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia).

² Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Producción Animal. Medellín, Antioquia (Colombia).

* Autora de correspondencia:
mgeraldinerodriguez@
ucunudinamarca.edu.co

Resumen

Con la necesidad de suplementar adecuadamente a los animales en momentos de escasez, los productores implementan estrategias planeadas como la conservación de forrajes. Dichos métodos se reconocen como suministros eficaces que generan múltiples beneficios, tanto al animal como al productor, con el fin de incrementar la cantidad de leche o carne por animal/ha. En los últimos años, estos métodos han tomado importancia especialmente en países templados y tropicales, debido a que las lluvias hacen que disminuya el contenido de fibra adecuado en los pastos, lo cual afecta el metabolismo de los bovinos y los parámetros productivos en rumiantes. En esta revisión,

Palabras claves: ensilaje, heno, ganadería de leche, nutrición animal.

Keywords: Silage, Hay, Dairy Cattle, Animal nutrition.

se incluyen diferentes estudios que reportan que el heno produce mayores ingresos netos en comparación con el ensilaje, métodos eficientes con mayor rentabilidad que el suplemento comercial para establecer una estrategia para reducir costos, disminuir la dependencia del concentrado comercial y mejorar las condiciones del productor y la producción animal.

Abstract

Seeking to supplement animals adequately in times of shortage, strategies planned such as forage conservation are implemented by livestock producers. These methods are recognized as effective supplies that generate multiple benefits for both the animal and livestock producers towards increasing the amount of milk and/or meat per animal/ha. In recent years, these methods have gained importance, especially in seasonal and tropical countries, due that the rains reduce the adequate fiber content in pastures, affecting the cattle metabolism and the productive parameters in ruminants. In this survey, we included different studies that report facts regarding higher net income compared to silage, efficient methods with greater profitability in comparison with the commercial supplement, to assess a strategy for cost reduction, decrease dependence on commercial feed, and to improve conditions for the livestock producer and animal production.

Introducción

El acopio de leche en Colombia en 2020 obtuvo valores más altos que el año anterior, con indicadores hasta de 3347 millones de litros, superando, en promedio, hasta en 15 millones de litros mensuales al acopio de 2019; además, se reconoció que a pesar de la pandemia causada por el virus del COVID-19, la población quiere consumir leche y es este uno de los alimentos más adquiridos por las personas encargadas del hogar, lo cual es un llamado a la industria lechera para ofrecer mejores precios a los consumidores que, a pesar de pandemia y la crisis económica

del país, quieren seguir alimentándose con productos de calidad (1).

Con respecto a lo anteriormente dicho, hay pleno conocimiento de la disponibilidad de recursos que existen para desarrollar una producción lechera de calidad, económica y productiva, teniendo en cuenta un aspecto que afecta tanto y no es posible alterar, como lo es el cambio climático y cómo este afecta la producción forrajera, pero que por medio de distintos métodos de conservación forrajera, como los

ensilajes y el henolaje para el consumo animal, se puede controlar la deficiencia de aportes de nutrientes en los bovinos, en épocas críticas (2).

Corrales *et al.* (3) añaden que “el ensilaje se fermenta con bacterias que no necesitan la presencia de oxígeno para vivir, estas utilizan rutas catabólicas de polisacáridos, aminoácidos y glicerol para la producción de glucosa, la cual puede ser utilizada en las rutas de fermentación del ácido láctico” (3). Se conoce que el ensilaje otorga la facilidad de poder guardar grandes cantidades de forraje para los animales en época de cosecha, sin perder la palatabilidad y la calidad del alimento, ayudando a sustituir el alimento balanceado comercial y a tener un mayor número de animales en poco espacio; este alimento solo se afectará si es manejado de forma inadecuada o por factores como el clima (3).

El método del ensilaje en el trópico alto, debido al uso de especies arbustivas forrajeras perennes genera un beneficio al ganado lechero ya que representa un aumento en la calidad nutricional para el bovino, representado en ganancias de peso mayores en comparación con otras raciones sin ensilaje, por lo cual se debe incrementar la utilización de este suplemento con forrajes para lograr solucionar las problemáticas nutricionales en los animales de la región en épocas de escasez forrajera (4).

Se debe contemplar el aumento del consumo de ensilaje en las producciones bovinas ya que es una alternativa alimenticia que se le suministra al animal y representa un beneficio al productor, con lo que se alcanzan buenos resultados en la producción de leche con aumento de la calidad (sólidos totales), producción y peso en el animal, lo cual puede significar bienestar para el animal y mejores rendimientos en la producción (5).

Una buena producción láctea ocasiona un aumento en la economía de la producción, y logra rentabilidad en cortos periodos, pero a largo plazo se debe realizar un reemplazo de animales en la producción para elegir a los mejores bovinos y mantener un balance reproductivo eficiente. Todo esto lleva al total convencimiento de que en el trópico alto se debe implementar o aumentar la elaboración de métodos de conservación de forrajes para alcanzar una mayor productividad con altos estándares nutricionales (6).

Por lo anterior, este artículo de revisión tiene como objetivo analizar de manera comparativa los métodos de conservación de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el trópico alto.

Importancia de la producción de leche con bovinos

Las producciones lecheras del mundo poseen más de 750 millones de trabajadores, lo cual representa la mayor cantidad de empleos en países que hasta ahora van en vías de desarrollo, en comparación con los desarrollados, ya que estos últimos tienen mayor uso de maquinarias que disminuyen la posibilidad de trabajo a las personas. Los países en desarrollo, con producciones de leche a pequeña escala, generan mayor cantidad de empleos dentro y fuera de la producción, lo cual brinda la oportunidad de mayores ingresos en las diferentes fases de la cadena productiva como lo es la recolección, la comercialización y el procesamiento de la leche (7).

La producción lechera es importante en nuestro país y las cifras lo demuestran, ya que representó el 2,9 % de PIB nacional en 2020 y se convirtió

en una de las estrategias económicas más importante para Colombia, ya que su aporte impulsa la economía (8), teniendo en cuenta que genera más de 700 000 empleos directos y otros más indirectos. La producción lechera se encuentra en la mayoría de los departamentos, y son Antioquia, Boyacá y Cundinamarca los más importantes, donde se reconocen casi 40 000 fincas en las que solo el 20 % tienen más de 15 animales (8).

La producción de leche en el país está dividida según el trópico. El trópico alto (clima frío), el cual se encuentra entre los 1400 y los 3000 m s. n. m., con una temperatura de entre 12 y 20 °C, lo cual representa las condiciones ideales en Colombia, ya que según estadísticas define la zona de vida donde más producción (litros/animal/día) se obtiene, en la que prevalece la raza Holstein y la ganadería especializada (9).

Como anteriormente se mencionaba, la producción lechera en su mayoría se debe a pequeños productores, los cuales están ubicados en la ruralidad, donde se presentan altos índices de pobreza y con aspectos económicos que en el país no son favorables (10). *Semana* menciona que “los medianos productores y los especializados se encuentran en general en la ruralidad del altiplano cundiboyacense, seguido de Antioquia y luego de Nariño, en donde se producen unos 2771 millones de litros de leche”. Y destaca que “de toda la producción que se obtiene en estos tres lugares, el 70 % es recolectada para ser procesada y el restante es para el consumo del productor o para otros usos” (11).

Si se considera que la producción láctea en el mundo es sumamente importante para el consumo de gran parte de la población con sus diferentes características, se debe transferir mayor conocimiento y apropiación de las técnicas

que existen para cumplir con los requerimientos nutricionales de los animales especializados en esta producción, y dichas técnicas son económicamente rentables ya que producen mayores ingresos debido al aumento en la calidad del producto con valores nutricionales superiores a los que normalmente se obtienen con otros alimentos. Otra característica que se puede presentar es el componente social porque genera ingresos a un gran número de productores y personal que labora en diferentes áreas dentro y fuera de la producción, para alcanzar el impacto antes planteado (12).

Generalidades de conservación de forrajes

Se conoce el gran valor que poseen los forrajes conservados, en varios aspectos y en las áreas en que se desenvuelve un productor, como la economía, lo que da beneficios para el animal al momento de una escasez de alimentos; además, esto forma parte de la estrategia para lograr una ganadería sostenible ya que es un producto que se considera amigable con el medioambiente (13).

La ganadería sostenible es una práctica que ha mejorado la producción ganadera a través de los años, en los diferentes enfoques, como en la lechería especializada o en doble propósito; uno de los procesos es el ensilaje, el cual es un alimento que se suministra a los animales y se caracteriza por presentar altos niveles nutricionales, además de mejorar la economía de los productores debido a que es una práctica con buenos resultados en relación con el parámetro costo/beneficio (14).

La economía de los ganaderos se ve afectada por las épocas secas en las que disminuye la producción y calidad de los forrajes, pero como

estrategia de alimentación de los animales se usa el método de conservación forrajera, el cual ayuda a disminuir la dependencia de granos para la elaboración de alimentos balanceados y mejorar la alimentación y nutrición en épocas de escasez (15).

Los métodos de conservación más usados son el ensilaje y el henolaje. El primer posee diferentes fases y en compañía de aditivos se puede lograr un ensilaje de buena calidad; este busca conservar forrajes con mayor contenido de humedad y con alto valor nutritivo, lo cual los hace palatables para el animal, produce una mejor digestibilidad y mayor producción de leche en comparación con animales alimentados solo con forraje y aumenta las posibilidades de una producción más rentable y competitiva frente a otras empresas. El henolaje, por el contrario, es la deshidratación del pasto y el aumento de la materia seca, lo que permite mayor concentración de fibra para los animales, conserva el valor nutritivo óptimo del pasto sin necesidad de utilizar maquinaria costosa y es muy apetecido a cualquier edad, al ser un alimento confiable al momento de nutrir a los bovinos.

Los cambios que se dan en la dieta del animal con estos suplementos son el aumento en el consumo y una mayor eficiencia productiva, lo cual mejora su rendimiento. El heno desempeña la amortiguación del pH ruminal, ayuda con la estimulación en la producción de saliva y aporta minerales, proteínas y fibra, lo cual retarda la velocidad del pasaje. Los ensilajes producen raciones ricas en vitaminas y minerales, y entre sus beneficios se encuentran un buen estado metabólico; suple las necesidades energéticas de animales hasta de 350 kg; ganancias de peso vivo de hasta 500 g/día y una producción de leche menor que 25 kg; disminuye el amoniaco excesivo en rumen; mayor rendimiento de ácido acético y, por ello, mayor porcentaje de grasa

en leche; aumento en sólidos totales, proteína, lactosa, caseína y, entre los beneficios que brinda al consumidor habitual de productos lácteos, se ha evidenciado una disminución de padecer **diabetes tipo 2** y favorecer el **desarrollo y mantenimiento de los huesos**.

El ensilaje como principal suplemento nutritivo

El ensilaje busca conservar los forrajes y otros elementos en buenas condiciones con alto contenido de humedad; para el acondicionamiento del ensilaje se requiere de un ambiente sin presencia de luz, aire o humedad (13). El propósito del ensilaje es conservar los nutrientes y la materia seca del forraje mientras se encuentre almacenado, teniendo en cuenta las condiciones ambientales que se le deben proporcionar, dentro y fuera del empaque, para evitar que se produzcan compuestos tóxicos que puedan afectar la composición del forraje conservado (16).

En el momento de realizar el ensilaje se efectúa el proceso de picado del material vegetal, el cual debe ser en partes muy pequeñas; posteriormente, se compacta en un empaque o recipiente para lograr la ausencia de aire e iniciar la fermentación del forraje, donde los microorganismos transforman los azúcares en ácido láctico, y así se disminuye el pH, lo cual crea un ambiente en donde los microorganismos que descomponen el pasto no logren sobrevivir (17).

Ventajas del ensilaje de grano húmedo

Una de las características del ensilaje es que ayuda a usar toda la planta que haya quedado

como excedente para alimentar a los animales en época de sequía, lo que permite un total aprovechamiento de la planta y se logra usar desde el tallo hasta el fruto (18). El propósito de este método es preservar los nutrientes de la planta para ser usados en el momento que se requiera (18); además, los animales consumen el ensilaje rico en nutrientes, se logra mejor digestibilidad y se crea un producto con altos estándares de calidad (13). En el aspecto económico, al ensilar se reducen los costos por el uso de concentrados y alimentos balanceados, y se obtiene una mayor calidad en el producto. Al ensilar con alto nivel de humedad, se reducen los costos de producción (19).

Por ser una de las técnicas de almacenaje en bolsa, se evita que la empresa genere costos en el momento de desarrollar una infraestructura para el almacenado y no se tienen adversidades operativas. Además, el traslado del producto obtenido no presenta mayor complicación, ya que tiene la facilidad de ser almacenado cerca del lugar deseado, sin necesidad de invertir dinero en maquinaria para la extracción (19).

Transformación en ensilaje

Fase 1 - Aeróbica

Luego de haber cortado los forrajes, las células que se encuentran en el material vegetal siguen respirando, obtienen el O₂ del ambiente del ensilaje y devuelven CO₂, agua y calor; al mismo tiempo, las bacterias que se encuentran allí siguen creciendo en cantidad mientras puedan obtener el oxígeno del ensilaje (18). Los hongos, las levaduras y bacterias presentes en el forraje usan los carbohidratos para obtener energía a partir de estos.

Esta fase dura aproximadamente algunas horas o hasta tres días, y es cuando los microorganismos han utilizado el oxígeno presente en el ensilaje y no hay más disponibilidad de este, con lo que se inician las condiciones anaerobias y, por ende, la muerte de las células de las plantas y la liberación de los nutrientes que contienen (proteínas, carbohidratos y grasas) y que serán el alimento de las bacterias (18).

Fase 2 - Anaerobia

En esta no existen las bacterias aeróbicas e inicia el aumento de las bacterias anaeróbicas. Esto ocurre entre los 10 a 21 días de iniciado el proceso, según las condiciones ambientales en el momento del ensilaje. Posteriormente, la fermentación ayudará a la multiplicación de las bacterias epifíticas de ácido láctico, las cuales logran que el pH disminuya a 3,8-5,0 para inhibir la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción (20).

Fase 3 - De estabilidad

Cuando la cantidad de ácido láctico formado es suficiente para que el pH descienda por debajo de 4, se inhibe totalmente la actividad y el desarrollo de las bacterias, incluidas las bacterias lácticas, así como la acción de las enzimas proteolíticas de la planta. Por tanto, el material alcanza una etapa de estabilidad en el ensilado que permite su conservación casi indefinida, a condición de que no haya entrada de oxígeno (3).

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de los diferentes elementos para crear la conservación del forraje; se puede observar cómo, al pasar las fases, la concentración de ácido láctico aumenta hasta estabilizarse, lo cual indica una maduración del ensilaje ya que

provoca una disminución del pH, y se efectúa un control de la microbiota que puede dañar el producto. Además, se alcanza una temperatura constante, la reducción de los carbohidratos solubles y de la presencia de oxígeno, las cuales se consideran condiciones óptimas para la transformación de los materiales utilizados en este proceso de conservación de forrajes.

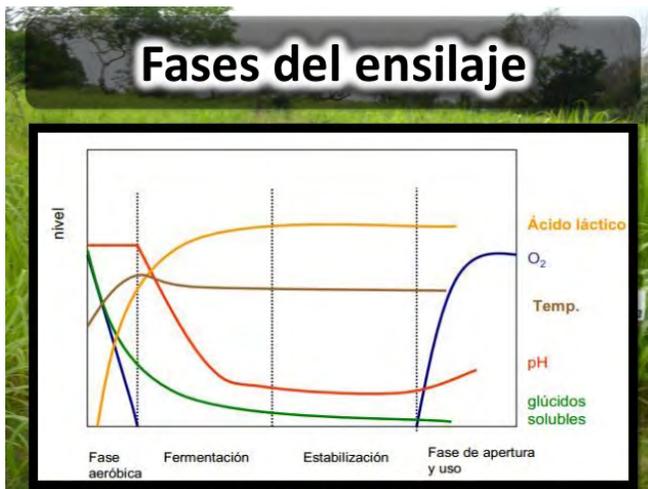


Figura 1. Fases del ensilaje.

Clases de silo o almacenaje

El ensilaje se debe almacenar en una estructura según la necesidad que presente el sistema, de acuerdo con el número de animales y de raciones, además del espacio disponible para este alimento (3).

- Silo en montón: se reconoce por ser el más sencillo ya que solo se necesita poner un plástico en la superficie, apilar el material, compactarlo y posteriormente cubrirlo con otro plástico para evitar la entrada del aire que lo pueda dañar (21).

- Silo trinchera: se excava de forma rectangular la superficie de un terreno, con una inclinación en la entrada para facilitar su acceso; en este tipo de silo se deben cubrir las paredes para que no tenga contacto con la tierra y asegurarse de que no se moje el material (22).
- Silo de bolsa: es el más pequeño y facilita las labores de alimentación a los animales, almacenamiento y transporte. Este es el tipo de silo más común en los pequeños productores por su fácil manejo, especialmente en lecherías donde hay pocas cantidades de forraje (21).
- Silo en cajón o búnker: no es tan recomendable por el valor económico que se debe invertir, debido a que para la implementación de este tipo de silo se debe poseer una estructura con superficie y paredes de concreto o ladrillo; también es conocido como silo horizontal (23).

Aditivos

En el ensilaje se necesitan normalmente para llevar a cabo una aceleración del proceso. Se usan fuentes que tengan gran cantidad de azúcares solubles, para que las bacterias puedan producir ácido láctico. Los aditivos más comunes son la melaza, la pulpa de cítricos y el maíz triturado, y mientras más alto sea el porcentaje de humedad (70 %), las bacterias podrán aprovecharlos mejor y realizar el proceso más eficientemente (3). Para elegir el aditivo indicado para el ensilaje, se debe consultar resultados de investigaciones realizadas y evaluar diferentes consideraciones como el costo-beneficio que se va a obtener con este, aplicar el aditivo según las indicaciones del fabricante y no según las recomendaciones de otros productores (24). Entre los tipos de aditivos

que se usan están los inhibidores, nutrientes y estimulantes de la fermentación (24).

La melaza durante mucho tiempo se ha impuesto como el aditivo más usado en Colombia, no obstante, en la actualidad se impone la urea, la cual es de especial cuidado ya que de agregarla en exceso se pueden multiplicar las bacterias no deseadas para el proceso de conservación (25).

El heno como suministro de proteína en la dieta

Existe la conservación del forraje por medio de la deshidratación, mediante la exposición al sol como primera opción. La finalidad de este método es deshidratar el pasto hasta niveles inferiores al 20 % de humedad para mantener la calidad del forraje y detener la actividad celular (26). En este contexto, se puede definir la calidad del forraje o del heno como la capacidad que tienen para lograr nutrir a un animal sin generarle ninguna afectación (27).

Funciones del heno

Entre las funciones más importantes del heno están que hace un trabajo de amortiguación del pH ruminal, ayuda con la estimulación de la saliva y aporta minerales, proteínas y fibra, lo cual retarda la velocidad del pasaje (27).

El heno de buena calidad necesita de óptimas condiciones de manejo y se deben seguir las aplicaciones adecuadas para obtener un producto que conserve el color casi del cultivo original, presente buen olor y se encuentre debidamente seco, consideradas características deseadas en el heno (28).

Henolaje

La henificación es un proceso que lleva muchos años de antigüedad. Este es la deshidratación del pasto por acción de los rayos solares, lo cual ayuda a disminuir la humedad del pasto, hasta un 18 % y, consecuentemente, aumentar la concentración de la materia seca y lograr mayor concentración de fibra para los animales en tiempo de escasez (29).

Colombia tiene la potencialidad de producir alimentos de origen animal en gran escala y con altos estándares de calidad, pero se deben implementar diferentes métodos de nutrición y alimentación del ganado, más económicos y con resultados favorables a la producción, fortaleciendo la ganadería nacional. Se deben tomar decisiones en las cuales prevalezca la calidad de los productos que se requieren, como el heno y el ensilaje, ya que se estará beneficiando la producción del país con los productos elaborados aquí (30).

Para llegar a un henolaje de alta calidad se deben cumplir los siguientes pasos:

Primero se debe realizar la elección de la especie, ya sea gramínea o leguminosa, para realizar el corte adecuado, el cual debe estar con un 10 % de floración; el siguiente paso es el enrollado del material vegetal entre 500 a 700 kg húmedo y muy manejable. Se empaqueta por medio de un equipo (Silopack), el cual tiene la capacidad de empaquetar alrededor de 50 rollos por hora; y, por último, se realiza el almacenado y la estabilización, ubicándolo en un lugar seco, firme y bien protegido, alejado de los árboles (31).

Ventajas del henolaje

Posibilita la conservación de forrajes de principio de primavera y de fines de otoño, en una época en que la capacidad de secado del aire está por debajo de las necesidades de la henificación (31). Como parte de las ventajas encontramos el mejor uso y la amortización de la maquinaria durante más meses a lo largo del año. Asimismo, la inversión económica que se necesita es menor que para el ensilaje, se reduce la pérdida de nutrientes en el almacenamiento y ahorro en la mano de obra, ya que con un solo hombre y un pequeño equipo de maquinarias se puede realizar la práctica de conservación, lo cual puede hacerse rápidamente, lo que significa menor pérdida de hojas (31).

Impactos de los métodos de conservación de forrajes en la producción de leche con bovinos

Las condiciones en las que se encuentra la ganadería en el trópico alto andino son complejas ya que en esta repercuten varios aspectos genéticos (baja rusticidad), sanitarios, climáticos y nutricionales. Cerca del 70 % de las ganaderías con bovinos de leche padecen de muy bajas temperaturas en las horas de la madrugada y altas en las horas del día, por lo que puede variar el consumo de forrajes y la producción lechera debido al gasto energético que requieren los animales para la termorregulación, lo cual es una de las razones por las que la producción láctea puede disminuir por estas variaciones de temperatura en periodos cortos (32).

La implementación de estrategias para la alimentación en ganadería bovina aumenta las posibilidades de una producción más rentable

y competitiva frente a otras producciones, lo que genera bienestar en el animal en diferentes aspectos como en la parte alimenticia, con una mayor palatabilidad del alimento, variedad de alimentos, mayor producción de leche y de contenido de sólidos en la leche; en el componente reproductivo, se puede lograr que tengan mayor ovulación y número de partos al año, para no realizar un descarte rápido de los animales; y en la salud del animal, se encuentran en una adecuada condición corporal, como signo de ser bien alimentadas, sin enfermedades, principalmente metabólicas, debido a un desbalance nutricional u otros factores que los puedan afectar (33). El ganado bovino requiere una combinación de proteínas, energía, fibra y minerales para mantener un óptimo funcionamiento del cuerpo y, de este modo, es necesario proveer al animal de alimentos de calidad y alto valor nutricional (33).

Con respecto al impacto económico, la implementación de nuevas técnicas y tecnologías en los procesos productivos, como lo es la suplementación en la alimentación, puede lograr un aumento en la cantidad de leche, y aumentar así el capital de la empresa y lograr mayor rentabilidad de la producción (34). Teniendo en cuenta la calidad composicional de la leche, se puede encontrar que al suministrar ensilajes a los bovinos, no se afectan los resultados composicionales de la leche, sino que es posible, además, aumentar los parámetros de calidad nutricional en la dieta del animal (35).

En otro método de conservación de forrajes, como lo es el suministro de heno, se han obtenido resultados positivos en la suplementación de bovinos, al ser hasta en un 17 % mayor la producción láctea, con un incremento de 1 a 1,5 litros/día y hasta 300 g más de ganancia de peso, sin la necesidad del aumento de costos notables en la producción (36).

La inclusión de este suplemento en vacas doble propósito logra aumentar hasta en un 15 % la producción de leche, en época seca y de bajo pastoreo; con esta técnica se puede contribuir al aumento de la rentabilidad y competitividad de una empresa ganadera ya que ayuda a reducir costos e incrementar las ganancias en ventas (36).

Para evitar que las pequeñas producciones lácteas decaigan, se requiere implementar programas que aseguren mayor rentabilidad y prácticas que apoyen a una sostenibilidad económica y ambiental (34), y, de acuerdo con todo lo anterior, la conservación de forrajes se presenta como una estrategia alimenticia de fácil aplicación y rentable en términos económicos y de producción.

Efecto sobre la fisiología de los bovinos de producción de leche

Los nutrientes que aportan estos suplementos (ensilaje, heno y henolaje) en la dieta, son necesarios para diferentes procesos fisiológicos y para desarrollar un buen funcionamiento del animal. Los requerimientos nutricionales son variados, debido a factores tanto internos como externos, y entre estos se encuentra el peso corporal, la raza, edad, el nivel de producción, la relación entre nutrientes de la ración, el consumo voluntario y el clima, y todos deben ser cumplidos para lograr una producción eficiente del animal (37).

Los cambios de la dieta, mediante la suplementación con forrajes conservados, han causado que las raciones sean balanceadas, y son estas ricas en vitaminas y minerales, lo cual

ocasiona que los animales sean más eficientes a medida que pasa el tiempo (38).

La eficiencia en un hato lechero depende de las fuentes alimenticias y el acceso que se tiene a estas, por tanto, la producción se ve afectada en los periodos de sequía, puesto que no se asegura el suministro de alimento para equilibrar los requerimientos del animal, y se presentan afectaciones en la producción. El bajo peso y desarrollo, del mismo modo, afectan la parte reproductiva ya que en vaquillas se pueden demorar hasta cuatro años para llegar al peso óptimo para el primer servicio y, posterior a esto, se debe esperar hasta un año más debido a los periodos abiertos, causados por no llenar los requerimientos nutricionales del animal y un bajo suplemento alimenticio (6).

El suministro de ensilaje debe estar diseñado según las necesidades del animal, ya que mejora la calidad del producto, pero si se alimenta en exceso conlleva animales gordos, con hígado graso, niveles sanguíneos de colesterol altos, cetosis y distocia (dificultades de parición); de la misma forma, en condiciones deficientes existe una limitada ingestión de energía y producción de leche, por esto la alimentación de los bovinos debe ser equilibrada, lo cual genera valores nutricionales positivos en la producción de leche y de carne, y mejora el contenido de grasa en leche (39). La FAO menciona que “uno de los beneficios más representativos es el porcentaje de grasa en la leche, la cual se encuentra entre el 3 y 4 % de los sólidos totales, la proteína alrededor del 3 % y la lactosa del 5 %” (59). Estudios desarrollados en ganaderías lecheras, enfocados a los beneficios fisiológicos con suministro de ensilajes, dio como resultado el incremento de la concentración proteica o la protección del nitrógeno en las raciones. Asimismo, el aumento de caseína en leche mejoró el consumo y el rendimiento productivo del animal (6). Uno de

los estudios mencionaba que el suministro de ensilajes que contengan productos cítricos en la alimentación de los semovientes en producción, promueve el rendimiento de ácido acético y por ello el aumento en el porcentaje de grasa en la leche (40). Del mismo modo, se demostró que el porcentaje de sólidos totales fue mayor en leche cuando se suministraban ensilajes con cítricos o avena, en comparación a cuando solo se les alimentó con cereales (40).

La alimentación con ensilaje de naranja produce en los parámetros metabólicos rangos normales en el recuento de células somáticas, porcentaje de sales, lactosa y sólidos no grasos, con lo cual se obtienen resultados estadísticamente similares entre diferentes ensilajes; esto indica que es una alternativa para asegurar la alimentación

de los animales, manteniendo el buen estado metabólico, traducido en producción y una alternativa económica frente a una escasa oferta de forraje (35).

Como alternativas del uso de granos y cereales, que generalmente son importados y adquiridos con altos costos, se realiza la transformación de residuos industriales, lo cual es un aporte significativo de carbohidratos no fibrosos (CNF) y con alto contenido de componentes de pared celular de las gramíneas y leguminosas tropicales (41). En la Tabla 1 se muestra la composición nutricional de cinco materiales que generalmente son usados para la alimentación de semovientes en producción, lo cual evidencia el gran aporte nutricional que pueden realizar a la alimentación de los animales.

Tabla 1. Uso de subproductos agrícolas en el proceso de ensilaje.

Nutrimiento	Cáscara de piña	Fruto de pejibaye	Cáscara de banano maduro	Desechos de melón	Pulpa de cítricos fresca
MS%	8,0-9,8	45,0	11,3-13,4	4,1-6,2	15,4-24,2
PC%	6,3-6,6	5,0-6,5	8,2-10,4	11,5-17,6	6,9-7,7
EE%	1,2-1,4	10,8	5,7-8,5	6,6-6,9	1,7
FDN%	49,8-77,6	21,1-26,9	34,1	22,9	18,3-27,1
FDA%	18,9-26,1	5,8	22,6	17,1	10,5-24,6
CNF%	40,7*	68,1	45,9	46	57,7-72,4
NDT%	60,5	85,5	59,5	70,7-74,8	73,6-79,0
ED Mcal/kg	2,6	3,8	2,6	3,1-3,4	3,2
EM Mcal/kg	1,9	3,1	1,9-2,1	2,6	2,4
ENm Mcal/kg	1,2	2,1	1,2	1,6-1,7	1,5
ENg Mcal/kg	0,7	1,4	0,6-0,7	0,9-1,2	1,1
ENI Mcal/kg	1,2	1,9	1,2-1,3	1,6-1,7	1,5

Fuente: tomado y adaptado de Titterton (43)

Estos materiales poseen altas proporciones de energía y de cantidad de fibra. Este estudio mostró que ensilajes elaborados con rastrojo de piña deshidratada, con 20 % de pulpa de cítricos, pueden suplir las necesidades energéticas de semovientes de 350 kg de peso vivo (PV), y alcanzar ganancias hasta de 500 g/día y una

producción de leche menor que 25 kg/día, con un 4 % de grasa en vacas de 450 kg de PV (41). De igual forma, los residuos agrícolas pueden ser asociados con leguminosas para mejorar la respuesta de los animales, entre otras en la digestibilidad y la capacidad fermentativa (42).

Por otro lado, un beneficio adicional es que según Escalona *et al.* (43), en los gases que se encuentran en el rumen de las vacas, el amoníaco excesivamente alto puede llegar a ser tóxico, lo cual produce afecciones en el bienestar de las vacas, pero para Cowan (44) este gas se fue reduciendo hasta llegar a niveles no tóxicos, al suministrar ensilaje de maíz, buscando siempre el mejor estado del animal.

Evaluación de rendimientos en producción lechera

En la búsqueda de realizar la suplementación adecuada para los animales, cuando el alimento escasea, se usa una estrategia que debe ser planificada con antelación. Los métodos de conservación de forraje se convierten en un suministro forrajero importante, los cuales deben ser constantes y a disposición, para lograr balancear la dieta de los bovinos y tener impactos favorables en el medioambiente; todo esto se debe realizar con el fin de mantener o incrementar la cantidad de leche o carne por animal/Ha (45). Se reporta la inclusión de diferentes materias primas energéticas, las cuales generan mayor producción de leche en épocas cuando el alimento no sobreabunda o cuando es de baja calidad (46).

Se reconocen los materiales más usados para realizar el proceso del ensilaje y el momento del corte, en el que encontramos, principalmente, avena y maíz, los cuales se deben utilizar cuando los granos estén en estado lechoso; para el sorgo o trigo, se recomienda el uso de granos en estado pastoso; en las gramíneas y leguminosas, su cosecha se debe realizar en estado de prefloración; y en la soya cuando está empezando a formarse la semilla (47). Entre las especies vegetales que se usan para el suplemento con ensilaje, el botón de oro es una planta forrajera

y se usa para la alimentación de todo tipo de rumiantes; esta tiene la característica de poseer un alto valor proteico, alta degradabilidad en el rumen, bajo contenido de fibra y niveles aceptables de sustancias antinutricionales como taninos (48).

Al suministrar ensilaje con botón de oro, los bovinos tienen la capacidad de producir más litros de leche por kilogramo de materia seca consumida, lo cual es un aspecto positivo para la producción, ya que se obtuvo el mismo resultado con los animales alimentados con botón de oro que con maíz, y es este último uno de los productos más usados para el ensilaje debido a la cantidad de energía que aporta. Aunque el maíz es más costoso que el botón de oro, los resultados indican una mejor eficiencia en el uso y la partición de nutrientes en las vacas suplementadas con ensilaje de botón de oro y a menores costos (45).

El ensilaje es la forma más económica y práctica de conservar los alimentos nutritivos en un lapso prolongado; este es palatable para los animales, les aporta nutrientes y mejora su productividad; además, le permite ahorrar al productor y mejorar la economía de la empresa (9).

En la Tabla 2 se muestra la calidad composicional de la leche con cuatro estrategias alimenticias diferentes, en las que se encuentra el ensilaje de avena, el ensilaje de kikuyo, el heno de kikuyo y el tratamiento control (animales sin suplementar).

Se puede observar cómo la suplementación con ensilajes presenta resultados mejores en la producción, en comparación con el tratamiento control; además, al ofrecer ensilaje de avena para animales con restricciones en el consumo de alimento, se obtuvo un incremento de 1,46 kg de leche/día, 0,4 kg de producción de sólidos/día, 0,066 kg en la producción de proteína/día y

0,05 kg en la producción de grasa diaria. El uso de ensilaje de kikuyo incrementó 0,76 kg/d, y el heno de kikuyo tuvo un aumento de 0,36 kg/d, respecto al tratamiento control (50).

La suplementación de los ensilajes y el henolaje producen una mayor cantidad de proteína, grasa y sólidos totales (ST), lo cual evidencia en este trabajo la mejor respuesta en calidad de leche para los animales suplementados con el

ensilaje de avena, seguidos por la alimentación con ensilaje de kikuyo y, luego, con el heno de kikuyo, con un incremento de proteína de 66 g/d, 36 g/d y 15 g/d, respectivamente; asimismo, aumento de grasa en leche de 50 g/d, 30 g/d y 10 g/d, respectivamente; y sólidos totales de 140 g/d, 60 g/d y 30 g/d respectivamente, todos en contraste con el tratamiento control (50).

Tabla 2. Evaluación de tres forrajes conservados como suplemento en vacas lecheras.

	Control	S. Avena	S. Kikuyo	H. Kikuyo	SEM
Producción (l/d)	11,4	12,6	12,2	11,7	1,3786
LCE(Kg/d)*	9,94b	11,4a	10,7ab	10,3b	1,0703
Sólidos totales (%)	10,85	10,79	10,59	10,85	0,3412
Sólidos totales (Kg/d)	1,23b	1,37a	1,29ab	1,26b	0,1456
Proteína (%)	3,11	3,24	3,2	3,15	0,2438
Proteína (Kg/d)	0,351b	0,417a	0,387ab	0,366b	0,0419
Grasa (%)	2,71	2,68	2,59	2,78	0,3519
Grasa (Kg/d)*	0,29b	0,34a	0,32ab	0,3b	0,0426
Lactosa(%)	4,95	4,84	4,76	4,89	0,433
CZ (%)	0,08	0,086	0,076	0,079	0,0103
CA**	0,86	0,84	0,78	0,78	0,1002
ECPL***	0,183ab	0,198a	0,180ab	0,167b	0,2646

Fuente: Tobón (49).

Por otra parte, para lograr la menor pérdida de energía por emisiones de metano, se suministró botón de oro (*T. diversifolia*) en sistemas silvopastoriles de trópico alto y se obtuvo como resultado la reducción de hasta un 8,8 % en la cantidad de CH₄ por litro de leche, comparado con un sistema de monocultivo de gramíneas (51).

La suplementación de ensilajes como reemplazo de alimentos balanceados ha llegado hasta en un 35 %, sin encontrarse diferencias en la calidad de leche, lo cual da confiabilidad en el momento

de la suplementación del ganado bovino, con la tranquilidad de no afectar la producción láctea (50). Asimismo, la sustitución del 25 % de alimento balanceado por forraje de botón de oro genera un ahorro del 9,06 % por la disminución de los costos de la suplementación. El suministro de forraje brinda grandes beneficios productivos en la cantidad de leche para la venta con alto contenido nutricional y a un menor costo (51).

El incremento en el valor nutricional en la leche produce diferentes alteraciones positivas, no solo en el animal sino en el consumidor final, y entre

sus beneficios está el **control del sobrepeso y la obesidad**, lo cual disminuye la posibilidad de la aparición de **enfermedades cardiovasculares en las personas**. Además, se ha comprobado una menor incidencia de **diabetes tipo 2** entre los consumidores habituales de productos lácteos y el favorecimiento del **desarrollo y mantenimiento de los huesos** (52).

Acercamiento a los resultados económicos de la producción

Para el año 2050 se necesita que la producción agropecuaria aumente hasta en un 100 % debido a que la población mundial incrementará en 2400 millones de personas; esta demanda de alimento va a requerir cumplir con las necesidades nutritivas, a través de raciones de fácil consumo y con costos estabilizados, por ende, se hace necesario identificar estrategias de alimentación en las producciones animales que cumplan con la sostenibilidad ambiental y productiva (53).

El uso de ensilajes y henolaje apoya al productor en el momento de disminuir costos en la alimentación de los bovinos, como lo es en alimentos balanceados y en suplementos alimenticios, lo cual produce autosuficiencia y disminuye la necesidad de adquisición de estos productos. Sin embargo, en el país no es lo suficiente manejada esta práctica en el gremio ganadero bovino, lo que provoca dependencia en la compra de alimentos balanceados para cumplir con los requerimientos de los bovinos; por ende, es importante implementar estas prácticas ampliamente (45). Lo ideal es el uso habitual de estos métodos por los ganaderos a diferente escala para garantizar una oferta permanente de alimento para el animal, como también una

oferta de leche o carne como productos para el mercado, una fuente de ingresos permanente al año y una menor dependencia a los recursos alimenticios brindados en el comercio (45).

Se encontraron estudios en hatos de 50 animales alimentados con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), y se obtuvo una mayor producción con una diferencia económica de \$901 118 y una disminución de hasta el 4,5 % en costos que se invertían en la suplementación por animal/día, lo cual es una alternativa que puede ser totalmente viable, analizada desde el punto de vista nutricional, productivo y económico, sin importar el tamaño de la producción. Esta planta posee características positivas para el productor como, por ejemplo, que necesita una demanda mínima de agroquímicos y mano de obra; además, se adapta al piso térmico y a la calidad del suelo (54).

El suministro de ensilaje ha contribuido a disminuir la necesidad de comprar alimentos balanceados. En Colombia se emplea poco este método en pequeños y medianos productores, y una de las causas es que en el trópico alto se encuentra la posibilidad de pastorear durante todo el año, lo cual genera la dependencia de la compra de alimentos balanceados/concentrados y con ello la baja rentabilidad de las producciones lecheras. El uso de ensilajes es una alternativa factible para sostener una producción a menor costo (49).

El suministro de diferentes estrategias alimenticias con la menor cantidad de dinero invertida para su formulación y con bajo aporte de proteína, ocasiona la disminución en costos de suplementos que generalmente el ganadero invierte entre un 16 y 31 % para su producción lechera. Según el balance realizado, se logra disminuir hasta en un 37,5 % el valor de la alimentación con el ensilaje, en comparación

con el suplemento comercial, y se logra plantear la estrategia adecuada para reducir costos sin afectar la nutrición del animal y, por ende, la producción de este (46). El uso de ensilajes en la alimentación del hato lechero marca diferencias en los parámetros zootécnicos, aumenta la producción de leche en litros día e incrementa

kg peso/día en producciones de carne y doble propósito (9).

En la Tabla 3 se muestran los valores del beneficio económico antes y después del tratamiento con el ensilaje en una producción láctea.

Tabla 3. Análisis de costos-beneficios.

	Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Diferencia (incremento)
Producción promedio de leche diaria del hato (botellas)	19	39.67	20.67
Ingresos promedios diarios por producción de leche del hato (L) (*)	76	158.68	52.92
Costos diarios de alimentación del hato lechero (**)	0	52.92	52.92
Beneficio diario			29.76

Fuente: FAO (7).

(*) Para calcular los ingresos por el aumento de producción de leche, se ha considerado un precio de venta de la leche de L. 4.00 /botella.

(**) Se ha supuesto que los costos de alimentación antes del tratamiento eran nulos, puesto que los animales permanecen pastoreando en los potreros de pasto natural sin ningún tipo de alimentación suplementaria.

HNL\$ es la moneda de Honduras (lempira hondureño), donde HNL \$1 equivale a COP \$163.

Se observa un aumento en la producción láctea después del suministro de ensilaje, lo cual incrementa la rentabilidad, ya que se obtienen

beneficios económicos diarios altos y se puede alcanzar una mejoría en el estado de los animales.

En la Tabla 4 se muestra el análisis económico de tres tipos de forrajes conservados en la suplementación de vacas de leche.

Tabla 4. Balance económico de la producción lechera.

Balance económico producción de leche				
	Control	S.Avena	S.Kikuyo	H. Kikuyo
Costo producción (l/d)	\$ 716	\$ 772	\$ 741	\$ 722
Nivel de producción (l/vaca/d)	11,4	12,6	12,2	11,7
Producción estimada con 8 animales (l/d)	91,2	100,8	97,6	93,6
Costo de producción total (\$/d)	\$ 65.344	\$ 77.823	\$ 72.278	\$ 67.579
Precio por litro de leche (\$)	\$ 1.009	\$ 1.036	\$ 1.020	\$ 1.023
Ingresos estimados	\$ 92.031	\$ 104.437	\$ 99.586	\$ 95.785
Ingresos-costos	\$ 26.686	\$ 26.615	\$ 27.308	\$ 28.206
Balance económico con venta de carne				
GDP	-0,506	0,44	0,142	0,219
Precio (\$ Kg/pie)	1950	1950	1950	1950
Ingresos por Kg de carne	\$ 987	\$ 858	\$ 277	\$ 427
Ingresos- costos	\$ 25.700	\$ 27.473	\$ 27.585	\$ 28.633

Fuente: Tobón (49).

Los ingresos más representativos se recogieron con los semovientes suplementados con ensilaje de avena (\$104 437 diarios) y los ingresos más bajos se obtuvieron en animales sin suplementar (control) (\$92 031). Sin embargo, al realizar el balance entre ingresos estimados y costos de producción, en el cual se obtienen los ingresos netos de la producción de leche, la suplementación con ensilaje de avena presentó los menores ingresos netos (\$26 615) y los bovinos suplementados con heno de kikuyo dieron como resultado los mejores ingresos netos (\$28 206 diarios). Por su parte, la suplementación con ensilaje de kikuyo quedó en segundo lugar en los ingresos netos (\$27 308) (50). Al analizar los ingresos en función de la ganancia diaria de peso de los bovinos, se observa que las vacas sin suplementación (tratamiento control) tuvieron pérdidas de peso, lo cual ocasiona una pérdida

económica de \$987 para la producción. Los mayores ingresos con respecto a la ganancia diaria de peso fueron recopilados en vacas suplementadas con ensilaje de avena (\$858), seguido por el heno de kikuyo (\$427) y, finalmente, el ensilaje de kikuyo (\$277) (50).

Conclusiones

Las alternativas de conservación de forrajes son métodos poco utilizados por los productores colombianos, lo cual produce baja rentabilidad productiva y la necesidad de invertir más dinero en suplementos comerciales en épocas en las que el forraje escasea; es importante reconocer el impacto que tienen estos métodos en todos los ámbitos de una empresa ganadera ya que genera beneficios económicos, fisiológicos, nutricionales y, por consecuencia, un bienestar para los animales.

El ensilaje, de acuerdo con lo presentado en esta revisión, representa el método de conservación de forrajes más reconocido por su facilidad en la elaboración ya que se desarrollan procesos característicos y también el de mayor aceptabilidad por su palatabilidad a los animales, además de suministrar gran cantidad de nutrientes y beneficiar la nutrición del bovino y la calidad de la leche.

El ensilaje, heno y henolaje son métodos de conservación factibles para una producción ganadera que desee disminuir costos y evitar la

compra de suplementos comerciales. Entre los procesos anteriormente nombrados se destaca el heno por poseer mayores ingresos netos en comparación con el ensilaje, lo cual es lo esperado en las producciones animales; también se observó que se obtiene mayor ganancia diaria de peso en vacas suplementadas con ensilaje, en comparación con las vacas alimentadas con heno. Por lo tanto, se recomienda el suministro de forrajes conservados para los bovinos, en cantidades adecuadas, para mejorar la economía de la producción y los estados fisiológico y metabólico del animal.

Referencias

1. CONtextoganadero. En 2020, el acopio formal de leche subió pero no alcanzó los niveles de otros años. Oficina de Investigaciones Económicas de Fedegán-FNG. [Internet]. Bogotá. 2020. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/economia/en-2020-el-acopio-formal-de-leche-subio-pero-no-alcanzo-los-niveles-de-otros-anos>
2. León R., Bonifaz N, Gutiérrez F. Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas. Universidad Politécnica Salesiana. [Internet]. 2018. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
3. Corrales LC, Antolinez DA, Bohórquez JA, Corredor AM. Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. NOVA [internet]. 2015;13(23):55-81. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
4. Garcés AM, Berrío L, Ruiz S, Serna de León JG, Builes AF. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. 2004;1(1):66-73. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/179/1/066-71%20Ensilaje%20como%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20ganado.pdf>
5. Quiñones J. Ensilaje de arbustivas forrajeras para sistemas de alimentación ganadera del trópico altoandino. Revista de Investigaciones Altoandinas

- [Internet]. 2020;22(3). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000300285&script=sci_arttext
6. Bravo H. Ensilaje de maíz y su influencia sobre parámetros productivos en vacas mestizas del trópico. La Técnica [Internet]. 2018;(20):55-66. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6723167>
 7. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Comportamiento productivo de ganado alimentado con ensilaje bajo condiciones de trópico seco. Buenas prácticas: uso de ensilaje [Internet]. 2016;1-12. Disponible en: <http://www.fao.org/3/at786s/at786s.pdf>
 8. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Portal lácteo. Cuestiones sociales y de género [Internet]. 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/social-and-gender-issues/es/>
 9. Pinto. A. Sector lechero en Colombia: potencial desperdiciado [Internet]. Universidad de los Andes, Facultad de Administración. 2017. Disponible en: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/>
 10. Leal Barrero BJ. Análisis de los factores internos en la producción de leche en trópico alto y bajo en Colombia. Ciencia Unisalle [Internet]. 2017;1(1):3-5. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2457&context=administracion_de_empresas
 11. Revista Semana. Así es la Colombia rural. Semana [Internet]. 2012. Bogotá. Disponible en: <https://especiales.semana.com/especiales/pilares-tierra/asi-es-la-colombia-rural.html>
 12. Censo Nacional Agropecuario. Caracterización de los productores residentes en el área rural dispersa censada. *Tercer Censo Nacional Agropecuario* [Internet]. 2014. Dane, Bogotá. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-2-Productores-residentes/2-Boletin.pdf>
 13. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Portal lácteo. Economía [Internet]. 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/economics/es/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20lechera%20proporciona%20muchos,para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20cultivos>
 14. Callejo A, Matesanz B. Conservación de forrajes. Interés práctico. Bovis [Internet]. 2004;(120):5-16. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1075730>

15. Cuy Fonseca DC. Fortalecimiento del programa de nutrición ganadera de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Duitama mediante la implementación de silo de maíz forrajero (*Zea mays*) para pequeños y medianos productores. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Unad). 2015. Disponible en: [https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3671/1052390527.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Se %20trata %20del %20ensilaje %2C %20un,alimentos %20en %20tiempo %20de %20insuficiencia.&text=El %20ensilaje %20es %20el %20alimento,y %20residuos %20forrajeros %20](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3671/1052390527.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Se%20trata%20del%20ensilaje%2C%20un,alimentos%20en%20tiempo%20de%20insuficiencia.&text=El%20ensilaje%20es%20el%20alimento,y%20residuos%20forrajeros%20)
16. Morón LM. Ventajas y desventajas de los sistemas de pastoreo y confinamiento en la producción de carne en raza cebú en el departamento del Cesar. Ciencia Unisalle [Internet]. 2009, Bogotá. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1303&context=medicina_veterinaria
17. Demanet Filippi R. Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Programa Desarrollo Productores [Internet]. s. f. Disponible en: <http://www.watts.cl/docs/default-source/charlas-a-productores/ensilajes.pdf?sfvrsn=2>
18. Ideagro. ¿Qué es el ensilaje? Ideagro [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.ideagro.com/single-post/2018/11/20/-que-es-el-ensilaje>
19. Ideagro. Estos son algunos de los usos y ventajas del ensilaje. Elcampesino.co [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.elcampesino.co/estos-son-algunos-de-los-usos-y-ventajas-del-ensilaje/>
20. Chalkling DJ. Ensilaje de grano húmedo. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. 2016:8-11. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/86-grano_humedo.pdf
21. Martínez F. Proceso de ensilaje. InfoPastosyForrajes.com [Internet]. 2020. Disponible en: [https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/#:~:text=El %20proceso %20del %20ensilaje %20se,Estabilizaci %C3 %B3n %20y %20Fase %20de %20Utilizaci %C3 %B3n](https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/#:~:text=El%20proceso%20del%20ensilaje%20se,Estabilizaci%C3%B3n%20y%20Fase%20de%20Utilizaci%C3%B3n)
22. Infoagronomo.net. Tipos de ensilaje. Infoagronomo [Internet]. 2020. Disponible en: <https://infoagronomo.net/tipos-de-ensilaje-pdf/>
23. Wargner B, Asencio V, Caridad J. Cómo preparar un buen ensilaje. IDIAF [Internet]. 2016. Disponible en: <http://190.167.99.25/digital/Idiaf.Ensilaje.1.pdf>

24. CONtextoganadero. Técnicas más conocidas para ensilar. CONtextoganadero. [Internet]. 2021. Bogotá. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/tecnicas-mas-conocidas-para-ensilar>
25. Demanet Filippi R. Aditivos en ensilaje. Praderas y pasturas [Internet]. s. f. Disponible en: http://praderasypasturas.com/files/menu/catedras/praderas_y_pasturas/2008/44-Aditivos-en-Ensilaje.pdf
26. CONtextoganadero. Silos para el ganado ¿con o sin aditivos? CONtextoganadero [Internet]. 2015. Disponible en: [https://www.contextoganadero.com/internacional/silos-para-el-ganado-con-o-sin-aditivos#:~:text=La %20 melaza %20es %20el %20aditivo,lo %20hace %20con %20las %20malas.](https://www.contextoganadero.com/internacional/silos-para-el-ganado-con-o-sin-aditivos#:~:text=La%20melaza%20es%20el%20aditivo,lo%20hace%20con%20las%20malas.)
27. González K. El heno como alternativa alimenticia del ganado. Zoovetes mi pasión [Internet]. 2018. Disponible en: [https://zoovetesmipasion.com/nutricion-animal/heno-alternativa-alimenticia-del-ganado/#:~:text=Los %20 altos %20contenidos %20de %20carbohidratos,mucho %20menor %20 que %20los %20concentrados](https://zoovetesmipasion.com/nutricion-animal/heno-alternativa-alimenticia-del-ganado/#:~:text=Los%20altos%20contenidos%20de%20carbohidratos,mucho%20menor%20que%20los%20concentrados)
28. Callejo A. Conservación de forrajes(II): fundamentos de la henificación. Frisón Española [Internet]. 2020:104-109. Disponible en: http://oa.upm.es/53335/1/INVE_MEM_2017_286058.pdf
29. Gallardo. M. La clínica de los forrajes conservados: diagnóstico sensorial de calidad. Forratec [internet]. 2015. Buenos Aires. Disponible en: <https://www.forratec.com.ar/uploads/35-20140924163649-pdfEs.pdf>
30. CONtextoganadero. Proceso de henolaje: ventajas y objetivos de la conservación. CONtextoganadero [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/proceso-de-henolaje-ventajas-y-objetivos-de-la-conservacion>
31. CONtextoganadero. ¿Cómo es un buen heno? CONtextoganadero [Internet]. 2021. Bogotá. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-es-un-buen-heno>
32. Producción animal. Conservación de forrajes. Sitio argentino de producción animal. [Internet]. s. f. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/31-conservacion_ISEA.pdf
33. Andrade Ortiz A, Oliva Suárez F. Sistema de crianza de bovinos de carne en el trópico: húmedo comparando dos tipos de pastos: *Bachiaria decumbens* vs. *Paspalum dilatatum*. Tesis de maestría, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil [Internet]. 2015. Guayaquil. Disponible en: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/3875/1/T-UCSG-POS-MSPA-6.pdf>

34. Consejo Mexicano de la Carne. Importancia de la alimentación del ganado. Equipo Editorial Comecarne [Internet]. 2018. Disponible en: <https://comecarne.org/importancia-de-la-alimentacion-del-ganado/>
35. Otoyá F, Salazar A. Plan de negocio para la producción y comercialización de leche en la vereda Santa Rosa, municipio de Popayán, departamento del Cauca. Tesis de especialización, Universidad Santo Tomás [Internet]. 2020. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31975/2021franciscotoyaandressalazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. Cruz A, Rodríguez A, Pineda C. Efecto de la suplementación con ensilaje de cáscara de naranja (*Citrus sinensis* L) sobre algunos parámetros metabólicos en vacas de leche. *Rev Inv Vet Perú*. 2019;30(4):1494-1503. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17157>
37. Castro-Rincón E, Sierra-Alarcón AM, Mojica-Rodríguez JE, Carulla-Fornaguera J, Lascano-Aguilar C. Uso múltiple de leguminosas como abono verde, en rotación con maíz, y heno, para producción de leche. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia)* [Internet]. 2016;17(1):17-29. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n1/v17n1a03.pdf>
38. Álvarez Zapata R. Efecto de la suplementación con cama de pollos sobre las variables productivas de mautes y vacas doble propósito a pastoreo. Tesis, Universidad Central de Venezuela [Internet]. 2016. Maracay. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Alvarez-Z/publication/308697598_EFECTO_DE_LA_SUPLEMENTACION_CON_CAMA_DE_POLLOS_SOBRE_LAS_VARIABLES_PRODUCTIVAS_DE_MAUTES_Y_VACAS_DE_DOBLE_PROPOSITO_A_PASTOREO/links/57ebd56508aebb1961ff8d74/EFECTO-DE-LA-SUPLEMENT
39. Borrero Manrique A, Cujía Mendiñeta K. Ensilado de mango y lactosuero: una alternativa de alimentación en vacas lecheras [Internet]. 2016. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/microciencia/article/view/3658/3053>
40. Bermúdez J. Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. *Veterinaria y Zootecnia* [internet]. 20159(2):38-53. Universidad de Caldas. Disponible en: <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v9n2a04.pdf>
41. Montero Durán E. Evaluación de las propiedades fermentativas, nutricionales y el costo de elaboración de ensilajes de poró (*Erythrina poeppigiana*) y cratylia (*Cratylia argentea*) con niveles crecientes de inclusión de guineo cuadrado (*Musa sp*), para alimentación de rumiantes. Tesis de grado, Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia [Internet]. 2016. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4392/1/41411.pdf>

42. Titterton M, Bareeba FB. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos. Department of Animal Science, University of Zimbabwe [Internet]. s. f. Uganda. Disponible en: <http://www.fao.org/3/X8486S/x8486s06.htm>
43. Escalona R, Ramírez P, Barzaga G, De la Cruz B, Maurenis Ramayo C. Intoxicación por urea en rumiantes. Dpto. Sanidad Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma [Internet]. 2007. Bayamo, Cuba. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/31-intoxicacion_por_urea.pdf
44. Cowan T. Uso de forrajes ensilados en sistemas de producción animal en gran escala. Australian Tropical Dairy Institute, University of Queensland, Australia [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/X8486S/x8486s05.htm>
45. Tobón CA. Evaluación del uso de forrajes conservados en vacas para la producción de leche en el municipio de Guatavita (Cundinamarca). Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia [Internet]. 2019. Bogotá. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75833/Tesis%20Maestr%C3%ADa%20-%20Camilo%20Tob%C3%B3n%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. Gómez-Vega S, Caicedo-Pinzón R, Vargas-Martínez J. Efecto de la suplementación estratégica en un sistema de lechería en Cundinamarca, Colombia. Rev Investig Vet Perú [Internet]. 2019;30(3). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000300014
47. Murgueitio E, Calle Z. Reseña del libro Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav) [Internet]. 2008. Carta Fedegán n.º 108. Disponible en: http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/Boton_de_Oro_y_Ganaderia.pdf
48. Angulo J, Nemocón AM, Posada SL, Mahecha L. Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o ensilaje de maíz. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. [Internet]. 2021:1-13. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1535>
49. Arias-Gamboa LM, Alpizar-Naranjo A, Castillo-Umaña MA, Camacho-Cascante MI, Arronis-Díaz V, Padilla-Fallas JE. Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey. Pastos y Forrajes

[Internet]. 2018. Cuba. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2691/269158220005/269158220005.pdf>

50. Escalante JL. Leche: propiedades, beneficios y valor nutricional. La Vanguardia [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181106/4190/leche-propiedades-beneficios-valor-nutricional-alimentos.html>
51. Flórez-Delgado DF, Rosales-Asensio E. Uso del ensilaje de pulpa de café en alimentación animal. Mundo Fesc [Internet]. 2018;15(1):73-82. Pamplona. Disponible en: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/254/385>
52. Londoño J, Mahecha L, Angulo J. Desempeño agronómico y valor nutritivo de bovinos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. Revista Colombiana de Ciencia Animal [Internet]. 2019;11(1). Universidad de Sucre. Disponible en: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/693/761>
53. Valencia AF. Los ensilajes, una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano. Ciencia Unisalle [Internet]. 2016. Bogotá. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1260&context=zootecnia>
54. Olarte LM. Análisis sectorial de la lechería especializada del trópico alto en Antioquia [Internet]. 2016. Disponible en: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7838/LauraMaria_OlarteMejia_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y