

CONSERVACIÓN DE FORRAJES EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA DEL TRÓPICO DE ALTURA

Leonardo Sánchez M.¹
Fernando Báez Díaz²

El déficit hídrico que se registra durante las épocas de sequía y el efecto de fenómenos meteorológicos de ciertas áreas del trópico de altura originan la disminución drástica de la disponibilidad y calidad de la biomasa para la alimentación animal, afectando negativamente la producción y la calidad láctea y las tasas de crecimiento de estos animales.

Se hace necesario, entonces, neutralizar estos efectos negativos con estrategias que incrementen la disponibilidad de biomasa y permitan mantener la carga animal y los niveles productivos de las explotaciones, siendo la conservación de forrajes (ensilaje, henolaje y henificación) una de las alternativas más importantes para este fin.

Los objetivos básicos de la conservación de forrajes son: proporcionar alimento de buena calidad durante todo el año, en especial durante los períodos secos; aprovechar los excedentes de forraje que se producen durante las lluvias; facilitar la inclusión de subproductos

agroindustriales en la alimentación de bovinos; incrementar la carga animal de la explotación, y mejorar el balance de la dieta.

1. ENSILAJE

El ensilaje es un método de conservación de pastos y forrajes, basado en la fermentación anaeróbica (sin aire) de la masa forrajera, con el cual se mantiene durante períodos prolongados de tiempo la calidad que tenía el forraje en el momento del corte. Se diferencian dos tipos de ensilaje: directo o húmedo, en el cual el forraje se corta (68 a 72% de humedad), se pica inmediatamente y se lleva al silo; con presecado, el forraje cortado se deja en el campo y después de cierta deshidratación se traslada al silo.

La **Tabla 1** contiene los niveles de proteína cruda y fibra detergente neutro (FDN) de los principales materiales forrajeros del trópico de altura utilizados en procesos de ensilaje.

¹ Médico Veterinario Zootecnista Ph.D. Programa Regional Pecuario de Corpoica. Regional Uno. E-mail: lsanchez@corpoica.org.co
² Agrólogo MSc. Investigador Grupo Pecuario C.I. Obonuco. E-mail: fbaez@hotmail.com

Tabla 1. Composición química de algunos materiales forrajeros de trópico alto.

	PC (% MS)	FDN (% MS)	Referencia
<i>Kikuyo</i>	10.5 – 15.7	48.9 – 61.5	Sánchez, 2000
<i>Raigrás tetrelite</i>	16.4 – 21.5	39.6 – 56.3	Sánchez, 2000
Maíz	6.4 – 8.9	43.3 – 55.5	Sánchez, 2000
<i>Avena cayuse+vicia</i>	8.6 – 11.8	49.8 – 60.7	Sánchez, 2000
<i>Avena cayuse</i>	5.7	60.0	Báez, 1997
<i>Avena línea 15</i>	6.1	58.5	Báez, 1997
<i>Triticale</i>	6.2	55.2	Báez, 1997

**Figura 1.** Ensilaje de avena vicia en silo bunker. Foto: Leonardo Sánchez M.

La fermentación anaeróbica del forraje la hacen bacterias específicas (bacterias acidolácticas), las cuales transforman los azúcares de la masa forrajera en ácido láctico, aumentando al mismo tiempo la acidez de esta masa. Sin embargo, estas bacterias requieren ciertas condiciones de temperatura, humedad, acidez, ausencia de oxígeno y de ciertos nutrientes específicos (azúcares) para proliferar y competir con otros *microorganismos* que producen el calentamiento y la putrefacción del forraje (coliformes, Clostridium y Bacillus).

La calidad del ensilaje se relaciona con las decisiones de manejo y de algunas prácticas que deben implementarse antes, durante y después del proceso. Las prácticas que dependen del productor son la madurez y la humedad del forraje en el momento del corte, el método de cosecha y de conservación, el tipo de infraestructura utilizada para almacenamiento (silo), uso de aditivos y los métodos de vaciado del silo.

Una madurez apropiada asegura los niveles óptimos de azúcares para la fermentación y maximiza el valor nutritivo del forraje; a medida que avanza la madurez, se eleva el contenido de la pared celular y disminuyen los constituyentes del contenido celular, principalmente proteína (**Tabla 2**).

Por esta razón, el corte debe efectuarse en el momento de mayor contenido de nutrientes (prefloración en gramíneas de pastoreo y estado lechoso pastoso del grano, en cultivos forrajeros).

La humedad del forraje en el momento del corte determina el tipo de fermentación y la calidad del producto obtenido: un exceso diluye el contenido de azúcares e incrementa su pérdida durante la compactación; su deficiencia origina dificultades de picado y compactación.

Tabla 2. Efecto del período vegetativo y fertilización sobre el valor nutritivo de algunas gramíneas de clima frío*

Especies	Cortes (días)	Valores nutritivos		
		PC %	FC %	ED M cal/kg
<i>Kikuyo sin fertilizar</i>	39	11.89	19.67	2.1
<i>Kikuyo sin fertilizar</i>	50	14.63	22.45	2.66
<i>Kikuyo sin fertilizar</i>	90	9.33	27.62	1.8
<i>Kikuyo (50 kg N)</i>	39	16.43	18.98	2.48
<i>Kikuyo (50 kg N)</i>	50	16.62	19.99	2.82
<i>Kikuyo (50 kg N)</i>	90	10.65	24.67	1.99
<i>Raigrás tetrelite</i>	25	21.21	18.76	2.76
<i>Raigrás tetrelite</i>	35	19.13	20.12	2.81
<i>Raigrás tetrelite</i>	55	13.98	22.45	2.87

* Fuente: Adaptado de: Méndez, L. 1997. Costos de alimentación en vacas lecheras en producción. En: Seminario Manejo Integral de la Alimentación en Ganaderías. Memorias. Bogotá. Cicadep. Noviembre 24-25 p. 93-105.



Figura 2. Cosecha de avena vicia

Tipos de silos

El silo es un depósito o construcción donde se almacena forraje picado, con el fin de producir la fermentación anaeróbica de la masa forrajera necesaria para conservarla. Debe ubicarse a una distancia media o proporcional entre el cultivo y el lugar de alimentación, para economizar mano de obra y tiempo en el llenado del silo y en la alimentación de los animales.

Se dispone de tres tipos de silos: verticales o aéreos, horizontales y de bolsa. Los silos verticales tienen altos costos de construcción, llenado y vaciado; las pérdidas superficiales de forraje en éstos son muy reducidas por su mejor compactación, mientras que las pérdidas por líquidos son mayores.

Los silos horizontales tienen bajos costos de construcción y su llenado y vaciado se hace de manera más fácil y económica que en los silos aéreos, y en ellos son menores las pérdidas por líquidos y mayores las pérdidas superficiales que en los aéreos.

Dentro de esta categoría se encuentran los subterráneos (trinchera), que se construyen bajo el nivel del suelo y en los cuales pueden ocurrir pérdidas adicionales por filtración de humedad: en los bunker construidos sobre el nivel del suelo, cuyas paredes y piso pueden ser de concreto o de cualquier material de la región, para disminuir costos de construcción, y en los de montón (sin paredes), se observan las mayores pérdidas superficiales de forraje.

Los silos horizontales deben construirse en sitios de piso firme, incluyendo en sus costos la adquisición de un plástico calibre 7, o superior, para proteger la masa forrajera del contacto con el suelo, el aire y el agua, e impedir la entrada de animales.

En los silos de bolsa las pérdidas son reducidas y facilitan las labores de alimentación; pueden utilizarse bolsas con capacidad de 30 a 35 ó 50 a 60 kilogramos, que ayudan a la manipulación posterior.

Existe una alternativa para las explotaciones pequeñas (minifundio), que no disponen de maquinaria para el proceso, que es el horno forrajero: silo rústico de trinchera que consiste en un hueco cuadrado o rectangular, con paredes de tierra y un canal interior de drenaje que hace posible ensilar materiales sin picarlos. Todas las actividades y procesos que se desarrollan en esta construcción, exceptuando el picado del forraje, son similares a las que se cumplen en los demás silos.

1.1 Fases durante el Proceso de Ensilaje

1.1.1 Fase aeróbica

Una vez hecho el corte, se suspende la fotosíntesis; sin embargo, las células vegetales continúan la respiración hasta cuando se agota el oxígeno o se agotan las reservas de azúcares. Durante la respiración, los azúcares son oxidados hasta agua, dióxido de carbono y calor, por la acción de células vegetales y de microorganismos aeróbicos, originando pérdida de materia seca y disminución de la calidad del forraje. Por esta razón, esta fase debe ser muy corta (pocas horas) para asegurar la máxima calidad del producto.

1.1.2 Fase anaeróbica

Se inicia al agotarse el oxígeno atrapado en la masa forrajera, con el crecimiento inicial de coliformes, los cuales producen ácido acético, alcohol y gas carbónico.

A medida que baja el pH se produce un incremento de microorganismos más eficientes para el proceso (bacterias lácticas), cuya producción de ácido láctico

reduce de manera rápida el pH de la masa forrajera, asegurando el éxito del proceso. En ensilajes bien hechos, el ácido láctico se encuentra en niveles superiores a 6 u 8% de la materia seca (Tabla 3).

La fase anaeróbica continúa hasta cuando el pH de la masa forrajera sea lo suficientemente bajo para inhibir el crecimiento potencial de microorganismos, factor necesario para la estabilización del proceso, el cual se completa entre 10 y 21 días.

Tabla 3. Características determinantes de la calidad de un ensilaje húmedo*.

	Buena calidad	Mala calidad
Químicas		
<i>PH</i>	<4.2	>5.2
<i>Ácido láctico (%MS)</i>	>6.0	<5.2
<i>Ácido acético (%MS)</i>	<2.0	>3.5
<i>Ácido butírico (%MS)</i>	<0.5	>0.8
<i>Nitrógeno amoniacal (%MS)</i>	<1.0	>4.0
Físicas		
<i>Color</i>	Amarillo verdoso	Negro
<i>Olor</i>	Agradable	Pútrido
<i>Apariencia</i>	Ausencia de hongos	Presencia de hongos
<i>Humedad (%)</i>	68 - 72	>78 <65

* Fuente: Adaptado de Argüelles, G. 1982. Conservación de forrajes. Pastos y Forrajes para Colombia. Banco Ganadero (Suplemento) v. 1 no. 4 p. 53-61.

1.1.3 Fase de alimentación o vaciado del silo

Se inicia con la apertura del silo, acción que permite la reexposición del ensilaje al oxígeno. Este proceso puede originar pérdidas considerables de material por el desarrollo aeróbico secundario de microorganismos (hongos, levaduras y bacterias aeróbicas) sobre la superficie del forraje.

Los problemas de estabilidad aeróbica son mayores cuando se presenta contaminación con estiércol, fallas durante el llenado del silo, tasas lentas de vaciado; por tanto, es conveniente construir silos que permitan tasas rápidas de vaciado o remoción y vaciado completo, y limpieza de transportadores y cargadores de ensilaje después de cada alimentación.

1.2 Procedimiento a Seguir para Realizar el Ensilaje con Éxito

1.2.1 Actividades previas al corte

La construcción de silos debe estar de acuerdo con la disponibilidad de forraje en el cultivo y los excedentes de forraje. En construcciones ya existentes, se requiere la limpieza y el mantenimiento de las estructuras, y la revisión del piso para evitar la presencia de maderas, piedras y objetos punzantes. En silos sin piso de concreto conviene preparar el plástico (acorde con las dimensiones del silo) para cubrir el piso y la masa forrajera. La maquinaria para corte, picado y transporte del forraje, debe recibir el mantenimiento necesario, y es indispensable adquirir con anticipación los aditivos necesarios para ejecutar el proceso de ensilaje.

1.2.2 Actividades del proceso de ensilaje

Cosecha o corte de forraje. Se lleva a cabo de conformidad con el área existente en el cultivo o del forraje; puede utilizarse hoz o machete, guadaña a gasolina o cosechadora accionada por tractor. El transporte del material puede ser manual para áreas muy pequeñas o con animales de carga o remolques accionados por tractor para áreas mayores.

Llenado del silo. Se hace sobreponiendo capas de forraje picado, cuya altura puede variar entre 20 y 30 centímetros, y en cada capa se vierten los aditivos preparados, procurando una buena mezcla con el forraje y evitando el exceso de humedad.

Cuando se trabaja con gramíneas de pastoreo o de corte (kikuyo y raigrases) hay que utilizar una fuente de azúcares para garantizar el crecimiento de las bacterias lácticas, siendo la melaza el producto de más fácil adquisición. En general, se recomiendan niveles de 2 a 3% de forraje verde (20 a 30 kilogramos de melaza por tonelada de forraje verde).

También se encuentran disponibles los aditivos biológicos (cultivos de bacterias lácticas que por lo común incluyen azúcares, para facilitar la actividad de

estos microorganismos) y los conservantes (ácidos orgánicos solos o en mezclas) que bajan con rapidez el pH de la masa forrajera y aseguran el crecimiento de los microorganismos lácticos. Estos aditivos se diluyen en agua, de acuerdo con las recomendaciones de las diferentes casas comerciales, para aplicarlos luego a la masa forrajera durante el llenado del silo.

Eliminación del aire de la masa forrajera. Se efectúa mediante la compactación o el apisonamiento de cada capa de forraje para finalizar la respiración celular. En silos pequeños y medianos (4 a 20 toneladas) puede emplearse un tubo de cemento de 24 pulgadas de diámetro, mientras que en silos de gran capacidad (más de 20 toneladas), conviene el uso de maquinaria (tractor o rodillo accionado por tractor). Cada capa debe recibir los pases suficientes de rodillo que garanticen un buen apisonamiento o compactación. Además de esto, la bota de un operario debe apisonar los bordes del silo (forraje localizado a lo largo de las paredes) para lograr la eliminación total del aire.

Picado del forraje. La longitud de la partícula que debe obtenerse al picar los materiales para el ensilaje debe variar entre 0.6 y 2.5 centímetros, con el fin de conseguir una compactación que elimine el aire de la masa forrajera. Partículas muy largas (mayores de 2.5 centímetros de longitud), no posibilitan una buena compactación e incrementan las pérdidas durante el proceso; partículas demasiado pequeñas (menores de 0.6 centímetros de longitud), aunque facilitan la compactación, afectan la fisiología de los preestómagos y reducen la digestibilidad del material.

Velocidad de llenado del silo. Ésta determina la calidad del producto obtenido: llenados rápidos disminuyen el tiempo de exposición del forraje al aire, las pérdidas por respiración y la fase aeróbica del proceso. A mayor velocidad de llenado, es mejor la calidad del producto obtenido. En general, el silo se debe llenar en tres días o un máximo de cinco días.

Tapado del silo. Es indispensable para garantizar el aislamiento de la masa forrajera, protegiéndola del aire y del agua. En silos bunker con paredes de tabla y sin piso en concreto, un plástico debe cubrir el piso, las paredes laterales y la cara superior del forraje.

El calibre del plástico debe ser de 7, o superior, con protección antisolar para evitar la cristalización. Antes de cerrar el silo (tapado con plástico), es preciso exagerar el apisonado o la compactación con numerosos pases de rodillo o tractor, y poner después los pesos necesarios (llantas, tablas, pasto) para que el plástico no se levante.

Destapado del silo. La apertura del silo para la alimentación de animales puede cumplirse entre 23 y 30 días después de sellado; sin embargo, el cierre hermético de un silo conserva la calidad del forraje durante años.

1.3 Pérdidas durante el Proceso

Las pérdidas de forraje pueden ocurrir en el campo o en el silo. Las de campo son poco importantes cuando se utiliza la maquinaria adecuada para la cosecha y varían entre 5 y 10% de forraje verde. El presecado o la deshidratación parcial elevan las pérdidas en campo.

Las pérdidas en el silo se originan por respiración, fermentaciones indeseables, efluentes, putrefacción y durante el proceso de alimentación. Las pérdidas por respiración pueden alcanzar valores de 10 a 15%, pero son mínimas cuando se obtiene una longitud de partícula adecuada, el rápido llenado del silo, la compactación adecuada y el tapado hermético. Las pérdidas debidas a los efluentes dependen de la humedad del forraje: en silos horizontales, estas son escasas cuando la materia seca sobrepasa valores del 30%; mientras que en silos verticales es necesario sobrepasar valores de 35%. En general, las pérdidas por efluentes pueden variar entre 1 y 12%, y son mayores en silos aéreos que en los horizontales.

2. HENOLAJE

Desde el punto de vista técnico, el henolaje es un proceso de conservación con el mismo objetivo e idénticas reacciones que el ensilaje tradicional. Con todo, existen diferencias en la maquinaria utilizada, en algunos pasos del proceso y en el contenido de materia seca del producto resultante, razones por las cuales el henolaje se considera como un ensilaje con presecado.



Figura 3. Sellado de fardos de avena vicia.

2.1 Pasos durante el Proceso de Henolaje

2.1.1 Corte del forraje y aplicación de aditivos

Para el corte del forraje se emplea una cortadora acondicionadora (diferente a la cortadora picadora utilizada en ensilaje tradicional, o cortadora rotativa), máquina que consta de cuchillas, más dos rodillos de caucho enfrentados para facilitar y acelerar el marchitamiento o la deshidratación del forraje al producir una mayor superficie de evaporación, contribuyendo, además, a la compactación posterior del material. El material cortado se deja en el campo para facilitar su deshidratación, debiendo ser volteado a intervalos periódicos de dos a cuatro horas con un rastrillo acondicionador.

2.1.2 Hilerado

Se adelanta cuando el forraje muestra la humedad adecuada para el almacenamiento (60 a 65%), mediante el rastrillo acondicionador. La formación de hileras de forraje tiene como objetivo básico elevar la eficiencia de almacenamiento y rebajar las pérdidas de material en campo.

2.1.3 Enfardado

Es un proceso similar al acondicionamiento o llenado del silo, sólo que aquí el forraje que no ha sido picado se enfarda con enfardadoras de rollo que producen

fardos cilíndricos de 600 a 800 kilogramos de peso. La máquina recoge el forraje de las hileras, empujando el material hacia la cámara principal de la máquina, donde se forma, compacta y amarra el rollo de forraje, el cual se expulsa en el campo. Estas máquinas poseen un implemento adicional que posibilita la aplicación de los aditivos necesarios para el proceso.

2.1.4 Empacado

Los rollos deben empacarse o sellarse en el menor tiempo posible para disminuir los efectos negativos del aire y del agua sobre la masa forrajera.

Esta actividad la hace una máquina que consta de un gancho para elevar el rollo y de una plataforma con movimiento rotativo y giratorio que facilita la cobertura del fardo con el plástico. El plástico utilizado para el proceso es stretch, calibre 0.8, por lo general de color blanco.

El fardo se envuelve o empaca con doble capa de plástico, equivalente a 26 vueltas de la plataforma, con el fin de asegurar el aislamiento y disminuir las pérdidas por la penetración del aire y del agua.

2.2 Almacenamiento de Fardos

Es necesario programar con anterioridad el sitio para almacenar los fardos, procurando escoger un lugar libre de piedras y de trozos de madera que puedan romper el plástico en el momento de la caída, y que no se encharque en épocas de lluvia.

Es necesario exagerar el cuidado de los rollos, ubicarlos en una posición correcta, prevenir y evitar la presencia de animales que puedan dañar el plástico (ratas, hormigas, aves, perros) y revisar de modo permanente el estado del plástico para sellar con cinta adhesiva cualquier agujero que se produzca.

Una vez sellado el fardo, comienzan las fases del proceso de fermentación descritas para el ensilaje, hasta obtener la fermentación láctica. Por tal razón, deben esperarse de tres a cuatro semanas después del sellado para ofrecerlo a los animales.

3. HENIFICACIÓN



Figura 4: Enfardado de avena vicia. Foto: Leonardo Sánchez M.

Mediante este proceso de conservación, cuyo objetivo básico es reducir el contenido de humedad del forraje a un nivel suficientemente bajo que inhiba la actividad celular y la de microorganismos existentes, se obtiene un producto estable y de buena calidad. Estos objetivos se logran cuando la humedad disminuye por debajo de 20%.

Después del corte y mientras las células continúan vivas, hay respiración a expensas de sus principios nutritivos, perdiéndose valor nutritivo. Mientras el agua sea suficiente para procesos enzimáticos, los hongos y bacterias se multiplicarán utilizando los nutrientes del material vegetal. Por ello, la eliminación del agua debe hacerse en el menor tiempo posible.

3.1 Tipos de Secado

3.1.1 Secado natural

Es el método más económico, ya que depende de modo exclusivo de la energía solar, por lo cual es necesario que la siega coincida con los períodos secos. El pasto se corta en las horas de la mañana, con una cosechadora acondicionadora (similar a la empleada durante el henolaje), que lo deje extendido en el campo sin picarlo, volteándolo cada 3 a 4 horas hasta obtener la adecuada humedad de almacenamiento, lo cual se consigue en 1 ó 2 días en climas cálidos y en un mínimo de 3 días en las zonas de clima frío.

3.1.2 Secado con ventilación forzada

Se recomienda para regiones de alta precipitación y pocas horas diarias de sol, en las cuales se dificulta el secado en el campo. Es necesario hacer pasar aire a través del forraje, cuya temperatura puede ser igual o superior a la del ambiente. Se requieren entonces maquinaria y construcciones especiales y combustibles, que incrementan los costos del secado. Se necesita, en esencia, un ventilador para impulsar el aire, una fuente de calor con la cual elevar la temperatura del aire y una construcción que incluye plataforma para depositar el forraje y túneles que comunican el ventilador con la plataforma por donde circula el aire. Si la humedad relativa es alta, es necesario impulsar aire caliente.

3.1.3 Deshidratación artificial

Tiene el mismo objetivo que la henificación, pero en este caso el forraje se somete a una temperatura elevada (120–150°C) durante periodos cortos de tiempo, en instalaciones complejas (deshidratadoras). El forraje seco se mide y puede presentarse como harina, gránulos o pastillas. Como el costo del proceso es muy elevado, sólo se efectúa por parte de empresas dedicadas a este fin, las cuales destinan estos productos a la elaboración de concentrados.

3.2 Almacenamiento del Heno

Una vez obtenida la humedad deseada (inferior a 20%), se procede al almacenamiento del heno de acuerdo con la maquinaria e infraestructura disponible.

En ausencia de maquinaria podrá almacenarse en un cobertizo sin paredes laterales, sobre tamo de cebada o trigo que lo resguarde de la humedad y de los microorganismos del suelo, o en montones comprimidos sobre trípodes, seleccionando lugares secos y protegidos. La disponibilidad de maquinaria permite la confección de fardos o de pacas convencionales (35 x 45 x 90 cm) cuyo peso puede variar entre 15 a 30 kg, o de fardos cilíndricos de 0.6 a 1.8 metros de diámetro y 400 a 800 kilogramos de peso.

3.3 Valor Nutritivo del Heno

Durante el secado ocurren diferentes procesos que originan pérdida de nutrientes: uno de los principales es la oxidación de azúcares durante la respiración celular posterior al corte (la cual finaliza a un contenido de 38 a 40% de humedad), cuando se concentran los constituyentes de la pared celular y se incrementa la ruptura de proteínas por un aumento en la actividad de las enzimas vegetales, pero es necesario acelerar cuanto sea posible el secado.

Otras pérdidas importantes corresponden a las fermentaciones por hongos y bacterias, ya que además de consumir principios nutritivos digestibles, alteran el color y el olor del producto y elevan la temperatura del forraje hasta afectar su digestibilidad y, por tanto, su consumo. La acción de estos microorganismos tiene como causa la lentitud del secado.

La pérdida de hojas durante las diversas operaciones mecánicas también disminuye el valor nutritivo del heno, ya que éstas (de mayor contenido en nutrientes) se secan de manera más rápida que los tallos, pérdidas que se reducen cuando se emplea la cosechadora acondicionadora, o cuando se combina el secamiento parcial en campo con el secado artificial.

En general, las pérdidas de materia seca por almacenamiento bajo cubierta oscilan entre 8 a 16%, las cuales son mayores por el almacenamiento en campo. Si la humedad en el momento de enfardar es superior a

25%, se calienta el producto y proliferan los hongos que alteran su color y olor, reducen el valor nutritivo e incrementan el riesgo de problemas sanitarios.

4. PRODUCCIÓN ANIMAL CON FORRAJES CONSERVADOS

Los ensilajes de cultivos forrajeros tradicionales (maíz y avena) acusan limitaciones nutricionales, en particular deficiencia de proteína, para ser incluidos como único alimento de vacas lecheras; sin embargo, la inclusión en la dieta de otros forrajes o suplementación con alimentos concentrados, eleva de manera importante los niveles productivos y la carga animal de la explotación (Tablas 4, 5 y 6, Figura 6). De manera similar, la inclusión de forrajes y subproductos conservados en la dieta de novillas lecheras o machos lecheros aumenta las ganancias de peso, disminuyendo la edad del primer parto y los costos de alimentación en hembras lecheras y el período necesario para obtener el peso de sacrificio de machos en ceba (Tablas 7 a 9).



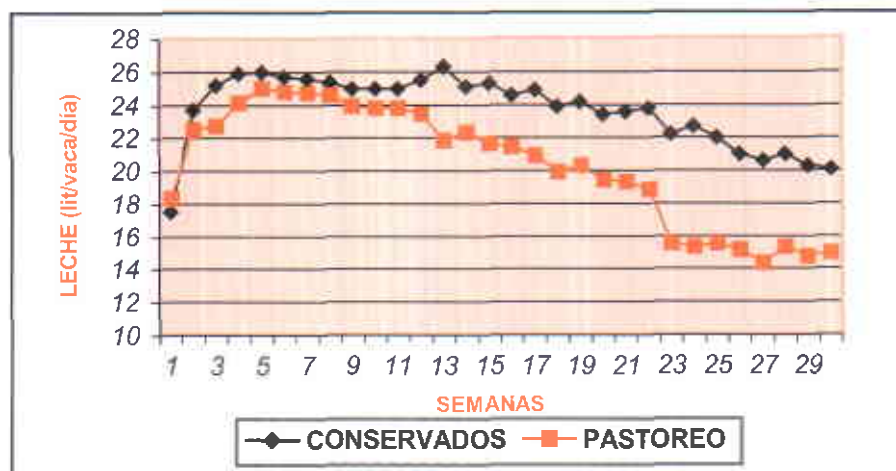
Figura 5: Vacas consumiendo heno de avena vicia. Foto: Leonardo Sánchez M.

Tabla 4. Comportamiento de vacas holstein en confinamiento durante lactancia inicial*

	Consumo		Producción	
	Ensilaje (%Peso)	Suplemento (kg/vaca/día)	Leche (kg/vaca/día)	Grasa (%)
Ensilaje de maíz + concentrado	2.38	5.0	18.2	3.3
Ensilaje de maíz + torta de algodón	2.40	2.95	17.6	3.4
Ensilaje de maíz + urea + torta de algodón	2.49	1.55	16.0	3.4

* Fuente: Díaz, T. 1987. Alimentación de vacas en confinamiento. En: Producción y salud en ganado de leche. Bogotá, ICA, p. 251-279.

Figura 6. Comportamiento productivo de vacas holstein bajo dos sistemas de alimentación.



Conservados: Ensilaje de avena-vicia y heno de kikuyo en confinamiento.

Tabla 5. Comportamiento de vacas holstein en confinamiento durante lactancia inicial (140 días)*

	Consumo		Producción	
	Ensilaje (%Peso)	Suplemento (kg/vaca/día)	Leche (kg/vaca/día)	Grasa (%)
Ensilaje de maíz + torta de algodón	2.46	2.0	22.57	3.29
Ensilaje de maíz + semilla algodón	2.45	4.0	22.43	3.33
Ensilaje de avena vicia + torta de algodón	2.30	2.0	22.42	3.32
Ensilaje de avena vicia + semilla de algodón	2.16	4.0	21.51	3.44

* Fuente: Adaptado de Ortiz, F., 1989. Comportamiento de vacas holstein en 140 días de lactancia alimentadas con ensilaje de maíz y avena con vicia, más suplementos proteicos. Bogotá, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional. 88 p. (Tesis para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista).

Tabla 6. Comportamiento productivo y económico de vacas holstein alimentadas con heno y pastoreo de manawa solos y con concentrado durante el verano*

Alimento	Producción láctea kg/día	Ganancia de peso kg/día
Heno	14.0	0.340
Heno + concentrado	15.1	0.375
Pastoreo	11.8	- 0.178
Pastoreo + concentrado	14.4	0.143

* Fuente: Peña, F., 1978. Comparación de la producción de leche de vacas alimentadas con heno de manawa y pastoreo durante el verano. Bogotá, UNC-PEG. 88 p. (Tesis MSc).

Tabla 7. Comportamiento productivo de novillas holstein en confinamiento bajo diferentes sistemas de alimentación*

Tratamientos	Días	Animales	Consumo		Incrementos de peso (kg MS/animal/día)
			Forraje (kg MS/animal/día)	Suplemento (kg MS/animal/día)	
Ensilaje avena	112	8	8.74	1.5	0.820
Heno avena	112	8	9.18	1.5	0.921
Heno kikuyo	112	8	6.38	1.5	0.676

* Fuente: Sánchez, L.; Forero, O.; Muñoz, R. 1993. Evaluación del heno y el ensilaje de avena vicia determinando degradación ruminal y digestibilidad intestinal, en levante de novillas holstein. Bogotá. Facultad de Zootecnia. Universidad de la Salle. 135 p. (Tesis para optar al título de Zootecnista).

Tabla 8. Evaluación del ensilaje de afrecho de cervecería sobre consumo y productividad de novillas holstein*.

	Consumo (kg MS)		Aumento de peso (kg/an/d)	Eficiencia alimenticia (kg)	Costos de raciones (\$/día)
	Forraje	Suplemento			
Ensilaje de afrecho	5.20	0.89	0.751	7.4	961.75
Concentrado comercial	5.23	0.90	0.703	8.2	1234.75

* Fuente: Forero, A. M.; Jiménez, C. 2000. Evaluación del afrecho de cervecería enriquecido sobre la ganancia de peso de novillas holsten en la Sabana de Bogotá. Bogotá. Facultad de Zootecnia. Universidad de La Salle. 131 p. (Tesis para optar al título de Zootecnista).

Tabla 9. Comportamiento productivo de machos holstein y normando en confinamiento alimentados con ensilaje de avena vicia.

Lugares			Consumo		Incrementos de peso (kg/animal/día)
			Forraje (kg/animal/día)	Suplemento (kg/animal/día)*	
C. I. Tibaitatá	120	8	8.74	1.0	1.023
La Unión (Usme)	94	4	9.18	1.0	1.010
S. Juan Sumapaz	54	4	6.38	1.0	1.014

* Mezcla de harina proteica y harina de arroz (20% y 80%, respectivamente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ARGÜELLES, G. 1982.** Conservación de forrajes. Pastos y Forrajes para Colombia. Banco Ganadero Bogotá (Suplemento). v.1No.4. p.53-61
- **DÍAZ, T. E. 1987.** Alimentación de vacas en confinamiento. En: Producción y salud en ganado de leche. Bogotá, ICA. p. 251-279.
- **FORERO, A. M.; JIMÉNEZ, C. 2000.** Evaluación del afrecho de cervecería enriquecido sobre la ganancia de peso de novillas holstein en la Sabana de Bogotá. Bogotá, Facultad de Zootecnia. Universidad de La Salle. 131 p. (Tesis para optar al título de Zootecnista).
- **ISHLER, V. A.; HEINRICH, A. J.; BUCKMASTER, D. R.; ADAMS, R. S.; GRAVES, R. E. 1996.** Harvesting and utilizing silage. Special Circular. Pennsylvania State University. State College. 32 p.
- **MÉNDEZ, L. 1997.** Costos de alimentación en vacas lecheras en producción. En: Seminario: Manejo Integral de la Alimentación en Ganaderías. Memorias. Bogotá, CICADEP, Noviembre 24-25. p. 93-105.
- **PEÑA, F. 1978.** Comparación de la producción de leche de vacas alimentadas con heno de manawa y pastoreo durante el verano. Bogotá, UNC-PEG. 88 p. (Tesis M. Sc).
- **ORTÍZ, F. 1989.** Comportamiento de vacas holstein en 140 días de lactancia alimentadas con ensilaje de maíz y avena con vicia, más suplementos proteicos. Bogotá. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional. 88 p. (Tesis para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista).
- **SÁNCHEZ, L.** Alternativas de utilización de ensilajes en explotaciones lecheras de trópico alto. Carta Fedegan. Bogotá, Septiembre-Octubre 2000. No. 64. p. 44-51.
- **SÁNCHEZ, L.; DÍAZ, T. 1986.** Ensilaje como método de conservación forrajera. En: Seminario Nacional sobre Producción de Ganado Lechero en Zonas Frías. Pasto, ICA Julio 1986. p. 254-292.
- **SÁNCHEZ, L.; GARCÍA, G.; DE LA TORRE, L. F.** Ensilaje como alternativa sostenible para la producción bovina en las áreas rurales del Distrito Capital. Bogotá, Corpoica. 29 p. (Convenio Dama Corpoica).
- **SÁNCHEZ, L.; FORERO, O.; MUÑOZ, R. 1993.** Evaluación del heno y el ensilaje de avena vicia determinando degradación ruminal y digestibilidad intestinal, en levante de novillas holstein. Facultad de Zootecnia. Universidad de la Salle, 135 p. (Tesis para optar al título de Zootecnista).
- **SÁNCHEZ, L.; LONDOÑO, C. E. 1992.** Ensilaje en la alimentación de rumiantes. En: Especies Forrajeras para Colombia. Bogotá, ICA. p.164.
- **WEISS, B. 1996.** When to consider silage additives. Tri-State Dairy Nutrition Conference. Ohio State University. Department of Animal Science. 27 p.