CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS PARA PEQUEÑOS RUMIANTES.

Dr. Ricardo D. Améndola Massiotti.

Programa de Posgrado en Producción Animal
Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo.

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS PARA PEQUEÑOS RUMIANTES

Dr. Ricardo D. Améndola Massiotti
Programa de Posgrado en Producción Animal
Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo

Contenido

Introducción 2
Conservación de forrajes 3
Métodos de conservación 4
Cambios que ocurren durante el ensilaje 7
El proceso de ensilaje 9
Uso de ensilados en la alimentación de ovinos 11
Especies forrajeras de clima templado para ensilar 13
Maíz 13
Cereales pequeños 14
Alfalfa 18
Literatura citada 20

Introducción

El bajo costo de los nutrientes es el aspecto principal que genera perspectivas para la intensificación sostenible de los recursos forrajeros, en particular desde octubre de 2006 cuando comenzó la inestabilidad en el precio internacional de los granos (Améndola *et al*., 2013). Al considerar el costo de los alimentos en los términos en que se deben comparar, vale decir en el costo por nutriente (kg proteína o Mcal Energía), resulta por demás conveniente la alimentación con una buena proporción de forrajes, particularmente si estos son producidos en el propio rancho (Cuadro 1).

Cuadro 1. Costos comerciales de nutrientes con diferentes alimentos. Adaptado de Améndola *et al*. (2013)

	$/kg fresco	% MS£	$/kg MS	Mcal EM/ kg MS	% PC	$/Mcal EM	$/kg PC
Alfalfa fresca	$0.31	22%	$1.43	2.35	25%	$0.61	$5.71
Heno de alfalfa	$2.30	80%	$2.87	2.16	22%	$1.33	$13.16
Heno de avena	$1.82	80%	$2.27	1.83	9%	$1.24	$24.44
Ensilado de maíz	$0.53	32%	$1.66	2.33	9%	$0.71	$18.82
Concentrado lechero	$5.95	90%	$6.61	3.16	18%	$2.09	$36.73
Praderas de Pastoreo	$0.14	22%	$0.66	2.50	25%	$0.26	$2.62

La producción y utilización de forrajes debe generalmente responder a las necesidades de los sistemas de producción existentes; pero en muchos casos, las innovaciones en producción y utilización de forrajes redefinen esos sistemas y son la base de los aumentos en eficiencia que les confieren sustentabilidad. Para la producción animal intensiva que se base en forrajes, la solución de la variación estacional en la disponibilidad de forraje es un elemento clave, lo cual implica solucionar las deficiencias causadas por las bajas temperaturas y la pobre disponibilidad de humedad que se produce en algunos momentos del año.

Conservación de forrajes

Ante ese desequilibrio en el suministro de forraje muchos sistemas con mayor tendencia a la intensificación hacen uso de alimentación suplementaria con concentrado y forraje conservado. Tal es el caso del uso de ensilado de maíz en los sistemas de producción lechera, donde los seis estados con mayor producción de leche Jalisco, Chihuahua,

Aguascalientes, México, Durango y Coahuila, concentran el 80 % de la producción de maíz forrajero de temporal y riego.

Sin embargo, la baja eficiencia biológica de los sistemas de cría en los que hay que dar mantenimiento a la madre todo el año (esté o no gestando o lactando) y luego deba pasarse de alimento a leche (con pérdida de eficiencia) y de leche a peso vivo (con una segunda pérdida de eficiencia) torna imposible la suplementación con concentrado (Améndola, 2007), y por tanto se hace más importante la conservación de forraje.

La tendencia la intensificación y por tanto mayor uso de forraje conservado es muy generalizada, y está desde fines del siglo pasado ocurriendo en países tradicionalmente pastoriles como Nueva Zelanda (Kolver *et al*., 2001), Irlanda (O'Sullivan *et al*. (2002) y Argentina (Bragachini *et al*., 2015); en el caso de este último país esta evolución ha llevado en los últimos años a un incremento anual de 17% en el área sembrada con maíz forrajero (Figura 1), la misma tendencia se observa en la evolución de forraje conservado en Gran Bretaña que se presenta en la Figura 3. Una evolución similar reportan Améndola *et al*. (2013) en el caso de México, ya que entre 2002 y 2011 el área de maíz forrajero aumentó a una tasa anual de 6%, aunque en este caso en términos relativos ello ha implicado desplazamiento del área sembrada con sorgo forrajero que aumentó únicamente 0.5% anual.

Métodos de conservación

Los métodos disponibles para la conservación de forraje son esencialmente tres: ensilaje, henificación y henolaje, el primero consiste en la fermentación por bacterias acidolácticas (BAL) en condiciones anaeróbicas, el segundo se basa en la deshidratación del forraje y por último el henolaje consiste en marchitar el forraje hasta un contenido de humedad de aproximadamente 50%, formar rollos de alta densidad y embolsarlo sellando al

vacío (Bruno *et al*., 1997). Una descripción gráfica de estos métodos se presenta en la Figura 2.

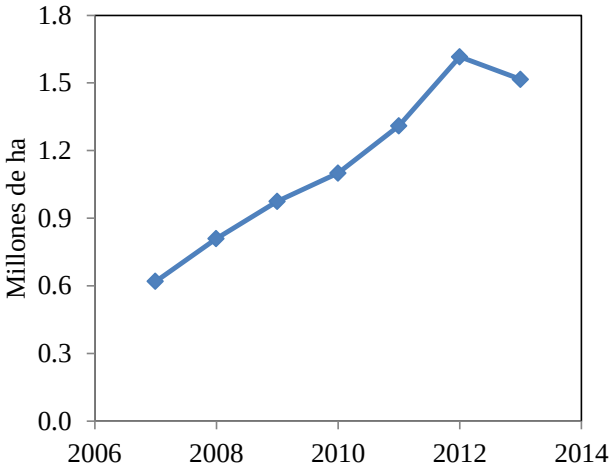

Figura 1. Evolución del área sembrada con maíz forrajero En Argentina. Adaptado de (Bragachini *et al*., 2015)

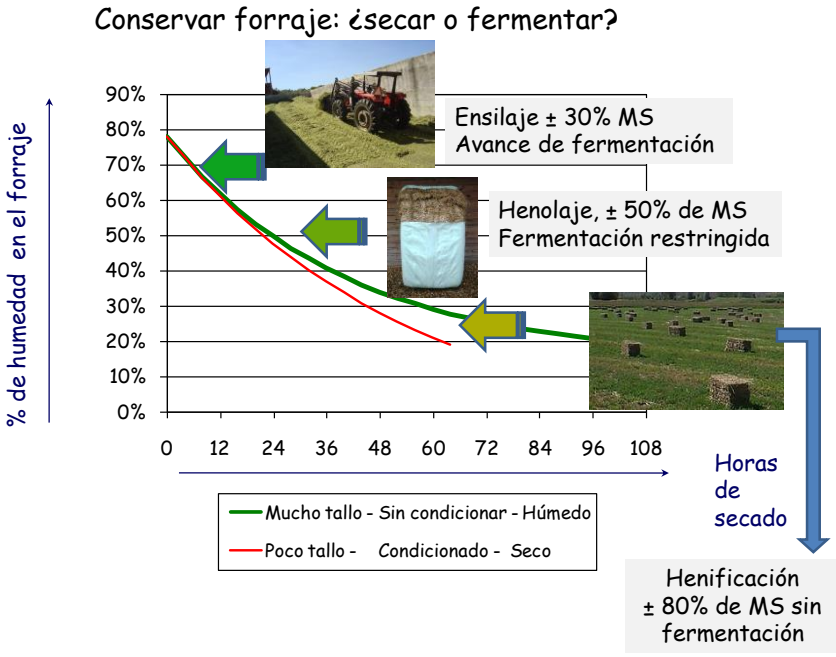

Figura 2. Comparación de las horas de campo requeridas para secar forraje en función de los métodos de conservación.

Améndola (2013) indica que el método a utilizar ya sea ensilar o henificar (el henolaje requiere inversiones fuertes en equipo) depende de qué se vaya a hacer con el forraje conservado. Si se va a vender forraje conservado, el transporte de heno es más sencillo y es económico porque con heno por cada tonelada de alimento se transportarán 200 litros de agua, mientras que con ensilado serán 650 a 700 litros. Pero si el forraje se va a usar en el propio rancho es más recomendable ensilar. Como se aprecia en la Figura 2 el tiempo de exposición al medio ambiente en el campo es mucho mayor en la henificación, y eso hace que aumente el riesgo de pérdidas parciales o totales debido a la lluvia. El ensilaje ha ganado en importancia porque contribuye a evitar las pérdidas de campo que ocurren con la henificación debido a causas climáticas, esencialmente lluvias y alta humedad relativa. Por esta razón, en la medida que se han desarrollado mejores tecnologías para el ensilaje, éste método ha ido desplazando a la henificación (Figura 3).

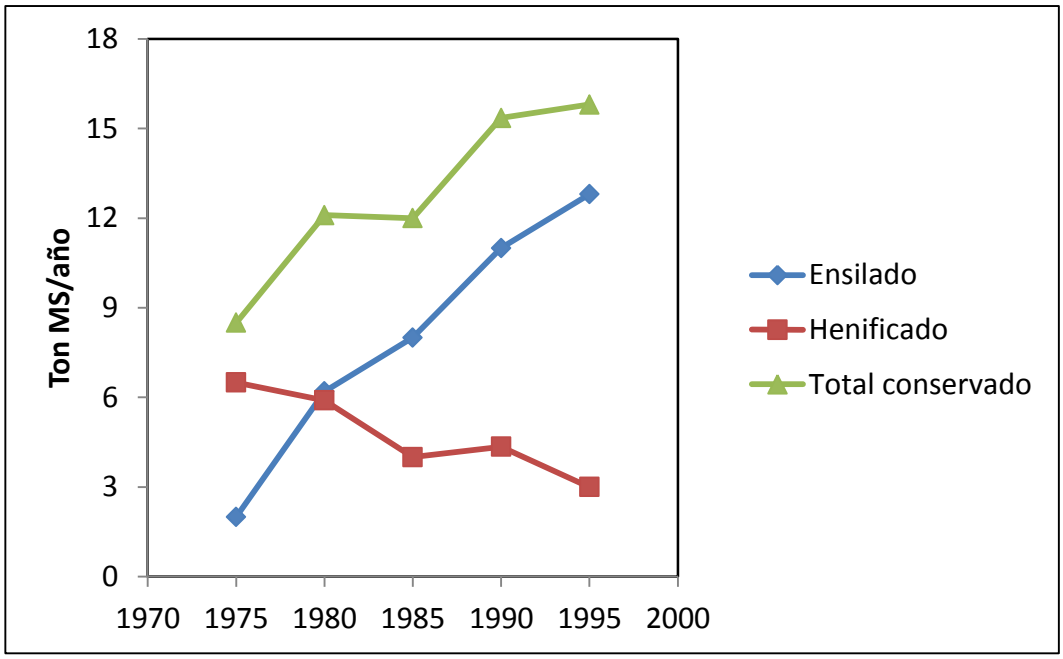

Figura 3. Evolución de las cantidades de forraje conservado en Gran Bretaña a fines del Siglo XX. Fuente Merry *et al*. (2000).

Cambios que ocurren durante el ensilaje

A través del ensilaje se conserva forraje por medio de fermentaciones que aumentan la acidez hasta un nivel que inhibe toda actividad enzimática y microbiológica posterior. El proceso de ensilar se conoce como **ensilaje**, el producto obtenido se denomina **ensilado**, en tanto que se llama **silo** a la instalación utilizada para conservar el forraje.

En los casos que se hayan logrado las condiciones adecuadas, durante el proceso de ensilaje ocurren los siguientes cambios (Figura 4). Una vez cortado el forraje sigue vivo y por tanto continúa respirando, a lo cual se suma la respiración de microflora presente en el forraje. Dado que el forraje ha sido compactado y sellado de modo que el aire disponible es escaso, esos procesos respiratorios agotan el oxígeno, generándose entonces un ambiente anaeróbico. En ese ambiente anaeróbico comienzan a actuar las Bacterias Acido Lácticas (BAL) que convierten los carbohidratos no estructurales del forraje en ácido láctico. Debido a esta generación de ácido láctico, ocurre un rápido descenso de pH (se acidifica el ambiente dentro del silo), lo cual detiene toda actividad microbiológica, y se estabiliza el ensilado.

Schroeder (2004) indica que para obtener un ensilaje de calidad el principal ácido que se produzca en la fermentación debe ser el ácido láctico, debido a que es el ácido de fermentación más eficiente, que provocará la más rápida caída del pH en el ensilado. Cuanto más rápido se complete el proceso de fermentación, se conservará una mayor cantidad de nutrientes en el ensilado. De acuerdo con este autor las siguientes seis fases describen lo que ocurre durante el ensilaje, almacenamiento y alimentación con forrajes fermentados (Cuadro 2).

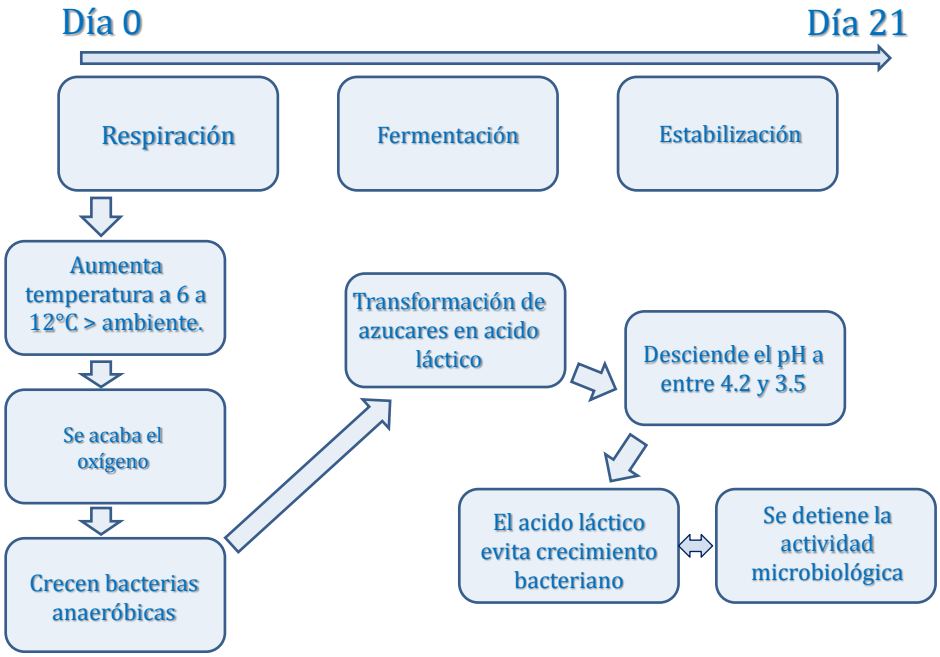

Figura 4. Procesos que ocurren durante el ensilaje. Adaptado de Universidad de Córdoba, (s/f).

Cuadro 2. Seis fases de la fermentación del ensilado y su almacenamiento. Fuente Schroeder (2004).

Tiempo del ensilaje (d)	Fase I 0 - 2	Fase II 2 - 3	Fase III 3 - 4	Fase IV 4 - 21	Fase V >21	Fase VI
Actividad	Respiración, producción de CO2, calor y agua	Producción de ácidos acético y láctico, y etanol	Formación de ácido láctico	Formación de ácido láctico	Almacenamiento	Alimentación. Deterioro aeróbico por exposición al aire
Cambio de temperatura*	16 a 33°C (o mayor)	33 a 29	29	29	29	29 o mayor
Cambio de pH	6.5-6.0	6.0-5.0	5.0-4.0	4.0	4.0	4.0-7.0
Organismos		Bacterias ácido-lacticas y ácido acéticas	Bacterias ácido-lacticas	Bacterias ácido-lacticas		Mohos y levaduras

*Depende de la temperatura ambiental.

El proceso de ensilaje

Un adecuado proceso de ensilaje requiere prestar atención a aspectos como la elección del forraje en función de características para ensilar, su grado de madurez y su contenido de humedad, el tipo de silo, el método de cosecha, la velocidad de cosecha del forraje, el tamaño de partícula, la distribución del forraje dentro del silo, el proceso de compactación, el sellado adecuado, la precaución para evitar daños a material de sellado y el correcto manejo en el proceso de alimentación. Con ello se garantizará una fermentación eficiente, que genere un ensilado más digestible y palatable, con el que se logran niveles óptimos de consumo que a su vez se traducen en mejor desempeño productivo (Schroeder, 2004). A continuación se presentan los criterios básicos del ensilaje reseñados por Améndola (2013).

1. Se debe evitar la contaminación del forraje con suelo. Esta contaminación es factor fundamental de la presencia de clostridios; estos microorganismos ya sean del tipo sacarolítico o proteolítico tienen efectos muy negativos sobre la evolución del ensilado. Asimismo, esa contaminación también se asocia con la presencia de listeria.

2. El forraje deberá ser picado en trozos no mayores a 2 cm para facilitar la compactación y reducir la cantidad de aire retenido en el forraje. El ensilado picado con tamaños de partícula menores a 1 cm no es adecuado como componente de dietas con altos niveles de concentrado porque puede contribuir a la ocurrencia de acidosis.

3. González (2012) sintetizó algunos aspectos del uso de aditivos compuestos de enzimas y bacterias acido – lácticas. Si bien su empleo no es imprescindible en forrajes con buenas características fermentativas como el maíz, conduce a ensilados más uniformes y según Wilkinson y Davies (2013) con mayor estabilidad aeróbica; por otra parte su costo (del

orden de $5.00 por tonelada de ensilado) es bajo con relación a los demás costos involucrados en el ensilaje.

4. El éxito del ensilaje depende de la generación de condiciones de anaerobiosis por medio de la correcta compactación del forraje, para lo cual se debe establecer como meta una densidad de 700 kg/m3 o en su defecto una densidad nunca menor a 600 kg/m3. Para lograr estas densidades en silos horizontales, se debe distribuir el forraje uniformemente dentro del silo en capas de un espesor no mayor a 10 cm y compactar con tractores con palas niveladoras o trascabos. Las ruedas deben repasar el borde interno de la huella dejada en el pasaje previo, para así asegurar una compactación homogénea evitando que se formen "bolsas" de aire. En las condiciones regulares de cosecha se considera necesario contar con dos tractores que realicen la compactación en trayectos perpendiculares. La velocidad de cosecha debe coordinarse con el peso de los tractores compactadores para lograr la densidad óptima de ensilado (Wilkinson y Davies, 2013).

5. Una vez que se ha llenado y compactado el silo, es de fundamental importancia sellarlo adecuadamente. Para ello se recomienda emplear film de polietileno de 100 a 150 micras (calibre 6) de preferencia con protección contra radiación ultravioleta. Para asegurar un correcto sellado no es preciso que la cubierta de polietileno sea de una sola pieza, siempre y cuando se asegure una buena solapa entre las piezas. Es importante lograr una adecuada tensión del plástico evitando bolsas de aire y luego cubrirlo con peso (de preferencia con llantas viejas) para evitar que el viento dañe el sellado.

6. El llenado y sellado del silo se deben realizar en el tiempo más breve posible, y en caso de que se deba suspender las labores de llenado, deberá taparse el silo hasta el día siguiente.

7. Una vez abierto el silo para alimentar los animales, el área de ataque del silo debe ser lo más reducida posible para que la superficie expuesta al aire sea pequeña. Esta operación debe ser lo más rápida posible con el fin de reducir al mínimo el deterioro aeróbico. Al respecto Wilkinson y Davies (2013) indican que cuando el ensilado está expuesto al aire en la apertura del silo, o después de su retiro del silo, los ácidos de la fermentación y otros sustratos son oxidados por bacterias aerobias, levaduras y mohos. La estabilidad aeróbica del ensilado es un factor clave para asegurar que provee nutrientes bien conservados al animal, con cantidades mínimas de esporas de moho y toxinas. Siete días parecen ser un objetivo de estabilidad aeróbica potencial del ensilado, incluyendo el tiempo en el proceso de alimentación. Para lograr este objetivo, se debe alcanzar una velocidad de retiro de ensilado, que iguale o exceda la profundidad de la penetración de aire en el silo.

Uso de ensilados en la alimentación de ovinos

Améndola (2013) presentó un resumen sobre el uso de ensilados en la alimentación de ovinos, a continuación se incluyen los conceptos manejados en esa publicación. En los últimos años se han roto algunos mitos respecto a los forrajes ensilados, ya que pueden ser una buena fuente de forraje para ovinos. Si bien la listeriosis es una preocupación cuando se alimenta con ensilados, su incidencia está asociada con el consumo de ensilado en mal estado con pH alto entre 5.6 y 9.6, mal prensado o demasiado húmedo (Perea *et al*., 2009). Bell (1997) recomienda no suministrar la capa superior del ensilado ni ensilado con moho u otro tipo de daño, introducir el ensilado gradualmente en la dieta, no comenzar a suministrar ensilado a todo el rebaño simultáneamente y proveer agua limpia y abundante.

Los forrajes ensilados son una buena fuente de energía pero sus contenidos de proteína y calcio son bajos, de modo que cuando constituye una proporción importante del forraje,

debe suplementarse con proteína, macro y micro minerales y vitaminas D y E. Se pueden suministrar a razón de 3 a 4% del peso vivo a borregas adultas para mantenimiento, en tanto que como fuente principal de forraje durante el primer mes de lactación, se debería suministrar a razón de hasta 4 kg por borrega.

Pero no solamente en la alimentación de borregas de cría se ha estado utilizando el ensilado; el incremento en costo de los granos ha causado aumento en el interés por utilizar ensilado en la alimentación de corderos en engorda. Beukes (2013) alimentó corderos Merino con ensilado de maíz de buena calidad y encontró que la inclusión óptima estuvo entre 20 y 50% de la dieta, con el mayor consumo con el porcentaje menor y la mejor conversión con el mayor porcentaje. Por su parte Venkateswarlu *et al*. (2013) reportan que en la alimentación de corderos la mezcla de ensilado de maíz con concentrado (0.5 % del peso vivo) o con heno de alfalfa (25% del consumo) rindió mejores resultados que una dieta de puro ensilado. En Australia también ha crecido el interés por el empleo de ensilado (en este caso de praderas mixtas de gramíneas y leguminosas) en la alimentación de corderos de engorda (Stanley, 2003). De acuerdo a Bell (1997) la base para decidir el uso de ensilado de maíz en la dieta de corderos de engorda es el análisis económico en el que se le compare con otros alimentos; si se decide utilizarlo, debe tratarse de ensilado de alta calidad con alta proporción de mazorca, picado uniformemente y se le debe complementar con suplementación proteica. El ensilado debe introducirse paulatinamente y suministrarse dos o tres veces al día para aumentar el consumo. Para garantizar acceso uniforme de todos los animales al alimento, es necesario utilizar 30 cm lineales de comedero por animal.

Especies forrajeras de clima templado para ensilar

En la elección de los forrajes que se escogerán para ensilar se deben tomar en cuenta diversas características, a continuación se describen algunos de los forrajes que pueden utilizarse para ensilar en condiciones templadas de la República Mexicana.

Maíz

El maíz reúne las características ideales como cultivo para producir forraje para ensilar, de ahí que el área sembrada con maíz forrajero aumente constantemente. Sus características de rendimiento y composición se sintetizan de acuerdo a Améndola *et al*. (2005) en el Cuadro 3. En lo que sigue se indicarán algunas normas básicas para el ensilaje de maíz.

Momento de cosecha

Uno de los elementos importantes para la cosecha de maíz forrajero para ensilar es el momento de cosecha con respecto a la madurez del cultivo. En el centro de México desde que se comenzó el cultivo de maíz para ensilar se acostumbró la cosecha en estado lechoso del grano. Ese punto de cosecha con un contenido de materia seca (MS) de aproximadamente 23 a 25%, conduce a menor calidad del producto final y menor palatabilidad frente a maíz cosechado con contenidos de MS entre 30 y 32%. En general se coincide con que el momento óptimo de cosecha es a ⅓ de línea de leche; sin embargo, el criterio más indicado para silos de trinchera o pastel es la cosecha con contenidos de MS entre 30 y 32%.

Cuadro 3. Rendimiento y composición de maíz forrajero en experimentos presentados en las memorias de las reuniones anuales de investigación en producción animal entre 1996 y 2003.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	n

Rendimiento bajo* (t MS ha^{-1})	9,6	20,6	16,0	1,8	12
Rendimiento medio* (t MS ha^{-1})	11,6	25,2	18,7	2,0	13
Rendimiento alto* (t DM ha^{-1})	18,6	34,1	24,2	2,1	16
Mazorca % de MS	33,0	47,0	42,4	2.,7	6
Fibra detergente neutra (FDN, % de MS)	37,2	51,9	45,3	2,4	10
Fibra detergente ácida (FDA, % de MS)	23,0	28,0	25,4	0,5	12
Proteína cruda (PC, % de MS)	6,1	9,0	7,8	0,6	4
Digestibilidad in vitro (% de MS)	59,0	81,8	72,4	1,7	17
Energía neta para la lactancia (Mcal kg^{-1} MS)	1,20	1,68	1,53	0,05	12

*Clases de rendimiento asignadas por los autores dentro de los reportes individuales.
Fuente: Améndola *et al*. 2005

Cereales pequeños

El empleo de ensilado de planta entera de cereales pequeños como la avena (*Avena sativa*), el triticale (×*Triticosecale rimpaui*), la cebada (*Hordeum vulgare*), el centeno (*Secale cereale*) y el trigo (*Triticum aestivum*) es una opción para condiciones del territorio mexicano bajo las cuales tengan ventaja frente al cultivo de maíz. Este grupo de forrajes se usa ampliamente bajo condiciones de riego como forrajes de invierno con maíz en verano y alfalfa como pradera. También son muy utilizados como cultivos de temporal en verano en las regiones en que la precipitación es muy baja (300-400 mm o menos) y el temporal muy errático como para que el resultado del cultivo de maíz sea demasiado incierto, por riesgos de sequía o daño por helada; los cereales de grano pequeño tienen la ventaja de ciclos de crecimiento más cortos, por ejemplo entre 64 y 100 días para diferentes cultivares de avena (Ochoa *et al*., 2002). La mayoría de variedades de avena se pueden cosechar a los 70 días después de la siembra, con aproximadamente 50 % de floración con alturas ligeramente superiores al metro y rendimientos de forraje fresco de unas 20 toneladas.

Producción de forraje

Améndola *et al*. (2005) presentan un resumen de la información nacional sobre cereales pequeños. El área sembrada con forrajes de temporal es cercana al millón de hectáreas de las cuales aproximadamente el 50% son de avena, 26 % maíz, 11% sorgo y el 10 % restante otras especies. Por lo tanto, entre los cereales pequeños usados para la producción e forraje, la especie más utilizada es avena, en segundo lugar triticale, en casos de ciclos muy cortos se emplea cebada (su ciclo de crecimiento es por lo menos 10 días más corto que el de las avenas más precoces), más aún con el advenimiento de las cebadas capuchonas; por último el área sembrada con trigo o centeno para uso forrajero es menor a 3,000 ha (Améndola *et al*., 2005). En el Cuadro 4 se presenta un resumen de resultados experimentales; estos datos deben tomarse con precaución ya que la mayoría de resultados se ha obtenido en condiciones de ciclos invernales bajo riego. Los rendimientos de cebada son por lo regular menores a los de avena, lo cual se debe a su ciclo de crecimiento más corto. Los datos en el Cuadro 4 no reflejan claramente el hecho de que cuando se les compara en un mismo experimento, por lo regular los rendimientos de triticale, centeno y trigo superan a los de avena. Adicionalmente, tanto centeno como triticale se adaptan a condiciones de suelos más pobres y climas más extremos que avena.

Los resultados experimentales obtenidos en condiciones de temporal durante ciclos de verano son escasos, es importante considerar este hecho porque en estos casos las condiciones locales pueden jugar un papel muy importante y las problemáticas pueden ser muy diferentes a las de ciclo de invierno bajo riego; por ejemplo en ciclos de verano la resistencia a enfermedades, en particular las fungosas pueden ser un atributo fundamental (Salmerón, 2002), y en ese caso puede ser de particular interés la avena Saia que no es A.

sativa sino A. strigosa, cuyo aspecto quizá no es el más atractivo pero es excelente productora de forraje y completamente resistente a la roya.

Cuadro 4. Rendimiento de forraje con cereales pequeños reportados en experimentos realizados en México. Adaptado de Améndola *et al*. (2005).

	Rendimentos			
Especie	Mínimo	Máximo	Medio	N° de reportes
Avena	4.5	15.3	9.7	10
Triticale	3.1	17.5	9.7	11
Cebada	2.6	10	6.5	6
Trigo	9	13.7	10.9	4
Centeno	8.3	14.9	10.7	3
Cereales de temporal	4.4	10	8.7	5

Cosecha

El rendimiento aumenta al retrasar un poco la cosecha, sin embargo también lo hace el contenido de fibra, por lo que se reduce el contenido de energía así como también el de proteína. La calidad del ensilado depende en gran medida del momento de cosecha (Cuadro 5). Además de lo anterior, la decisión del momento de cosecha para ensilar también depende de las condiciones para la fermentación. En ese sentido las recomendaciones varían entre cosechar entre los momentos de espigazón temprana y grano lechoso, ya que luego del grano lechoso se dificulta la buena fermentación debido a los tallos huecos de estos cereales; para silos horizontales el mayor contenido de humedad que se obtiene con la espigazón temprana favorece la compactación, pero aumenta las pérdidas por efluentes y reduce el consumo que de ese ensilado hacen los animales.

Cuadro 5. Contenidos nutricionales del ensilado de avena en función de la maduración al momento de la cosecha expresada a través del contenido de materia seca. Adaptado de FEDNA (2004)

Materia seca	Cenizas	Proteína Cruda	Fibra Detergente Neutro	Fibra Detergente Ácido	Lignina	Energía Metabolizable MCal/kg MS[3]
<20	12,4	13,05	56,45	34,80	4,8	2,07
20-25	10,58	9,85	60,34	38,07	4,9	2,10
25-30	9,82	9,27	59,56	35,88	5,1	2,13
30-35	9,41	9,41	57,66	35,06	5,5	2,17
>35	9,30	9,67	58,92	35,39	5,6	2,15

Sin embargo FEDNA (2004) recomienda que el ensilaje debe realizarse cuando el grano se encuentra entre el estadio lechoso y pastoso con unas pérdidas de MS que se situarán alrededor del 10%. La aptitud para ensilar de los cereales inmaduros es buena debido al contenido elevado de carbohidratos para ser transformados en ácido láctico, bajo poder tampón y elevado contenido en materia seca al ensilar. Los ensilados de cereales inmaduros deben poseer un pH cercano a 4, su contenido en nitrógeno amoniacal debe ser inferior al 10% del nitrógeno total y el de nitrógeno soluble por debajo del 50% del nitrógeno total. Desde el punto de vista nutritivo, estos ensilados constituyen un alimento de un valor energético menor al del ensilado de maíz, pero sus contenidos de PC y minerales son mayores (aunque siguen siendo bajos).

El contenido de humedad o su complemento, el contenido de materia seca (MS), del forraje al momento de ensilar es una variable importante; si el forraje está muy húmedo se corren riesgos de mala evolución del proceso de fermentación, incluyendo la posibilidad de putrefacción con pérdida total; con alta humedad aumentan las pérdidas por efluentes que contienen los mejores nutrientes del forraje, y se reduce el consumo que hacen los animales

de ese ensilado. En contraparte, si el forraje está demasiado seco, se dificulta la compactación y por ende aumentan los riesgos de pérdidas entre otras causas por ataques de hongos.

Alfalfa

La alfalfa no produce un forraje muy adecuado para ensilar, no obstante muchos productores se encuentran con excedentes forrajeros de alfalfa que quisieran ensilar. Sus características de rendimiento y composición se resumen en el Cuadro 6. Améndola *et al* (2005) reseñan que la mayoría de la alfalfa es usada para corte y acarreo o para heno, la proporción de alfalfa manejada como heno ha permanecido en 26 %, importante en los dos estados norteños de Chihuahua y Sonora. El contenido promedio de MS del forraje de alfalfa en experimentos es de 21,9 ± 0,6 %, mientras que en promedio es 83% de MS en heno de alfalfa. Con base en esta información y en estadísticas de SIACON (2013) se estima que los rendimientos comerciales de alfalfa son de aproximadamente 15,8 toneladas de MS anuales por ha.

Cuadro 6. Rendimientos de alfalfa en experimentos presentados en las actas de las reuniones anuales de investigación en producción animal entre 1996 y 2003.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	n
Rendimiento bajo* (t MS ha^{-1})	6,0	14,5	10,8	1,7	5
Rendimiento medio* (t MS ha^{-1})	20,0	29,8	24,9	0,9	12
Rendimiento alto* (t MS ha^{-1})	33,0	35,8	33,7	2,1	4

* Clases de rendimiento asignadas por los autores dentro de los informes individuales.

El ensilaje de forraje de alfalfa es difícil por su alto contenido de ácidos, sales, proteínas, minerales y bajo contenido de carbohidratos solubles, propiedades que le confieren una alta capacidad buffer (Zehra y Unal, 2011). Para mejorar las características del ensilado

de este tipo de forrajes, se ha empleado el corte de forraje en la tarde, el marchitamiento previo y la adición de inoculantes bacterianos y enzimas fibrolíticas (Hashemzadh-Cigari *et al*., 2011).

Con la cosecha de alfalfa en la tarde se incrementa la concentración de carbohidratos no estructurales y el contenido de materia seca (MS) (Owens *et al*., 2002); así, en la fermentación se produce un rápido descenso del pH que minimiza la degradación de proteína (Guo *et al*., 2006). El marchitamiento previo del forraje de alfalfa hasta 30 a 40% de MS, favorece la competitividad de las bacterias ácido-lácticas (BAL) y reduce pérdidas vía efluentes (Muck, 2010), pero niveles de MS mayores a 40% dificultan la compactación y el desarrollo de las BAL se restringe. Los inoculantes bacterianos, con BAL homofermentativas como Lactobacillus spp. o Streptococcus spp., se usan para estimular la fermentación ácida en forrajes que son difíciles de ensilar (Knežević *et al*., 2011); en algunos casos se les combina con enzimas fibrolíticas que degradan los carbohidratos estructurales, haciéndolos disponible para las BAL y por tanto, aumentando la tasa de producción de ácido láctico (Kozelov *et al*., 2008).

Literatura citada

Améndola MRD. 2007. Manejo y rentabilidad de ovinos en praderas templadas. La Revista del Borrego N°45.

Améndola M. R. D. 2013. Alternativas para la conservación de forraje. Revista del borrego N° 83.

Améndola R, Castillo E, Martínez PA. 2005. Country Pasture/Forage Resource Profiles. Mexico. [En línea]. Disponible en http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/mexico/Mexico.htm.

Améndola Massiotti R., P. Meda Alducin, P. Topete Pelayo. 2013. Recursos forrajeros en México y sus perspectivas para la intensificación. Memorias AMPA 2013, Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Pp. 187-196.

Bell B. 1997. Feeding Sheep Corn Silage. Goverrnment of Ontario Ministry of Agriculture Food & Rural Affairs. disponible en http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/sheep/facts/shepcorn.htm

Beukes J. A. 2013. Maize silage based diets for feedlot finishing of Merino lambs. M Sc. Thesis. Stellenbosch University., South Africa. Disponible en http://scholar.sun.ac.za. Consultada el 23/06/13.

Bragachini M., F. Sánchez, G. Urrets Zavalía, J. Giordano, J. Peire. 2015. Tecnología de picado para ensilado de cultivo de maíz. INTA Buenos Aires. 4 pp. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/tecnologia-de-picado-para-ensilado-de-cultivo-de-maiz.

Bruno O. A., L. A. Romero y E. Ustarroz. 1997. Forrajes conservados. En: Invernada bovina en zonas mixtas. INTA, Centro Regional Córdoba, EEA Marcos Juárez. Agro 2 de Córdoba. Capítulo III: 58-92.

FEDNA.2004. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Ensilado de Avena Disponible en: http://www.etsia.upm.es/fedna/forrajes/avenasilo.htm.

Gonzalez O., R. 2012. Ensilaje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y ovillo (*Dactylis glomerata* L.) en contenedores de 200 litros durante la época de lluvias. Tesis de Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 42p

Guo, X., H. Zhou, Z. Yu, and Y. Zang. 2006. Changes in the distribution of nitrogen and plant enzymatic activity during ensilage of Lucerne treated with different additives. Grass and Forage Science 62: 35-43.

Hashemzadeh-Cigari, F., M. Khorvash, G. R. Ghorbani, and A. Taghizadeh. 2011. The effect of wilting, molasses and inoculants on the fermentation quality and nutritive value of lucerne silage. South African Journal of Animal Science 41:388-378.

Knežević, J., M. Milenković, B. Milošević, D. Beković, M. Aksić, and B. Jašović. 2011. Suitability of alfalfa and orchardgrass for ensilage. Biotechnology in Animal Husbandry 27: 1315-1320.

Kolver E.S., J.R. Roche, D. Miller, And R. Densley. 2001. Maize silage for dairy cows. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 63: 195-201.

Kozelov, K. L., F. Iliev, N. A. Hristov, S. Zaman, and A. T. McAllister. 2008. Effect of fibrolytic enzymes and an inoculant on *in vitro* degradability and gas production of low-dry matter alfalfa silage. Journal of the Science of Food and Agriculture. 88: 2568-2575.

Merry RJ, Jones R, Theoddorou MK. 2000. The conservation of grass. En: A. Hopkins (Ed). Grass its production and utilization BGS-Blackell Science. Londres pp: 196-228

Merry RJ, Jones R, Theoddorou MK. 2000. The conservation of grass. En: A. Hopkins (Ed). Grass its production and utilization BGS-Blackell Science. Londres pp: 196-228

Muck, R.E. 2010. Influencia de los factores de manejo sobre la calidad de los ensilados *In:* Memorias del Simposio Lechero Internacional Forrajes: calidad preservación y uso óptimo. Expo Leche San Marcos 2010(comp.), Aguascalientes 21,22 y 23 de abril de 2010. pp: 1-11.

O'Sullivan A., K. O'Sullivan, K. Galvin, A. P. Moloney, D. J. Troy, and J. P. Kerry. 2002. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality.. Journal of animal science 80:1556-1563. doi:/2002.8061556x

Ochoa MR., Reyes ML., Robles EFJ. and Padilla RJS. 2002. Cultivos alternativos para el altiplano semiárido de México. Agricultura Técnica en México. 28: 125-135.

Owens, V. N., K. A. Albrecht, and R. E. Muck. 2002. Protein degradation and fermentation characteristics of unwilted red clover and alfalfa silage harvested at various times during the day. Grass and Forage Science 57:329-341.

Perea A, Arenas A, Maldonado A, Tarradas C, Gómez-Villamandos IJC,Sánchez P, Quezada M, Carrasco L. 2009. Enfermedades infecciosas. AMCO. Disponible en http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/empezar/infecciosas.html. Consultada el 23/05/14.

Schroeder J.W. 2004.Silage Fermentation and Preservation. Quality Forage series. North Dakota State University. 7 pp. Disponible en https://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/range/as1254.pdf

Seglar (2003) Seglar B. 2003. Fermentation Analysis and Silage Quality Testing. Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference. College of Veterinary Medicine, University of Minnesota. pp. 119-136.

Seglar B. 2003. Fermentation Analysis and Silage Quality Testing. Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference. College of Veterinary Medicine, University of Minnesota. pp. 119-136.

SIACON. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view= (Consultado el 5 de diciembre de 2013).

Stanley D. (2003) The role of silage in lamb-finishing systems. Proceedings of the Joint Conference of the Grassland Societies of the Grassland Societies of Victoria and New South Wales:57-61.

Universidad de Córdoba. s/f. Conservación de forrajes. Zootecnia y gestión. Disponible en http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/08_21_24_4.2.pdf

Venkateswarlu M., R. R.Yerradoddi andN.Jatoth. 2013. Effect of feeding maize silage supplemented withconcentrate / legume hay on carcass characteristicsin Nellore ram lambs. International Journal of Science, Environmentand Technology 2: 128 – 132. Disponible en http://www.ijset.net/4/IJSET%201.pdfConsultado el 12/07/2013.

Wilkinson J. M. and D. R. Davies. 2013. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Grass and Forage Science 68: 1–19.

Zehra, S. B., and Unal K. 2011. Effect of different aditives on the nutrient composition, *in vitro* gas production and silage quality of alfalfa silage. Asian Journal of Animal and Veterinary Advance 6: 618-626.