

Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 1 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

EJEMPLO DE MONOGRAFIAS

CURSO: ALIMENTACION DE RUMIANTES

ELABORACION DE FORRAJES ENSILADOS

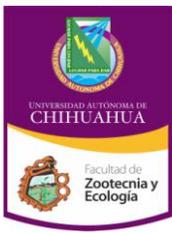


Por:

Ph. D. David Domínguez Díaz

Noviembre del 2012

CONTENIDO



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 2 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

1.- INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE ENSILADO

2.- LOS PROCESOS DE FERMENTACION DEL ENSILAJE Y SU MANIPULACION

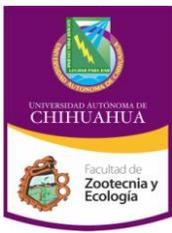
3.- ALTERNATIVAS PARA INCREMENTAR EL VALOR NUTRICIONAL DEL ENSILAJE

4.- SEIS DECISIONES IMPORTANTES EN EL MANEJO DEL ENSILADO

ELABORACION DE FORRAJES ENSILADOS

ALTERNATIVAS PARA INCREMENTAR EL VALOR NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE MAIZ

Ph. D. David Domínguez Díaz



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 3 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua

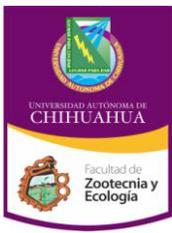
Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es el tercer cultivo más importante a nivel mundial (Mason y Mason D'Croz, 2002). Sin embargo en México este ocupa el primer lugar en superficie sembrada y producción, alcanzando durante los últimos cuatro años 3'300,000 toneladas. Los principales estados productores son Durango, Chihuahua, Aguascalientes, Jalisco y el Estado de México. Típicamente, el cultivo de maíz es orientado principalmente para grano, y en mínima escala a la producción de ensilaje. (SAGARPA, 2007).

Sin embargo, en la mayoría de los países del mundo, el ensilaje de maíz es la principal fuente de forraje utilizada en la alimentación de ganado lechero bajo sistemas intensivos de producción. El ensilaje de maíz es comúnmente incorporado en la dieta de ganado lechero para proveer del 30 al 100% del forraje de la dieta, las cuales típicamente contienen del 40 al 50% de forraje (Kempisty, 1997).

Esto es debido a que el ensilaje de maíz es altamente competitivo en comparación con otros forrajes, considerando su bajo costo de producción por tonelada de materia seca, resultante del bajo costo de la semilla, altos rendimientos de materia seca por hectárea, mínimas pérdidas de forraje en campo, y alta eficiencia de uso de la maquinaria para su procesado (Rotz, 1997). Otras ventajas del ensilaje de maíz incluyen la estable fermentación del ensilado, atribuido a su alto contenido de materia seca y de carbohidratos no estructurales, así como a su baja capacidad buferante.

El ensilaje de maíz como fuente de forraje contiene una alta concentración de fibra, pero bajo contenido de lignina, por lo cual es una valiosa fuente de forraje que suple energía y fibra de alta calidad (Coors, 1996).



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 4 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

La fibra en raciones de ganado lechero es esencial para la salud de los animales, desde que esta es requerida para soportar una apropiada fisiología ruminal. La fibra de la dieta promueve la actividad masticatoria, incrementando la capacidad buferante del rumen (McCullough, 1993).

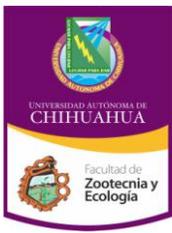
Sin embargo, a pesar de las múltiples ventajas del uso de ensilaje de maíz en raciones para ganado lechero, su utilidad es parcialmente limitada por su bajo contenido de proteína cruda, y por su contenido de lignina, dado que ésta reduce la digestibilidad de la fibra. Significante investigación ha sido conducida para mejorar la calidad nutricional de los híbridos de maíz, y consecuentemente el comportamiento productivo de ganado lechero (Dado, 1997). Híbridos de maíz con mutaciones genéticas específicas han sido seleccionados, conduciendo al desarrollo de híbridos de maíz especiales, tales como los altos en lisina, altos en aceite, resinosos, con alto contenido de hojas y los de nervadura café (Allen et al., 1997).

Dentro de éstos, se destacan las mutaciones de nervadura café, como alternativa para incrementar el valor nutricional del ensilaje de maíz, ya que contienen menos lignina en la mayor parte de los componentes morfológicos de la planta, y su lignina es estructuralmente diferente de aquella de los genotipos normales (Kuc and Nelson, 1964), conduciendo a una mejora en la digestibilidad de la fibra, favoreciendo un mayor consumo de materia seca, y un incremento en la producción de leche, sin alterar su composición química (Allen y Oba, 1996).

Otra alternativa potencial para incrementar la calidad del ensilaje de maíz, es incrementando la altura de corte al tiempo de cosecha. El ensilaje de maíz resultante tiene más bajo contenido de fibra y lignina, y una mayor concentración de almidón y más alta digestibilidad, lo cual puede contribuir a una mejora en producción láctea (Curran y Posch, 2002).

Importancia de la Lignina en las Mutaciones de Nervadura Café de Maíz

Las ligninas son polímeros de monómeros fenólicos, que se enlazan principalmente a la hemicelulosa, limitando la extensión de la digestión de la fibra (Morrison, 1973); ejercen efectos



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 5 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

tóxicos que inhiben bacterias, protozoarios (Akin, 1982) y hongos del rumen (Akin y Rigsby, 1985), y forman complejos solubles de lignina con carbohidratos de la dieta (Patton y Giesker, 1942).

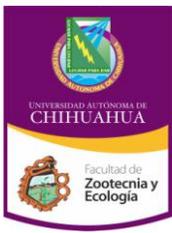
La biosíntesis de lignina ocurre por la ruta del ácido Shikimico, siendo los precursores fenilalanina y tirosina. La fenilalanina es convertida a ácido trans-cinámico, el cual es hidroxilado secuencialmente para producir ácido p-cumarico y luego ácido caféico. El ácido cafeico es metilado por la enzima catecol-O-metiltransferasa para producir ácido ferulico, que se hidroxila y produce ácido sinapico. Los ácidos p-cumarico, ferulico y sinapico se convierten en sus respectivos esteres de CoA, los cuales se reducen a aldehídos y posteriormente se reducen a monolignoles, los cuales son oxidados a radicales libres, mismos que son polimerizados produciendo ligninas de estructura compleja.

Las mutaciones de nervadura café implican una menor concentración de lignina debido a una más baja actividad de la enzima catecol-O-metiltransferasa que limita la conversión de ácido caféico a ácido ferúlico, o de ácido ferúlico a ácido sinápico, conduciendo eventualmente a una reducida síntesis de monómeros fenólicos (Grand et al., 1985).

Las mutaciones de nervadura café en maíz fueron observadas primero en 1924 en la Universidad de Minnesota en St. Paul, consideradas como espontáneas, con la distintiva coloración café-rojiza en los tejidos lignificados y asociadas con un bajo contenido de lignina (Jorgensen, 1931).

Se conocen 4 mutaciones de nervadura café en maíz: bm1, bm2, bm3 y bm4. El bm3 tiene una mejor composición morfológica (proporción de componentes de la planta expresada en materia seca) vs. las demás mutaciones: hoja espada (20.0 vs. 17.1%), hoja del tallo (10.4 vs. 10.5%), tallo (29.4 vs. 29.5%), olote (15.5 vs. 18.1%), hojas de la mazorca (12.6 vs. 13.5%), grano (9.4 vs. 9.4%) y espiga (2.7 vs. 1.9%) (Muller et al., 1971).

Similarmente, la mutación bm3 tiene mejor valor nutricional comparada con las mutaciones bm1 y bm2 (Lechtenberg et al., 1972). Por otra parte, Hartley y Jones (1978) reportaron que el contenido de lignina fue más bajo en hoja espada, hoja del tallo y tallo de bm3 comparada con aquellas de plantas de maíz convencionales (8.7, 2.1 y 33.2%, respectivamente),



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 6 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

favoreciendo una mayor digestibilidad in vitro de la materia seca (23, 16.5 y 22.6%, respectivamente).

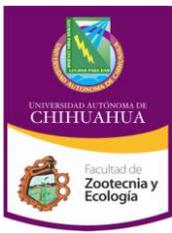
La información presentada a continuación sobre ensilaje de maíz de nervadura café bm3, resume los resultados de investigación de : Muller et al. (1972), Colenbrander et al. (1972), Colenbrander et al. (1973), Frenchick et al. (1976), Rook et al. (1977), Keith et al. (1979), Sommerfeldt et al. (1979), Block et al. (1981), Block et al. (1982), Stallings et al. (1982), Weller et al. (1984), Weller y Phipps (1986), Cherney et al. (1988), Allen et al. (1997), Qiu et al. (1999), Oba y Allen (1999), Oba y Allen (2000a), Bal et al. (2000), Greenfield et al. (2001), Tine et al. (2001), Ebling et al. (2002a), Schwab et al. (2002), Stallings et al. (1982), Santos et al. (2001), Ebling et al. (2002b), Oba y Allen (2000b), y Oba y Allen (2000c),

Composición Química y Digestibilidad in vitro de Ensilaje de Maíz bm3

El contenido de materia seca en ensilajes de maíz bm3 y convencionales es similar (32.6%). Las diferencias en contenido de materia seca entre los experimentos consultados, no fueron debidos a genotipo, sino al estado de madurez del maíz al tiempo de cosecha (Wiersma et al., 2003).

La concentración de proteína cruda es ligeramente más alta en ensilajes del genotipo bm3 vs. maíz convencionales (8.9 vs. 8.5%). Las diferencias observadas en los experimentos pueden ser asociadas con diferentes híbridos plantados, así como prácticas de fertilización (Keady et al., 2000). Por otra parte, el promedio de almidón es ligeramente más bajo en ensilaje de maíz bm3 vs. convencionales (29.5 vs. 29.9%), esto ha sido asociado con la menor producción de grano en genotipos de nervadura café de maíz.

Las diferencias en el contenido de FDN y FDA fueron pequeñas en ensilajes del genotipo bm3 vs. aquellas de los híbridos convencionales, pero tendieron a ser menores para bm3 (48.1 y 26.0%, vs. 50.2 y 27.9%, respectivamente).



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 7 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

La mayor diferencia entre ensilajes de maíz bm3 y convencionales es en el contenido de lignina, siendo 31.4% menor en bm3 (2.4 vs 3.5%, respectivamente). Sin embargo la variación en el contenido de lignina fue alta a través de los experimentos (3.6 a 90.0%). Mínimas diferencias en la reducción del contenido de lignina en bm3 genotipos han sido asociados con condiciones de sequía (Sommerfeldt et al., 1979), mientras que sorprendentes reducciones del 90% han sido atribuidas posiblemente a factores de muestreo y analíticos, en vez de efecto de genotipo.

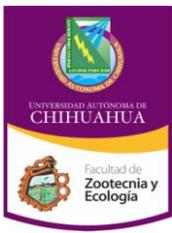
Debido a una menor lignificación en ensilajes de maíz bm3, su digestibilidad in vitro de la FDN fue consistentemente más alta, siendo en promedio de 26.2% (53.0 vs. 42.0).

Características Fermentativas del Ensilaje de Maíz bm3

El pH del ensilaje de maíz bm3 es similar al de ensilaje de maíz convencional (4.1). Sin embargo la cantidad de ácido láctico producido durante la fermentación es superior en bm3 (6.3 vs. 4.9%), no observándose cambio en la concentración de ácido acético (2.5%), propiónico (0.20%) y butírico (0.35%). Las diferencias en pH observadas en algunos estudios no son inherentes al genotipo, sino a las prácticas de ensilado (Harrison y Fransen, 1991). Sin embargo, los genotipos bm3, comúnmente tienen mayor concentración de azúcares solubles vs. maíces convencionales, favoreciendo una mayor producción de ácido láctico.

Efecto de Alimentar Ensilaje de Maíz bm3 en el Comportamiento y Producción de Leche de Vacas Lecheras Lactantes

Consistentemente en todos los estudios revisados el consumo de materia seca se incrementa en vacas alimentadas con ensilaje de maíz bm3, siendo en promedio 1.3 kg/d comparada con ensilajes de maíz convencional. Sin embargo, la respuesta en producción de leche



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 8 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

es más variable (Eastridge, 1999), siendo superior para bm3 en 1.2 kg/d y en 1.3 kg/d cuando la producción de leche se ajustó al 3.5% de grasa.

El incremento en producción de leche por alimentar ensilaje de maíz bm3, ha sido atribuido al incremento en consumo de materia seca, resultado de la mayor digestión de la FDN del ensilaje de maíz, que conduce a una más rápida reducción del tamaño de partícula y mayor tasa de pasaje ruminal (Oba y Allen, 2000b).

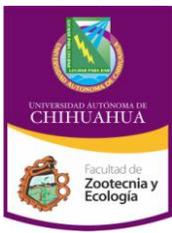
Adicionalmente, Oba y Allen (2000a) explican que el incremento en producción de leche por alimentar ensilaje de maíz bm3, puede ser debido a una mayor eficiencia en la utilización de la energía y a la reducción en la fluctuación en el pH ruminal, condiciones ruminales que conducen a un mayor aporte sanguíneo de ácidos grasos volátiles y sus metabolitos, sin estimular la secreción de insulina, permitiendo su absorción por la glándula mamaria y no por tejidos dependientes de insulina.

Por otra parte, es probable que la mayor síntesis de nitrógeno microbial (64.5 g/d) y la mayor digestión postruminal de almidón (0.5 kg/d) en vacas alimentadas con ensilaje de maíz bm3, puedan explicar el incremento en producción de leche (Oba y Allen, 2000c).

Efecto del Uso del Ensilaje de Maíz bm3 en Composición de la Leche y Producción de Componentes de la Leche

Alimentando ensilaje de maíz bm3, no afecta el contenido de grasa en la leche (3.79%) vs. vacas alimentadas con ensilaje de maíz convencional (3.81%). Por otra parte, debido a que el genotipo bm3 incrementa producción de leche, la producción de grasa láctea es mejorada (1.17 vs. 11.3 kg/d). Sin embargo, es recomendado que cuando se utiliza el genotipo bm3, la cantidad de forraje en la dieta deberá incrementarse.

La concentración de proteína en la leche es similar entre animales alimentados con ensilaje de maíz bm3 o con ensilajes de maíz convencionales (3.2%). La producción de proteína



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 9 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

láctea, sin embargo fue incrementada con el uso del genotipo bm3 (1.01 vs. 0.97 kg/d), debido a la mayor producción de leche.

Impacto de Alimentar Ensilaje de Maíz bm3 sobre Cambios de Peso Vivo

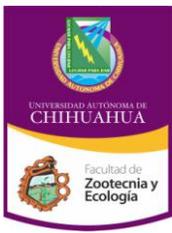
La mayor parte de los estudios conducidos señalan que vacas alimentadas con el genotipo bm3 ganaron más peso (0.4 kg/d) o perdieron menos peso vs. aquellas vacas alimentadas con el genotipo del ensilaje de maíz convencional. El incremento en la ganancia de peso vivo está relacionado con el mayor consumo de materia seca, el cual permite un consumo adicional de 8.2 Mcal/d de EM en vacas en lactación media. Algo del consumo adicional de energía es particionado a ganancia de peso corporal (Tine et al., 2001).

Efecto del Uso de Ensilaje de Maíz bm3 en la Digestibilidad de Nutrientes

Típicamente la digestibilidad de la MS y MO es incrementada (1.3 y 0.7 unidades porcentuales) en animales consumiendo ensilaje de maíz bm3 vs. ensilaje de maíz convencional. Estos beneficios han sido asociados con los incrementos en la digestibilidad de la fibra del ensilaje de maíz bm3, a pesar de los incrementos en el consumo de materia seca (Tine et al., 2001).

La digestibilidad de la proteína cruda es reducida en promedio en 1.1 unidades porcentuales, por el tratamiento bm3. Posiblemente esto sea debido a una mayor excreción de nitrógeno microbial, resultante de una mayor digestibilidad ruminal de la fibra del bm3, y su posterior fermentación en el intestino grueso (Lechtenberg et al., 1972).

Al alimentar el ensilaje de maíz bm3, el mayor incremento en digestibilidad es sobre la FDN, FDA, celulosa y hemicelulosa (3.4, 6.5, 6.9 y 4.1 unidades porcentuales, respectivamente) vs. ensilaje de maíz convencional. Esta respuesta ha sido relacionada con el bajo contenido de lignina en bm3. Estudios de digestibilidad de la FDN in vitro después de 30 h de fermentación indicaron un incremento de 9.7 unidades porcentuales en ensilaje de maíz bm3 vs. convencionales (Oba y Allen, 1999). Sin embargo, en otros estudios la digestibilidad in vivo de la FDN de la dieta utilizando bm3, no ha sido mejorada, y ha sido asociado al menor pH ruminal que éste tipo de alimentación promueve (Oba y Allen, 2000c).



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 10 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

La digestión del almidón es ligeramente reducida al alimentar ensilaje de maíz de nervadura café (0.4 unidades porcentuales), comparado con alimentar ensilajes de maíz convencionales. Potencialmente el incremento en el consumo de materia seca, aumenta la tasa de pasaje ruminal del almidón, cambiando el sitio de digestión de éste nutriente (Oba y Allen, 1999).

Efecto de Alimentar Ensilaje de Maíz bm3 sobre Fermentación Ruminal

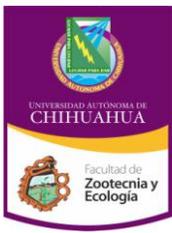
Típicamente el pH ruminal es reducido en promedio 0.2 unidades al alimentar vacas con el genotipo bm3 vs. ensilaje de maíz convencional (6.1 vs. 6.3, respectivamente) Probablemente, la mejora en digestibilidad de la MO con el tratamiento bm3, permita una mayor producción de ácidos grasos volátiles y en consecuencia un menor pH ruminal (Greenfield et al., 2001), desde que el incremento en la digestibilidad de la FDN no afecta el tiempo de alimentación, rumiación y por consiguiente de producción de saliva (Oba y Allen, 2000b).

Utilizando el genotipo bm3 en la alimentación, conduce a un incremento de 10.5 mM de ácidos grasos volátiles comparado con vacas consumiendo ensilaje de maíz convencional (93.4 vs. 82.9 mM, respectivamente). Lo anterior es debido al incremento en el consumo de materia seca y en la digestibilidad de la materia orgánica. Por otra parte, en las pruebas experimentales, de manera consistente se observa un reducción en la producción de acetato, en promedio de 3.1 unidades porcentuales (57.6 vs. 60.7 %, respectivamente), mientras que el propionato se incrementa en promedio 2.9 unidades porcentuales (27.3 vs. 24.4 %, respectivamente), sin cambio en la concentración de ácido butírico (13.5 %).

La información sobre la producción de amonía en rumen al utilizar ensilaje de maíz bm3, es muy limitada, y en los reducidos estudios que la reportan, no es afectada sustancialmente, al compararse con vacas alimentadas con ensilaje de maíz convencional (10.9 vs. 10.3 mg/100 ml).

Utilización del Nitrógeno y la Energía en Dietas Basadas en Ensilaje de Maíz bm3

Utilizando ensilaje de maíz bm3 ha mostrado incrementar en 60.7 g/d el consumo de nitrógeno vs. vacas alimentadas con ensilaje de maíz convencional (628.8 vs. 568.0 g/d), debido al mayor consumo de materia seca.



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 11 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

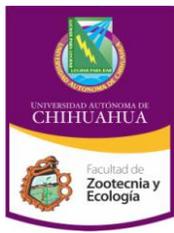
La excreción fecal de nitrógeno es 28.5 g/d mayor con el bm3 vs. uso de ensilaje de maíz convencional (205.0 vs. 176.5 g/d), también resultado del mayor consumo de alimento y del mayor aporte postruminal de fibra con alta digestibilidad, que permite en el intestino delgado una mayor asimilación microbial de nitrógeno (NRC, 1985). Similarmente, la excreción urinaria de nitrógeno fue más 8.7 g/d mayor con el genotipo bm3 (216.5 vs. 207.8 g/d), pero éste comportamiento no fue consistente entre experimentos.

Sin embargo, el nitrógeno retenido en leche no es afectado por la fuente de ensilaje de maíz y fue únicamente incrementado en 3.5 g/d al alimentar el genotipo bm3 (138.3 vs. 134.8 g/d), reflejando el incremento en producción de leche con éste tratamiento.

La cantidad de nitrógeno retenido en tejido es consistentemente más alta (18.9 g/d) para animales alimentados con ensilaje de maíz bm3 vs. vacas consumiendo ensilaje de maíz convencional (44.0 vs. 25.1 g/d). Esto permite que las vacas consumiendo el genotipo bm3 mejoren el peso vivo (Block et al., 1981).

El efecto del uso de ensilaje de maíz bm3 sobre producción de nitrógeno microbial ha sido estudiado pobremente, pero los estudios conducidos indican un incremento consistente, el cual en promedio ha sido de 64.5 g/d vs. aquel obtenido en vacas alimentadas con ensilaje de maíz convencional (547.5 vs. 483.0 g/d), posiblemente debido a una mayor tasa de pasaje ruminal (Oba y Allen, 2000b).

Información sobre la utilización de la energía en vacas lactantes alimentadas con ensilaje de maíz bm3 es escasa e inconsistente. Tine et al. (2001) reportó que el genotipo bm3 permitió un mayor consumo de energía, resultante del incremento en el consumo de materia seca, y del contenido ligeramente superior de EN_L de bm3 vs. ensilaje de maíz convencional (1.52 vs. 1.43 Mcal/kg de MS de EN_L). La digestibilidad de la energía fue similar entre tratamientos, pero hubo menos perdidas de energía en orina y metano para bm3. La partición de energía fue ligeramente menor para producción de calor y de leche en vacas consumiendo ensilaje de maíz bm3, por lo que el incremento en producción de leche fue debido al mayor consumo de energía, en vez de una mayor utilización de la energía.



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 12 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Rentabilidad de Alimentar Ensilaje de maíz bm3 en Vacas Lecheras Lactantes

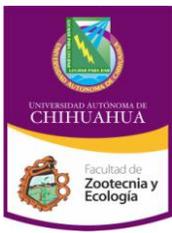
El ensilaje de maíz bm3 tiene un valor nutricional superior y potencialmente soporta mayores niveles de producción de leche comparado con híbridos de maíz convencionales, pero existen diferencias de opinión si el incremento en producción de leche compensa por el mayor costo de la semilla y por la reducción en producción de materia seca del genotipo bm3.

Al respecto, Eastridge (1999) analizó pruebas de investigación evaluando el ensilaje de maíz bm3, y reportó que la producción de materia seca fue reducida en promedio en 10.4% con el tratamiento bm3, por otra parte el costo de producción por acre fue \$ 414 con el genotipo bm3 vs. \$ 385 en híbridos de maíz convencionales, diferencia debida al mayor costo de la semilla bm3 (80%). Por lo cual el costo por tonelada de materia seca fue \$66 para bm3 vs. \$55 para ensilaje de maíz convencional. La producción de leche se incremento en 0.95 kg/d y el consumo de materia seca en 1.6 kg/d al alimentar ensilaje de maíz bm3. Utilizando un precio de \$12 y \$16/100 libras de leche, el beneficio sería de \$0.05 a \$ 0.14/vaca/d.

Sin embargo, en los estudios conducidos desde 1997 con híbridos de maíz bm3 de Cargill Seeds, los incrementos en producción de leche han sido de 1.7 kg/a/d y de consumo de materia seca de 1.3 kg/a/d, asumiendo una reducción del 15% en producción con bm3, basado en el 10% reportado por Eastridge (1999) y el 20% señalado por Cherney y Cox (2001) y una dieta basada en 60:40 (forraje:concentrado) del cual el 70% es ensilaje de maíz, el beneficio sería de \$0.30 a \$0.45 por vaca/d.

Importancia del la Composición Química y Digestibilidad del Tallo sobre el Valor Nutricional de la Planta de Maíz

Verbic et al. (1995) señalan que de los componentes de la planta de maíz: tallos (24.3%), hojas (16.5%), hojas de la mazorca (5.8%), olote (8.3%) y grano (45.0%), con excepción del grano, las demás fracciones tienen altos contenidos de FDN (65.5, 69.6, 77.4 y 80.1%, respectivamente), FDA (42.2, 37.5, 37.3 y 42.9%, respectivamente), y lignina (6.6, 4.0, 4.0, y 8.2%, respectivamente),



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 13 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

resultando en una pobre digestibilidad de la materia seca (54.9, 69.3, 71.5, y 53.7%, respectivamente). Considerando que el tallo representa alrededor del 25% de la planta y tiene una baja digestibilidad de la materia seca, juega un papel crucial en la calidad nutritiva de la planta de maíz (Tolera y Sundstol, 1999).

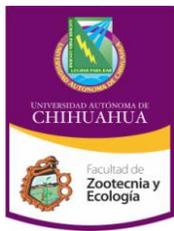
Dado que el contenido de energía del follaje (tallos y hojas) y del grano de la planta de maíz es 1.10 y 2.05 Mcal/kg de MS de EN_L , la densidad de energía es 86.4% más alta en el grano (NRC, 1989), enfatizando la importancia del contenido de grano sobre la densidad de energía del ensilaje de maíz (Seglar y Mahanna, 1998).

Debido a que hay relativamente una pequeña variación en el germoplasma de los híbridos de maíz comerciales, la variación en la densidad energética y calidad nutritiva de la planta completa es estrecha (Carter et al., 1991). Al respecto, Coors (1996) evaluó la composición química de 15 híbridos de maíz precoces y 18 híbridos de maíz de ciclo largo, encontrando un rango pequeño en la concentración de FDN, CP, y digestibilidad verdadera *in vitro* (4.3, 0.8, 2.1 y 3.4, 0.6 y 1.9%, respectivamente). Similares resultados fueron señalados por Barriere et al. (1995) quienes al analizar 196 híbridos de maíz encontraron una variación mínima en digestibilidad de la materia orgánica, fibra cruda y energía neta (2.0, 3.7, y 0.25 %, respectivamente).

Basado en las limitaciones de mejoramiento genético de la planta de maíz para incrementar su densidad energética (Coors et al., 1994) y el fuerte impacto del tallo sobre el valor nutritivo de la planta de maíz, una alternativa para incrementar la concentración energética es elevando la proporción de grano en el ensilaje, al aumentar la altura de corte de la planta de maíz al momento de la cosecha (Curran y Posch, 2000).

Efecto de Incrementar la Altura de Corte sobre Producción y Valor Nutritivo del Ensilaje de Maíz

Neylon y Kung (2003) reportaron una reducción del 4.0% en producción de materia seca al incrementar la altura de corte de 12.7 a 45.7 cm, sobre la superficie del suelo. Curran y Posch (2000), indicaron una reducción de 12.0% en la materia seca producida, cuando la altura de corte cambió de 10 a 51 cm. Kruczynska et al. (2001), al elevar la altura de corte de 11 a 50 cm, reportaron una reducción del 13.5% en producción de materia seca. Similarmente, Domínguez et



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 14 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

al. (2002) reportó una reducción de 8.8% en producción de materia seca al elevar la altura de corte de 23 a 71 cm. En estos estudios la reducción de materia seca fue de 0.035 a 0.055 ton/ha/cm incrementado.

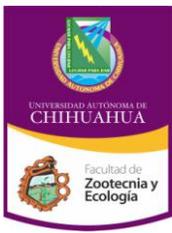
Domínguez et al. (2008) evaluaron el efecto de elevar la altura de corte de 20 a 40 cm al momento de la cosecha de la planta de maíz, y encontraron que la proporción de tallo se redujo en 30.6%, mientras que la proporción de grano se incrementó en 23 %.

Los cambios morfológicos inducidos por elevar la altura de corte de 10 a 51 cm, provocaron una reducción del 7.3% en FDA, y un incremento en 9.5% en grano, resultando en un incremento en el contenido de EN_L de 4.6% (Curran y Posch, 2000). Similarmente, Kruczynska et al. (2001) reportaron una reducción ($P < 0.05$) en FDN y FDA (5.2 y 12.2%), mientras que la concentración de proteína y almidón se incrementaron ($P > 0.05$) en 4.4 y 4.8% al elevar la altura de corte de 10 a 50 cm. Domínguez et al., (2008), al elevar la altura de corte de 20 a 40 cm, observaron una reducción de 10.3% ($P < 0.002$) en contenido de FDN (48.3 vs. 43.3%), mientras que la densidad de energía tendió ($P < 0.07$) a ser 16.6% mayor (1.2 vs. 1.4 Mcal/kg de MS de EN_L) en el ensilaje cortado alto.

Neylon y Kung (2003) no reportaron efecto de incrementar la altura de corte sobre el pH del ensilaje, pero observaron que la concentración de lactato se redujo en 15.8%, dada la reducción en tallo fermentado, considerando su alto contenido de carbohidratos solubles (Phipps y Weller, 1979).

Impacto de la Alimentación de Ensilaje de Maíz Cortado Alto sobre Producción de Leche

El potencial beneficio de alimentar vacas lactantes con ensilaje de maíz cortado alto ha sido reportado principalmente como estimaciones de leche producida por tonelada y por acre, dado que estudios de comportamiento son muy limitados. Curran y Posch (2000) estimaron un incremento de 7.9% en leche producida por tonelada de ensilaje, obtenido de plantas cortadas a 51 vs. 10 cm. Similarmente, Lauer (1998) estimo que la leche producida por tonelada de ensilaje



Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 15 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

cosechado a 45.7 cm de altura fue 12.0% superior vs. aquella obtenida de ensilaje cosechado a 15.2 cm. Sin embargo, la producción de leche por acre se redujo en 6.0%, como resultado de la disminución en la producción de materia seca.

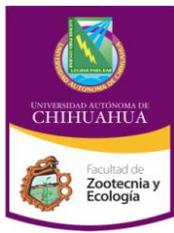
Neylon y Kung (2003) en una prueba de lactación, reportaron un incremento ($P<0.12$) en producción de leche de 1.5 kg/d, en vacas alimentadas con ensilaje cosechado a 45.7 vs. 12.7 cm. Los componentes de la leche no fueron afectados por altura de corte, pero el contenido de grasa fue ligeramente disminuido, la ganancia de peso corporal tendió a ser más alta y la eficiencia alimenticia fue mejorada 3.0% ($P<0.05$) cuando se alimento el ensilaje cosechado a mayor altura.

Domínguez y Satter (2004), en una prueba de alimentación utilizando ensilaje de maíz cortado a 20 y 61 cm, encontraron similares consumos de materia seca (24.4 vs. 24.6 kg/d), sin embargo la producción de leche fue superior ($P<0.03$) al alimentar ensilaje cortado alto (39.3 vs. 40.4 kg/d), mientras que el contenido y producción de grasa, proteína y lactosa, no fueron afectados por altura de corte.

Por otra parte, Domínguez et al. (2002) alimentaron vacas durante el segundo tercio de lactación con ensilaje de maíz cosechado a 23 y 71 cm en dietas con bajo (28%) y alto (33%) contenido de FDN. No encontraron diferencias en consumo de materia seca (19.9 vs. 20.2 y 19.8 vs. 21.2 kg/d, respectivamente), en producción de leche (34.2 vs. 34.4 y 31.0 vs. 31.5 kg/d, respectivamente), en producción de leche corregida al 3.5% de grasa, y para contenido y producción de grasa, proteína y lactosa.

En forma similar, Domínguez y Satter (2003), alimentando vacas primíparas y múltiparas durante la lactancia temprana con ensilaje de maíz cortado a 20 y 66 cm de altura, no observaron beneficio de manipular la altura de corte, sobre consumo de materia seca (18.0 vs. 16.5 y 22.5 vs. 21.8 kg/d, respectivamente) producción de leche (32.5 vs. 28.2 y 40.7 vs. 41.4 kg/d, respectivamente) y composición y producción de componentes de la leche.

LITERATURA CITADA



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 16 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Allen, M.S. and M. Oba. 1996. Fiber digestibility of forages. Pages 151-171 in Proc. 57th Minnesota Nutrition Conference and Protiva Tech. Symposium. Extension Special Programas. University of Minnesota, St. Paul.

Allen, M.S., M. Oba and B. R. Choi. 1997. Nutritionist's perspective on corn hybrids for silage. Pages 25-36 in Proc. Silage: Field to Feedbunk. North American Conference. Hershey, Pennsylvania.

Akin, D.E. 1982. Forage cell wall degradation and p-coumaric, ferulic, and sinapic acids. Agron. J. 74:424-428.

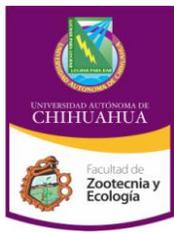
Akin, D.E., and L. L. Rigsby. 1985. Influence of phenolic acids on rumen fungi. Agr. J. 77:180-182.

Bal, M.A., R. D. Shaver, H. Al-Jobeile, J. G. Coors. And J. G. Lauer. 2000. Corn silage hybrid effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 83:2849-2858.

Barriere, Y., J. C. Emile, R. Traineau, and Y. Hebert. 1995. Genetic variation in the feeding efficiency of maize genotypes evaluated from experiments with dairy cows. Plant Breeding. 114:144-148.

Block, E., L. D. Muller, L. C. Griel, Jr., and D. L. Garwood. 1981. Brown midrib-3 corn silage and heat extruded soybeans for early lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 64:1813-1825.

Block, E., L. D. Muller, and L. H. Kilmer. 1982. Brown midrib-3 versus normal corn plants (*Zea mays* L.) harvested as whole plant or stover and frozen fresh or preserved as silage for sheep. Can. J. Anim. Sci. 62:487-498.



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 17 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Carter, P.M., J. G. Coors, D. J. Undersander, K. A. Albrecht, and R. D. Shaver. 1991. Corn hybrids for silage: An update. Pages 141-164 in 46th Ann. Corn and Sorghum Res. Conf. American Seed Trade Association. Washington, DC.

Colenbrander, V. F., V. L. Lechtenberg, L. F. Bauman, L. D. Muller, and C. L. Rhykerd. 1972. Nutritive value of brown midrib corn silage. J. Anim. Sci. 35:1113 (Abstr.).

Colenbrander, V. F., V. L. Lechtenberg and L. F. Bauman. 1973. Digestibility and feeding value of brown midrib corn stover silage. J. Anim. Sci. 37:294 (Abstr.).

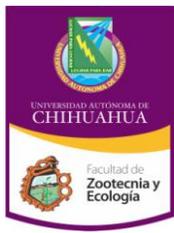
Coors, J. G. 1996. Findings of the Wisconsin corn silage consortium. Pages 20-28 in Proc. Of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Rochester, NY. Cornell University. Ithaca, NY.

Curran, B. and J. Posch. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality-silage cutting height. Crop Insights. 10(2):1-4.

Cox, W. J., and D. J. R. Cherney. 2001. Influence of brown midrib, leafy, and transgenic hybrids on corn forage production. Agron. J. 93:790-796.

Dado, R.G. 1997. Nutritional value of different corn hybrids. Pages 183-203 in Proc. Tri-State Dairy Nutrition Conference. The Ohio State University, Columbus.

Domínguez, D. D., V. R. Moreira, and L. D. Satter. 2002. Effect of feeding brown midrib-3 corn silage or conventional corn silage cut at either 23 or 71 cm on milk yield and milk composition. J. Dairy Sci. 85:384 (Abstr.).



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 18 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Domínguez, D. D., and L. D. Satter. 2003. Feeding brown midrib-3 corn silage or conventional corn silage cut at either 20 or 66 cm of height to early lactation cows. *J. Dairy Sci.* 86: 231 (Abstr.).

Domínguez, D. D., and L. D. Satter. Effect of increased cutting height of corn silage on nutritive value, milk yield and milk composition. *J. Dairy Sci.* 87:28 (Abstr.).

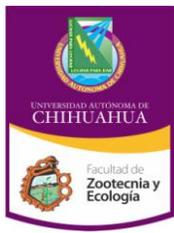
Eastridge, M. L. 1999. Brown midrib corn silage. Pages 179-190 in Proc. Tri-State Dairy Nutrition Conference. The Ohio State University, Columbus.

Ebling, T. L., J. M. Neylon, D. H. Kleinschmit, J. M. Ladd, C. C. Taylor, and L. Kung, Jr. 2002a. Comparison of physical and chemical characteristics of mechanically processed brown midrib, unprocessed brown midrib, or processed normal corn silage. *J. Dairy Sci.* 40:383 (Abstr.).

Ebling, T. L., J. M. Neylon, D. H. Kleinschmit, J. M. Ladd, C. C. Taylor, and L. Kung, Jr. 2002b. Effect of feeding mechanically processed brown midrib (PBMR), unprocessed brown midrib (UBMR), or processed normal corn silage (P7511) in diets for dairy cows on DM intake, milk production and digestion. *J. Dairy Sci.* 40:383 (Abstr.).

Frenchick, G.E., D. G. Johnson, J. M. Murphy, and D. E. Otterby. 1976. Brown midrib corn silage in dairy cattle rations. *J. Dairy Sci.* 59:2126-2129.

Grand, C. P., P. P. Parmentier, A. Boudet, and A. M. Boudet. 1985. Comparison of lignins and of enzymes involved in lignification in normal and brown midrib (bm3) mutant corn seedlings. *Physiol. Veg.* 23:905-911.



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 19 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Greenfield, T. L., R. L. Baldwin, R. A. Erdman, and K. R. Mcleod. 2001. Ruminant fermentation and intestinal flow of nutrients by lactating cows consuming brown midrib corn silages. *J. Dairy Sci.* 84:2469-2477.

Harrison, J. H., and S. Fransen. 1991. Silage management in North America. Page 33 in *Field Guide for Hay and Silage Management in North America*. K. K. Bolsen, ed. Natl. Feed Ingredients Assoc. West Des Moines, Iowa.

Hartley, R. D., and E. C. Jones. 1978. Phenolic components and degradability of the cell walls of the brown midrib mutant, bm3, of *Zea mays*. *J. Sci. Food Agr.* 29:777-789.

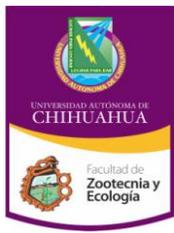
Jorgenson, L. R. 1931. Brown midrib in maize and its intake relations. *J. Am. Soc. Agron.* 23:549-557.

Keady, T. W. J., C. S. Mayne, and D. A. Fitzpatrick. 2000. Prediction of silage feeding value for the analysis of the herbage at ensiling and effects of nitrogen fertilizer, date of harvest and additive treatment on grass silage composition. *J. Agric. Sci.* 134:353-368.

Keith, E. A., V. F. Colenbrander, V. L. Lechtenberg, and L. F. Bauman. 1979. Nutritional value of brown midrib corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 62:788-792.

Kempisty, L. H. 1997. The importance of silage. Pages 1-2 in *Proc. Silage: Field to Feedbunk*. North American Conference. Hershey, Pennsylvania.

Kruczynska, H., K. Darul, W. Nowak and I. Kowalik. 2001. The chemical composition and ruminal degradability of maize silages depending on the cultivar and mowing height at harvest. *J. Anim. Feed. Sci.* 10(2):331-337.



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 20 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Kuc, J., and O. E. Nelson. 1964. The abnormal lignins produced by the brown-midrib mutants of maize. Arch. Biochem. Biophys. 105-113.

Lauer, J. G. 1998. Corn silage yield and quality trade-offs when changing cutting height. Field Crops. 28:47-48.

Lechtenberg, V. L., L. D. Muller, L. F. Bauman, C. L. Rhykerd, and R. F. Barnes. 1972. Laboratory and in vitro evaluation of inbred and F2 population of brown midrib mutants of Zea mays. L. Agron. J. 64:657-660.

Mason, S. C., and N. E. D Cruz-Mason. 2002. Agronomic practices influence maize grain quality. Page 75 in Quality Improvement in Field Crops. A. S. Basra and L. Randhawa. Ed. Food Products press. Binghamton, NY.

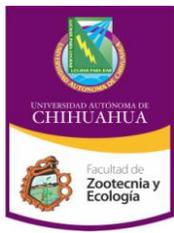
MaCullough, M. E. 1993. What's silage to a cow. Pages 1-8 in Proc. Silage Production from Seed to Animal. National Silage Production Conference. Syracuse, NY.

Morrison, I. M. 1973. Isolation and analysis of lignin carbohydrate complexes from Lolium multiflorum. Phytotchem. 12:2979-2984.

Muller, L. D., V.L. Lechtenberg, L. F. Bauman, R. F. Barnes, and C. L. Rhykerd. 1972. In vivo evaluation of a brown midrib mutant of Zea mays L. J. Anim. Sci. 35:883-889.

Neylon, J. M., and Kung, Jr. 2003. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. J. Dairy Sci. 86:2163-2169.

National Research Council. 1985. Nitrogen metabolism in the large intestine. Pages 53-56 in Ruminant Nitrogen Usage. Natl. Acad. Sci. Washington, DC.



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 21 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Oba, M., and M. S. Allen. 1999. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:135-142.

Oba, M., and M. S. Allen. 2000a. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. *J. dairy Sci.* 83:1333-1341.

Oba, M., and M. S. Allen. 2000b. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 2. Chewing activity. *J. Dairy Sci.* 83:1342-1349.

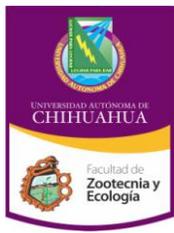
Oba, M., and M. S. Allen. 2000c. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 3. Digestibility and microbial efficiency. *J. Dairy Sci.* 83:1350-1358.

Patton, A.R., and L. Giesker. 1942. Seasonal changes in the lignin and cellulose content of some Montana grasses. *J. Anim. Sci.* 1:22-26.

Qiu, X., M. L. Eastridge, and Z. Wang. 1999. Effects of corn silage hybrid and level of forage NDF on ruminal fermentation and performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 82:74 (Abstr.)-

Rook, J. A., L. D. Muller, and D. B. Shank. 1977. Intake and digestibility of brown midrib corn silage by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 60:1894-1904.

Rotz, C. A. 1997. Economics of silage-based cropping systems. Pages 3-12 in *Proc. Silage: Field to Feedbunk*. North American Conference. Hershey, Pennsylvania.



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 22 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

SAGARPA. 2007. Servicio de información agroalimentaria y Pesquera. Información disponible en : <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>

Santos, H. H. H., V. R. Moreira, Z. Wu, and L. D. Satter. 2001. Brown midrib-3 corn silage as the major forage for transition cows. *J. Dairy Sci.* 84:346 (Abstr.)

Schwab, E. C., R. D. Shaver, K. J. Shijjers, J. G. Lauer, and J. G. Coors. 2002. Processing and chop length effects in brown midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85:613-623.

Seglar, W., and W. Manhanna. 1998. Corn silage management to maximize production. Pioneer Hi-Breed Int'l. Inc. *Nutritional Insights.* 1(4):1-10.

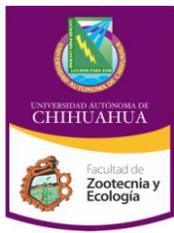
Sommerfeldt, J. L., D. J. Shingoete, and L. D. Muller. 1979. Brown midrib corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 62:1611-1618.

Stallings, C. C., B. M. Donaldson, J. W. Thomas, E. C. Rossman. 1982. *J. Dairy Sci.* 65:1945-1949.

Tine, M. A., K. R. McLeod, R. A. Erdman, and R. L. Baldwin. 2001. Effects of brown midrib corn silage on the energy balance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 84:885-895.

Tolera, A., and F. Sundstol. 1999. Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. *Anim. Feed Sci. Technol.* 81:1-16.

Verbic, J., J. M. A. Speaker, and M. Resnik-Cepon. 1995. Rumen degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different hybrids and possible consequences for breeding. *Anim. Feed Sci. Technol.* 54:133-148.



Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Código: PAD_10.1 IZSP 02	Página 23 de 23
Fecha de Emisión: 22/03/2013	Fecha de Revisión: 18/04/2013
	Nº de Revisión: 1
Elaboró: Responsable de categoría	
Aprobó: Secretario académico	

Weller, R. F., R. H. Phipps, and E. S. Griffith. 1984. The nutritive value of normal and brown midrib-3 maize. J. Agric. Sci. 103:223-227.

Weller, R. F., and R. H. Phipps. 1986. The feeding value of normal and brown midrib-3 maize silage. J. Agric. Sci. Camb. 106:31-35.

Wiersma, D. W., P. R. Carter, K. A. Albrecht, and J. G. Coors. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality and dry matter content. J. Prod. Agric. 6:94-99.