

ENSILAJE DE GIRASOL COMO OPCION FORRAJERA

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Médico Veterinário, D.Sc.
Embrapa Semi-Árido
BR 428, KM 152
Zona Rural, C.P.23
CEP 56.302-970, Petrolina, PE
Brasil
Telefone (87) 38621711
luiz.gustavo@cpatsa.embrapa.br

Lúcio Carlos Gonçalves

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.
Dpto. Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627, Caixa Postal 567
CEP 30.123-970, Belo Horizonte, MG
Brasil
Telefone (31) 3499-2191
luciocg@vet.ufmg.br

Norberto Mario Rodriguez

Dpto. Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627, Caixa Postal 567
CEP 30.123-970, Belo Horizonte, MG
Brasil
Telefone (31) 3499-2191
norberto@vet.ufmg.br

Thierry Ribeiro Tomich

Médico Veterinário, D.Sc.
Embrapa Pantanal
Rua 21 de setembro, 1880, Caixa Postal 109,
CEP 79.320-900, Corumbá, MS
Brasil
Telefone (67) 233-2430
thierry@cpap.embrapa.br

INTRODUCCION

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una dicotiledónea anual adaptada a los climas templado, tropical y subtropical. Su menor ciclo de producción, su capacidad en utilizar el agua disponible en el suelo y la tolerancia a una amplia faja de temperaturas son factores que han promovido el cultivo de girasol para la producción de ensilajes. Por ejemplo, se sugiere la siembra de girasol para ensilaje luego de la cosecha del cultivo principal, cultivo de segunda, o en sitios donde la deficiencia hídrica torna inviable los cultivos tradicionalmente utilizados para ese propósito, como maíz y sorgo.

Cuando el ensilaje es realizado en forma adecuada, el girasol produce ensilajes con fermentación acorde con la conservación del forraje apilado. Generalmente, el ensilaje de girasol contiene un alto tenor proteico y, debido a su elevado tenor de aceite, también posee alto valor energético. Con todo, la fracción fibrosa generalmente presenta una mayor proporción de lignina y menor digestibilidad, cuando es comparada con los ensilajes de maíz y de sorgo, características que pueden restringir el uso de ensilaje de girasol para las categorías de animales más exigentes.

Existe gran carencia de información sobre ensilaje de girasol. En este capítulo serán descritos los principales trabajos científicos, nacionales e internacionales, relacionados a la producción y la utilización del ensilaje de esa oleaginosa.

SITIO Y EPOCA DE SIEMBRA PARA PRODUCCION DE ENSILAJE DE GIRASOL

El sitio y la época de siembra del girasol para ensilaje siguen las mismas recomendaciones observadas para el cultivo destinado a la producción de granos. En Brasil hoy, el cultivo de girasol está indicado para los estados de la Región Sur, Minas Gerais y Sao Paulo en la Región Sudeste, todos los estados del Centro-Oeste, Bahia, Maranhão y Piauí en el Nordeste.

La época ideal es aquella que permite satisfacer las exigencias climáticas de la planta en las diferentes fases de desarrollo, reducir los riesgos de eventuales problemas con plagas y enfermedades y, de esa forma, asegurar una buena cosecha. Además, debe tenerse en consideración el encuadramiento de la producción del ensilaje de girasol en los sistemas de rotación y sucesión de cultivos, aumentando la capacidad de aprovechamiento del terreno y de la estructura disponible para producción y almacenamiento. En los estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina y parte de Paraná, el período más indicado para la siembra va de mediados de julio a fines de agosto. En los estados de Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Sao Paulo, Tocantins, norte y noroeste de Paraná la mejor época para siembra va de mediados de enero hasta febrero.

Las prácticas culturales del cultivo de girasol para producción de ensilaje son semejantes a las adoptadas para la producción de granos.

RENDIMIENTO FORRAJERO

En la mayoría de las situaciones, la reducción del rendimiento forrajero, que ocurre en condiciones de estrés hídrico, promueve un aumento significativo en el costo del ensilaje producido, como ocurre con los cultivos tradicionales. Por ese motivo, la principal característica que ha motivado el cultivo de girasol para la producción de ensilaje es su buen desempeño productivo con baja pluviometría.

Existen informes de productividad de forraje verde de girasol que alcanzaron 70 t/ha. Con todo, para la mayoría de las situaciones, las productividades medias como cultivo de segunda son próximas a 30 t/ha. La variabilidad genética y el estado de desarrollo de la planta son factores que influyen en la productividad y deben ser considerados.

Un estudio conducido en la Escola de Veterinária de la UFMG y el Centro Nacional de Maíz y Sorgo de Embrapa mostró el efecto significativo del genotipo sobre el rendimiento de forraje de 13 cultivares de girasol como segundo cultivo (Tomich et al., 2003b). En este trabajo, los rendimientos de materia verde variaron entre 12,8 t/ha a 29,1 t/ha y los rendimientos de materia seca entre 3,6 t/ha y 7,7 t/ha (Tabla 1). Se debe resaltar que los autores consideraron que los rendimientos alcanzados en este estudio fueron limitados por la baja población de plantas a la cosecha, que fue de 34.407 plantas/ha.

Tabla 1. Producción de materia verde y de materia seca de cultivares de girasol.

| Cultivar | Productividad (t/ha) | |
|-------------|---------------------------------|--------------------|
| | Materia verde | Materia seca |
| AS243 | 26,3 ^{AB} | 7,0 ^{AB} |
| AS603 | 23,9 ^{ABC} | 5,8 ^{ABC} |
| Cargill 11 | 12,8 ^E | 4,7 ^{CD} |
| Contiflor 3 | 26,4 ^{AB} | 6,8 ^{ABC} |
| Contiflor 7 | 15,6 ^{DE} | 6,0 ^{ABC} |
| DK180 | 19,2 ^{B^{CDE}} | 5,3 ^{BCD} |
| M734 | 22,1 ^{A^{BCD}} | 6,4 ^{ABC} |
| M737 | 29,1 ^A | 6,7 ^{ABC} |
| M738 | 17,9 ^{CDE} | 5,6 ^{ABC} |
| M742 | 24,7 ^{ABC} | 6,5 ^{ABC} |
| Rumbosol 90 | 15,9 ^{DE} | 5,2 ^{BCD} |
| Rumbosol 91 | 29,1 ^A | 7,7 ^A |
| V2000 | 12,8 ^E | 3,6 ^D |
| Media | 21,2 | 5,9 |

Medias seguidas por letras iguales en la columna no difieren por el test SNK ($p < 0,05$). Adaptado de Tomich et al. (2003b).

En cuanto al efecto de la época de corte sobre el rendimiento, Pereira (2003), al evaluar el rendimiento de cuatro cultivares de girasol, notaron una reducción progresiva en la producción media de materia verde de 27,5 t/ha, 17,7 t/ha, 13,1 t/ha hasta 9,2 t/ha a medida que la cosecha fue realizada a los 30, 37, 44 e 51 días luego de la floración, respectivamente. Con todo, la producción de materia seca no fue significativamente afectada por el avance en el estado de maduración de la planta, que se mantuvo entre 5,12 t/ha a 6,08 t/ha para las mismas edades de corte (Figura 1).

Rezende et al. (2002), evaluando dos híbridos y una variedad de girasol, notaron una reducción en la producción media de materia seca para el corte efectuado a los 125 días luego de la siembra, en relación a los rendimientos obtenidos a los 95 e 110 días luego de la siembra, que presentaron una productividad de 7,86, 7,21 y 6,00 t/ha, respectivamente.

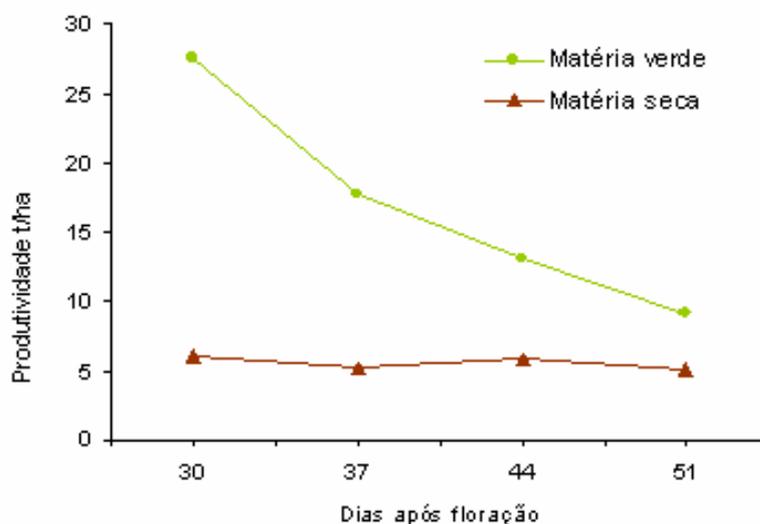


Figura 1. Producción de forraje de girasol para cortes efectuados a los 30, 37, 44 e 51 días luego de floración. Adaptado de Pereira (2003)

MOMENTO DE ENSILAJE DE GIRASOL

El bajo tenor de materia seca es considerado una de las desventajas del cultivo de girasol ha sido un factor limitante en la producción de su ensilaje. Los datos nacionales sobre evaluaciones de ensilajes de girasol presentan valores medios de 24,1% de materia seca, debajo de 30-35% indicado para la producción de ensilajes de buena calidad y atribuidos al hecho que la planta acumula mucha humedad en tallo y receptáculo floral, aún en estadios avanzados de desarrollo.

Varias épocas de ensilaje son indicadas. Morrison (1966) comentó la posibilidad del girasol de ser ensilado cuando la mitad o los dos tercios de las plantas estuviesen en floración, mientras Schuster (1955) indicó el ensilaje durante toda la floración. Sin embargo Cotte (1959) considera que el girasol puede ser ensilado al final de la floración. Tosi et al. (1975) encontraron buenos resultados cuando realizaron cortes con los capítulos presentando coloración verde-amarilla en la faz dorsal y con simientes diferenciadas y bien formadas. Gonçalves et al. (2000) recomienda la cosecha con la

planta presentando 100% de los granos maduros, brácteas amarillas a castañas y hojas marchitas o secas.

Las recomendaciones de época de ensilaje del cultivo de girasol son controversiales y son pocos los estudios que evaluaron el ensilaje en estadios más avanzados de maduración. Estudios que evalúen diferentes épocas de ensilaje (incluyendo estadios más avanzados de maduración) serán importantes, porque serán capaces de establecer el momento en que el cultivo presentará una óptima relación entre producción de materia seca y valor nutritivo.

Harper et al. (1981) evaluaron la composición química y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de la planta de girasol en doce semanas consecutivas luego de la floración, notando un aumento en el contenido de fibra bruta (20,8% a 33,0% para la primera y última semana de corte, respectivamente) y una reducción significativa de la digestibilidad (76,6% a 56,9% para la primera y última semana de corte, respectivamente). Rezende et al. (2002), evaluó tres genotipos de girasol ensilados con 95, 110 e 125 días de edad y observó que los genotipos sólo alcanzaron los tenores de materia seca (MS) recomendados para ensilaje (30%-35%) con edad de 125 días. El avance de la edad causó luego un aumento en los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) y una reducción en los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca - DIVMS (95 días = 62,9%; 110 días = 56,1%; y 125 días = 49,4%). Souza (2002), evaluando los ensilajes de cuatro genotipos de girasol cosechados con 90, 97, 104, 111 e 118 días, también observó que los tenores de MS adecuados para ensilaje solo fueron alcanzados en estados avanzados de maduración (más de 111 días de edad), que los contenidos de FDN y FDA aumentaron y que los valores de DIVMS disminuyeron con el avance de la madurez de las plantas.

Edwards et al. (1978) evaluaron el girasol ensilado en doce estadios de crecimiento y concluyeron que aún en estados precoces, con bajo contenido de MS, los ensilajes fueron obtenidos con fermentación predominantemente láctica, confirmando una preservación satisfactoria del material originalmente ensilado. Freire (2001) y Porto (2002) encontraron buenos perfiles de fermentación de los ensilajes de girasol, aún trabajando con materiales con bajo contenido de MS (23,6% y 19,7%, respectivamente), mostrando el potencial de conservación del girasol en estas condiciones. Además, las pérdidas de efluentes de materiales con menos de 25% de MS deben ser considerados (McDonald et al., 1991). Otro problema que puede ser observado con ensilajes presentando bajos contenidos de MS es una posible disminución en el consumo.

A pesar del bajo contenido de materia seca, Pereira (2003) observó buenos perfiles de fermentación durante el proceso de ensilaje del girasol, comprobando el potencial de conservación de esa forma. Este mismo autor, al evaluar cuatro genotipos de girasol en diferentes épocas luego de la floración, indicó un aumento de las fracciones fibrosas y una disminución de la digestibilidad y de la cinética de degradación con el avance del estado de maduración de las plantas, lo que sugiere el ensilaje del cultivo de girasol en estadios más precoces.

Son necesarios estudios que evalúen el consumo, la digestibilidad y el desempeño de animales alimentados con ensilajes obtenidos en los diferentes estados de maduración. Estos son escasos en la literatura e importantes para establecer el punto ideal de ensilaje. Es preciso elucidar si el ideal es ensilar el material con tenor de MS entre

30-35% (valores propuestos para la obtención de ensilajes de buena calidad) o la obtención de ensilajes de plantas cortadas en estados mas precoces. Aún no existe un consenso sobre si estos ensilajes tienen buena aceptación por los animales y son capaces de provocar buenos desempeños en los mismos.

CALIDAD DEL ENSILAJE DE GIRASOL

La adecuación de una planta para el ensilaje está relacionada a su eficiencia de fermentación para conservar el valor nutritivo del ensilaje lo mas próximo posible al valor del forraje verde. De acuerdo con Tomich et al. (2003a), entre las variables utilizadas para evaluar la eficiencia de la fermentación de ensilajes se destacan el tenor de materia seca, el pH y los tenores de nitrógeno amoniacal y de ácidos orgánicos.

El tenor de materia seca es una variable importante en el proceso de ensilaje porque está relacionado a la acción de microorganismos deletéreos en la calidad del material ensilado, a la producción de efluentes y a la reducción del consumo voluntario, frecuentemente notado en los ensilajes con bajo contenido de materia seca. Por otro lado, los ensilajes muy secos favorecen la ocurrencia de daños por calentamiento y hongos, debido a la dificultad de compactación. Por esos motivos, se recomienda ensilar forrajes que presentan entre 30% e 35% de materia seca. El bajo tenor de materia seca es considerado un problema para la producción del ensilaje de girasol, mas ese hecho está relacionado al ensilaje en períodos precoces de desarrollo de la planta. Ensilajes de girasol con tenores más altos de materia seca son producidos cuando la cosecha se realiza en el periodo de maduración fisiológica de los aquenios (Gonçalves e Tomich, 1999). Por ello, apuntando a la obtención de un forraje de mejor calidad, los estudios indican que el contenido de materia seca adecuado para ensilaje del girasol puede situarse debajo del 30% normalmente reconocido para los ensilajes tradicionales (Rezende et al., 2002; Pereira, 2003).

La conservación por ensilaje se basa en el proceso de conservación en ácido, donde el descenso del pH por la fermentación limita la ocurrencia de procesos que promueven el deterioro del forraje. En general, se considera un pH entre 3,8 a 4,2 como adecuado para ensilajes bien conservados. Entretanto, el pH apropiado para promover la eficiente conservación del forraje ensilado depende del contenido de humedad del ensilaje. Portanto, para la evaluación del proceso fermentativo, el pH no debe ser tomado aisladamente, sino debe ser asociado al tenor de materia seca del forraje. Los ensilajes de girasol, generalmente, presentan valores elevados de pH. Tomich et al. (2004), evaluando los ensilajes de 13 cultivares, observaron que el valor de pH fue positivamente correlacionado con el contenido de materia seca, indicando que los ensilajes mas húmedos presentaron pH mas bajos. El resultado obtenido por Tomich et al. (2004) también reveló que el girasol, generalmente, presenta una reducción de pH adecuado a la conservación del forraje almacenada.

El contenido de nitrógeno amoniacal del ensilaje refleja la acción deletérea de las enzimas de la planta y de microorganismos sobre la fracción proteica del forraje. En

general, se considera que tenores máximos de nitrógeno amoniacal alrededor del 10% son adecuados para ensilajes bien conservados. Como uno de los aspectos positivos del ensilaje de girasol es su mayor contenido de proteína en relación a los ensilajes de maíz y de sorgo, la conservación de la calidad de esa proteína durante el almacenamiento en el silo es fundamental para beneficiarse de esa característica. En relación a la calidad de la fermentación, la mayor parte de los estudios han observado un contenido de nitrógeno amoniacal debajo de 10% en ensilajes de girasol (Valdez et al., 1988a; Valdez et al., 1988b; Tomich et al., 2004), indicando la aptitud de la planta para el ensilaje en cuanto a la conservación de la calidad de la fracción proteica.

En cuanto a los contenidos de ácidos orgánicos, el de ácido láctico es frecuentemente utilizado como indicador de calidad de la fermentación. La cantidad necesaria de este ácido para reducir rápidamente el pH e inhibir los procesos que promueven el deterioro del material ensilado, varía con la capacidad de tamponamiento del forraje y con el tenor de humedad de la masa ensilada. Algunos estudios mostraron que aunque un ensilaje de girasol presente altas proporciones de ácido láctico (Tosi et al., 1975; Tomich et al. 2004), la capacidad de tamponamiento de la planta no permite la reducción del pH a los niveles frecuentemente observados para los ensilajes de maíz y de sorgo. Además el contenido de ácido acético está relacionado a menores tasas de descenso y pH elevado en los ensilajes. Así, ensilajes bien conservados deben presentar reducido contenido de ese ácido.

Existen pocos trabajos que evaluaron la concentración de ácido acético en ensilaje de girasol (Sneddon et al., 1981; Almeida la et al., 1995; Pereira, 2003; Tomich et al. 2004) y, de forma general, fueron observadas bajas concentraciones, indicando que los ensilajes de girasol, generalmente, son bien conservados.

El contenido de ácido butírico refleja la extensión de la actividad clostrídrica sobre el forraje ensilado y también esta relacionado a menores tasas de descenso y pH elevado al final del proceso. El contenido de este ácido puede ser considerado uno de los principales indicadores negativos de la calidad del proceso fermentativo. También se corresponde con pérdidas importantes de materia seca y energía del forraje original durante la fermentación y, frecuentemente, el contenido de ácido butírico esta positivamente correlacionado con la reducción de la palatabilidad y del consumo del forraje. Varios estudios mostraron bajos valores de ácido butírico en ensilajes de girasol (Tosi et al., 1975; Valdez et al., 1988a; Almeida la et al., 1995; Pereira, 2003; Tomich et al., 2004), señalando que esa no es una característica capaz de restringir a la planta para su conservación en forma de ensilaje.

Considerando las variables enunciadas, se puede afirmar que cuando el ensilaje de girasol es conducido de forma apropiada, se producen ensilajes con fermentación adecuada para la conservación del forraje acopiado. El estudio realizado por Tomich et al. (2004) con 13 cultivares reveló que, en promedio, los ensilajes de girasol presentan las características de los ensilajes bien conservados, sin pérdidas significativas de materia seca y de energía y con pequeñas alteraciones de la fracción proteica en el forraje conservado en relación al forraje verde (Tabla 2).

VALOR NUTRITIVO DEL ENSILAJE DE GIRASOL

Los ensilajes de girasol presentan, en general, contenidos mas elevados de proteína, de minerales y de extracto etéreo (aceite) que los ensilajes de maíz, de sorgo, o de capim-elefante (Tabla 3).

Cuando son usados en dietas balanceadas, los contenidos proteico y mineral mas altos pueden representar una ventaja económica para los ensilajes de girasol en relación a los demás, porque, una vez que el nutriente es suministrado a los animales por el voluminoso, la necesidad de suplementación es reducida. Por otro lado, aunque los ensilajes de girasol generalmente presenten menor contenido de fibra en detergente neutro que los ensilajes tradicionales, el ensilaje de girasol contiene alta proporción de fibra en detergente ácido y de lignina, capaz de restringir la digestibilidad de esa fracción fibrosa.

Tabla 2. Tenores de materia seca (MS), pH y contenidos de nitrógeno amoniacal como porcentaje del nitrógeno total (N-NH₃/NT) y de ácidos orgánicos de los ensilajes de 13 cultivares de girasol

| Cultivar | MS - % | pH | N-NH ₃ /NT | Ácidos orgánicos - % MS | | |
|-------------|--------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|
| | | | | Láctico | Acético | Butírico |
| AS243 | 21,7 ^E | 4,5 ^C | 10,0 ^B | 7,8 ^C | 2,5 ^A | 0,00 ^E |
| AS603 | 21,9 ^E | 4,4 ^C | 8,0 ^{CDE} | 9,7 ^B | 1,9 ^{AB} | 0,00 ^E |
| Cargill 11 | 32,2 ^A | 5,5 ^A | 9,2 ^{BC} | 5,0 ^D | 1,7 ^B | 0,08 ^{CD} |
| Contiflor 3 | 23,0 ^D | 4,5 ^C | 8,1 ^{CD} | 8,4 ^{BC} | 2,2 ^{AB} | 0,00 ^E |
| Contiflor 7 | 31,2 ^A | 5,3 ^B | 8,3 ^{CD} | 2,8 ^E | 2,3 ^{AB} | 0,00 ^E |
| DK180 | 26,0 ^{BC} | 4,5 ^C | 6,8 ^E | 7,9 ^C | 1,5 ^B | 0,05 ^{DE} |
| M734 | 26,3 ^{BC} | 4,5 ^C | 7,3 ^{DE} | 5,5 ^D | 1,5 ^B | 0,00 ^E |
| M737 | 19,6 ^F | 4,1 ^D | 8,5 ^{CD} | 12,0 ^A | 2,0 ^{AB} | 0,00 ^E |
| M738 | 27,2 ^B | 4,5 ^C | 7,5 ^{DE} | 7,4 ^C | 1,7 ^{AB} | 0,09 ^C |
| M742 | 23,5 ^D | 4,4 ^C | 9,0 ^{BC} | 7,5 ^C | 1,5 ^B | 0,00 ^E |
| Rumbosol 90 | 26,8 ^{BC} | 5,2 ^B | 10,1 ^B | 4,6 ^D | 1,9 ^{AB} | 0,23 ^B |
| Rumbosol 91 | 23,5 ^D | 4,1 ^D | 5,9 ^F | 9,0 ^C | 1,8 ^{AB} | 0,00 ^E |
| V2000 | 25,8 ^C | 5,2 ^B | 14,6 ^A | 5,3 ^D | 2,5 ^A | 0,28 ^A |
| Media | 25,3 | 4,7 | 8,7 | 7,1 | 1,9 | 0,06 |

Medias seguidas por letras iguales en la columna no difieren según el test SNK (p<0,05). Adaptado de Tomich et al. (2004).

Tabla 3. Composición química de ensilajes

| Ensilaje | Composición expresada como porcentaje de la materia seca | | | | | | |
|----------------|--|------------------|------|------|----------|----------|-----------|
| | Proteína bruta* | Extracto etéreo* | FDN* | FDA* | Lignina* | Calcio** | Fósforo** |
| Girasol | 9,0 | 13,7 | 47,1 | 35,9 | 6,6 | 1,56 | 0,29 |
| Maíz | 7,3 | 3,0 | 55,7 | 30,1 | 4,9 | 0,30 | 0,19 |
| Sorgo | 7,0 | 2,2 | 61,7 | 34,6 | 6,3 | 0,23 | 0,18 |
| Capim-elefante | 5,7 | 2,8 | 76,9 | 53,6 | 9,4 | 0,38 | 0,08 |

*Valadares Filho et al. (2001).

**Valdez et al. (1988b); Valadares Filho et al. (2001).

Se estima que los coeficientes de digestibilidad de la materia seca relativamente bajos observados para ensilajes de girasol pueden ser atribuidos a la menor digestibilidad de su fracción fibrosa. Esa afirmación fue ratificada por el estudio de Carneiro et al. (2002), quienes obtuvieron menor digestibilidad efectiva de la fibra en detergente neutro del ensilaje de girasol en relación a los ensilajes de maíz y de sorgo. También por el experimento de Bueno et al. (2001), que observaron menor digestibilidad de la fibra en detergente neutro del ensilaje de girasol comparado al ensilaje de maíz. A pesar de eso y suponiendo que la dieta sea adecuadamente balanceada, el menor aprovechamiento de la energía disponible en la fracción fibrosa puede, en cierta forma, ser compensado por el mas alto contenido de aceite observado en los ensilajes de girasol, que es un componente altamente energético.

Tanto los girasoles seleccionados para producción de aceite, que generalmente presentan entre 35% a 45% de aceite en el grano, como las variedades llamadas de confiterías (25%-30% de aceite en el grano), han sido utilizadas para la producción de ensilaje. Datos americanos revelaron que los ensilajes de las variedades confiteras presentaron cerca de 3% de extracto etéreo (Schingoethe et al., 1980), entanto los ensilajes producidos con girasoles de simiente oleosa generalmente presentaron mas de 10% de extracto etéreo (Valdez et al., 1988a; Valdez et al. 1988b; Tomich et al., 2004). En Brasil, Jayme (2003), evaluó los ensilajes de seis genotipos de girasol, tres híbridos confiteros y los demás destinados a producción de aceite. Las composiciones químicas medias de los ensilajes para los dos tipos de girasoles evaluados se encuentran en la Tabla 4. Los ensilajes obtenidos con los dos tipos de girasoles presentaron valores próximos de proteína bruta, FDN y lignina. Los contenidos de extracto etéreo para los dos tipos de ensilajes fueron superiores a 10% y los ensilajes obtenidos con híbridos destinados a producción de aceite presentaron 2% más que los ensilajes de los materiales confiteros. Este investigador concluyó que los seis genotipos evaluados presentan potencial para ser utilizados como ensilaje.

Tabla 4. Composición química (%) de los ensilajes de girasoles confiteros o seleccionados para la producción de aceite

| Parámetros* | Confitero** | Producción de Aceite*** |
|--------------------|--------------------|--------------------------------|
| Proteína Bruta | 9,1 | 8,8 |
| Extracto Etéreo | 10,9 | 12,9 |
| FDN | 47,7 | 48,0 |
| Lignina | 7,8 | 7,8 |

* Valores medios de tres genotipos; **Mycogen 93338, Victoria 627 e Victoria 807; *** V2000, M742 e IAC Uruguay. Adaptado de Jayme (2003)

La mayor parte de las semillas disponibles en el mercado de Brasil es de girasoles destinados a la producción de aceite y, por ese motivo, los análisis de los ensilajes de girasol producidos en el país indican alta proporción de extracto etéreo, en la mayoría de los casos. Ese alto tenor de aceite en el ensilaje de girasol puede representar un factor limitante para su uso como voluminoso único en la dieta de ruminantes e indica la posible necesidad de asociación con otros alimentos voluminosos, ya que dietas conteniendo más de 7% de extracto etéreo pueden estar relacionadas a reducciones de la fermentación ruminal, de la digestibilidad de la fibra y de la tasa de pasaje. Por lo tanto, se reconoce que las dietas conteniendo ensilaje de girasol sean adecuadamente balanceadas para evitar pérdidas en el aprovechamiento de los alimentos y en el desempeño de los animales.

Independientemente del tipo de girasol, los genotipos más apropiados para el ensilaje son aquellos que presentan alta producción de forraje, fermentación conveniente para la conservación del material almacenado y, principalmente, buen valor nutritivo del forraje producido. Varios estudios mostraron que esas características difieren entre cultivares. En relación al valor nutritivo, Tomich et al. (2004) observaron variaciones significativas en los contenidos de proteína, extracto etéreo, componentes de la pared celular y en el coeficiente de digestibilidad *in vitro* de los ensilajes de 13 genotipos de girasol ensilados cuando presentaron más de 90% de granos maduros (Tabla 5).

Tabla 5. Composición química y digestibilidad de los ensilajes de cultivares de girasol

| Cultivar | Composición expresada como porcentaje de la materia seca | | | | | DIVMS - % |
|-------------|--|---------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | Proteína bruta | Extracto etéreo | FDN | FDA | Lignina | |
| AS243 | 8,6 ^B | 18,0 ^{AB} | 43,4 ^E | 33,9 ^{DE} | 6,2 ^{BC} | 47,1 ^D |
| AS603 | 9,3 ^A | 17,0 ^{ABC} | 40,7 ^E | 31,5 ^F | 5,4 ^D | 51,1 ^B |
| Cargill 11 | 9,2 ^A | 19,2 ^A | 41,1 ^E | 33,1 ^{EF} | 5,7 ^{CD} | 49,0 ^{CD} |
| Contiflor 3 | 8,0 ^C | 13,5 ^{CDEF} | 46,7 ^{CD} | 36,1 ^{BCD} | 7,1 ^{AB} | 49,9 ^{CD} |
| Contiflor 7 | 7,9 ^C | 10,6 ^F | 46,8 ^{CD} | 36,1 ^{BCD} | 6,9 ^{AB} | 46,9 ^D |
| DK180 | 8,1 ^C | 15,5 ^{BCD} | 43,2 ^E | 34,4 ^{DE} | 6,4 ^{BC} | 49,7 ^{BC} |
| M734 | 9,8 ^A | 10,5 ^F | 50,6 ^{AB} | 39,4 ^A | 6,9 ^{AB} | 51,4 ^B |
| M737 | 9,5 ^A | 18,1 ^{AB} | 37,7 ^F | 28,9 ^G | 5,2 ^D | 56,7 ^A |
| M738 | 9,8 ^A | 13,7 ^{CDEF} | 52,8 ^A | 40,1 ^A | 6,9 ^{AB} | 49,4 ^{BCD} |
| M742 | 9,4 ^A | 11,3 ^{DEF} | 51,5 ^{AB} | 39,7 ^A | 6,8 ^{AB} | 51,5 ^B |
| Rumbosol 90 | 8,7 ^B | 12,6 ^{DEF} | 49,3 ^{BC} | 38,4 ^{AB} | 7,3 ^A | 48,6 ^{CD} |
| Rumbosol 91 | 7,2 ^D | 11,2 ^{EF} | 47,7 ^C | 37,3 ^{ABC} | 7,1 ^{AB} | 47,9 ^{CD} |
| V2000 | 9,4 ^A | 14,8 ^{B^{CDE}} | 44,0 ^{DE} | 35,0 ^{CDE} | 6,4 ^{BC} | 48,9 ^{CD} |

FDN = fibra en detergente neutro, FDA = fibra en detergente ácido, DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca.
Adaptado de Tomich et al. (2004). Medias seguidas por letras iguales en la columna no difieren por el test SNK (p<0,05).

Otro factor que es capaz de influenciar significativamente algunos componentes bromatológicos y la digestibilidad de los ensilajes de girasol es el estado de desarrollo de la planta. Rezende et al. (2002) y Pereira (2003) observaron pocas alteraciones en los tenores de proteína bruta de los ensilajes con el avance del estado de desarrollo de las plantas, pero notaron un aumento en el contenido de fibra y una reducción de la digestibilidad de la materia seca en los ensilajes de girasol producidos con plantas en estado avanzado de desarrollo (Figura 2).

La definición del punto ideal de cosecha del girasol para el ensilaje es fundamental para la producción de voluminoso con mejor valor nutritivo. Por ese motivo, se ha recomendado que la cosecha del girasol no se realice tardíamente. Actualmente, tratando de conciliar el valor nutritivo y las características adecuadas para la fermentación, se sugiere ensilar en el período de maduración fisiológica de los aquenios (fase R9), cuando las plantas presentan un contenido de materia seca apropiado para producir una fermentación que posibilite la buena conservación del material almacenado. El ensilado en ese estado ha producido ensilajes con tenor de materia seca entre 26% e 30%, cerca de 10% proteína bruta y coeficientes de digestibilidad de la materia seca alrededor de 50%. En R9, las plantas de girasol presentan la parte posterior de los capítulos amarillentos, las brácteas (hojas modificadas de la parte externa del capítulo) tienen coloración amarillo-castaño y la mayor parte de las hojas unidas al tallo ya está seca. Cuando la cosecha es efectuada antes de la maduración fisiológica de los aquenios, el girasol contiene alta cantidad de agua, lo que perjudica la fermentación. A su vez, cuando es ensilado tardíamente, se producen ensilajes con altas proporciones de componentes de la pared celular y bajos coeficientes de digestibilidad.

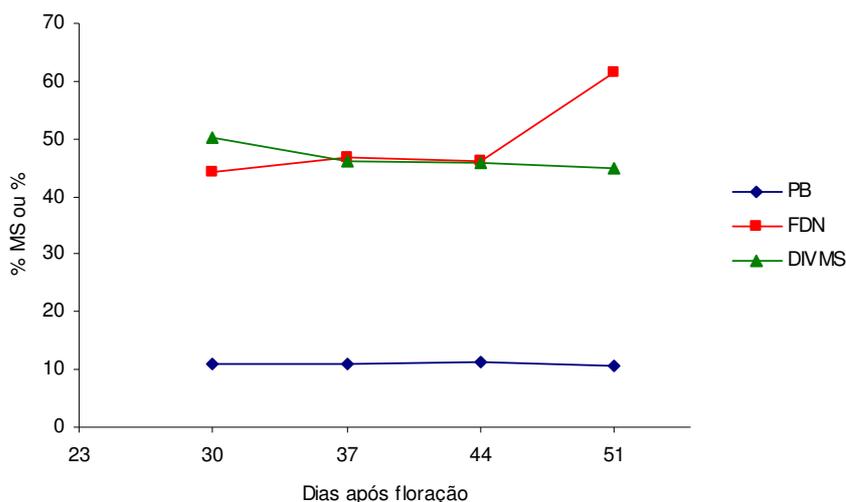


Figura 2. Medias de contenidos de proteína bruta (PB) y de fibra en detergente neutro (FDN) y coeficiente de digestibilidad de la materia seca (DIVMS) de ensilajes de cuatro genotipos de girasol cosechados a los 30, 37, 44 e 51 días luego de floración (fase R5.5). Adaptado de Pereira (2003).

USO DE ADITIVOS EN EL ENSILAJE DE GIRASOL

Varios productos conocidos como aditivos han sido agregados al forraje en el momento del ensilaje. Los objetivos de su utilización incluyen una alteración de la fermentación, buscando una mejora de la conservación, un incremento del valor energético o protéico y un aumento de la estabilidad aeróbica del ensilaje durante la fase de utilización.

Valle et al. (2001b) observaron que la adición de urea y de carbonato de calcio, asociados o no, al ensilaje de girasol promovió baja en los tenores de ácido láctico y aumentos en los tenores de ácido butírico en dos de cuatro cultivares evaluados, mientras que los tenores de ácido acético fueron poco afectados por la adición. Esos mismos autores verificaron que el uso de inoculante bacteriano no resultó en un aumento significativo en los tenores de ácido láctico en los ensilajes de girasol. Valle et al. (2001a) notaron pocas alteraciones significativas en la digestibilidad de la materia seca debido a la adición de urea, carbonato de calcio, urea + carbonato de calcio o inoculante bacteriano. Rodrigues et al. (2001), evaluando el efecto de diferentes inoculantes microbianos sobre la fermentación y la composición bromatológica del ensilaje de girasol, notaron que apenas uno de los inoculantes mejoró la fermentación, aunque haya empeorado la estabilidad aeróbica del ensilaje. Esos autores concluyeron que todos los ensilajes evaluados, inoculados o no, presentaron una fermentación aceptable para la conservación de la planta de girasol mediante ensilaje.

DESEMPEÑO DE ANIMALES ALIMENTADOS CON ENSILAJE DE GIRASOL

CONSUMO

El consumo es uno de los principales factores en la determinación del desempeño animal y la mayoría de los estudios mostró que el consumo de las dietas conteniendo ensilaje de girasol es satisfactorio (Bergamaschine et al., 1999; Ko, 2002; Ribeiro et al., 2002). Con todo, cuando el consumo de materia seca de las dietas conteniendo ensilaje de girasol es comparado al de otros voluminosos, los datos de la literatura no son concluyentes.

McGuffey e Schingoethe (1980) verificaron que vacas alimentadas con ensilaje de girasol (variedad confitera) consumieron 4,0 kg de materia seca menos que vacas alimentadas con ensilaje de maíz. Valdez et al. (1988b) no observaron diferencias significativas en el consumo de vacas holandesas alimentadas con ensilaje de girasol (semilla oleosa) o de maíz. Entanto Hubbel et al. (1985), en experimento con vacas Jersey, obtuvieron mayor consumo de ensilaje de girasol en relación al ensilaje de maíz. Leite (2002) observó que la substitución total del ensilaje de maíz por el ensilaje de girasol en la dieta de vacas en lactancia promovió una reducción significativa de 17% en la ingestión de materia seca, mientras que una substitución parcial (34% y 66%) no afectó el consumo. Kercher et al. (1985) observaron menor consumo para novillos de carne alimentados con ensilaje de girasol, comparado con los alimentados con ensilaje de maíz, mientras Thomas et al. (1982a) notaron un consumo de materia seca total 7,1% mayor para novillos alimentados con ensilaje de girasol, cuando fueron comparados con los alimentados con ensilaje de alfalfa. Estos autores observaron además, que los consumos reducidos, asociados al suministro de ensilaje de girasol, son frecuentemente atribuidos a su bajo contenido de materia seca.

GANADO LECHERO

Los experimentos con ganado lechero tampoco son concluyentes en relación al desempeño productivo de los animales alimentados con ensilaje de girasol. Vandersall y Lanari (1973) observaron mayores ganancia de peso y producciones más elevadas de leche en vacas alimentadas con ensilaje de maíz, cuando fueron comparadas con vacas alimentadas con ensilaje de girasol. Thomas et al. (1982a) encontraron producciones de leche equivalentes en dos grupos de vacas en lactancia, alimentadas con ensilajes de girasol y de alfafa, concluyendo que el ensilaje de girasol es un forraje adecuado para vacas en mitad y final de lactancia. Valdez et al. (1988b) observaron que vacas holandesas alimentadas con ensilaje de girasol presentaron mayor ganancia de peso e igual producción de leche que aquellas que recibieron ensilaje de maíz.

Hubbel et al. (1985), comparando ensilajes de girasol y de maíz para vacas Jersey en lactancia, observaron que la producción de leche fue significativamente mayor para las vacas alimentadas con ensilaje de girasol (2,2 kg, más por día). Silva et al. (2004), en la evaluación de la producción y la composición de la leche de vacas con media de 26 kg/día alimentadas con diferentes proporciones de ensilaje de girasol en sustitución al ensilaje de maíz, concluyeron que la inclusión parcial del ensilaje de girasol se mostró viable pues no afectó significativamente las producciones de leche, de proteína o de grasa. La sustitución completa afectó negativamente las producciones de leche, de proteína y de extracto seco total de leche.

Algunos estudios mostraron modificaciones en la composición de leche de los animales alimentados con ensilaje de girasol. Thomas et al. (1982a) y Valdez et al. (1988b) observaron una reducción en el porcentaje de grasa de leche de los animales que consumieron ensilaje de girasol. McGuffey y Schingoethe (1980) notaron un aumento de grasa y de ácidos grasos poliinsaturados, una reducción de proteína y de sólidos totales en la leche de las vacas alimentadas con ensilaje de girasol.

Leite et al. (2006), recientemente realizaron un estudio de desempeño con vacas holandesas alimentadas con ensilajes de girasol o maíz en el campo experimental de la Escola de Veterinaria de la Universidade Federal de Minas Gerais. No fueron observadas diferencias en la producción y composición de la leche (proteína, urea, grasa, lactosa, sólidos totales y extracto seco libre de grasa) entre las vacas alimentadas con ensilaje de girasol y maíz. Los datos de este ensayo se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 6. Producción y composición de leche de vacas holandesas alimentadas con dietas balanceadas utilizando ensilaje de girasol o maíz

| Parametros | Ensilaje de Girasol | Ensilaje de Maíz |
|---|----------------------------|-------------------------|
| Producción de leche (kg/día) | 25,02 | 25,52 |
| Producción de leche corregida por grasa (kg/día) | 22,28 | 23,19 |
| % de grasa | 3,30 | 3,52 |
| % de proteína | 2,84 | 2,96 |
| % de lactosa | 4,67 | 4,76 |

Leite et al. (2006)

Leite (2007) comparó el ensilaje de girasol con el de maíz como fuente voluminosa para vacas lecheras, algunos de los resultados obtenidos en este estudio, se encuentran en la tabla 7. Los animales alimentados con ensilaje de girasol presentaron mayor consumo de materia seca, 17,4 y 15,5 kg por día para las dietas conteniendo ensilaje de girasol y maíz, respectivamente. La digestibilidad de la materia seca de las dietas fue semejante (61,3 y 59,4% para las dietas con ensilaje de girasol y maíz, respectivamente). La producción y composición de la leche fue semejante entre los dos tratamientos ($P>0,05$), las vacas alimentadas con dietas conteniendo ensilaje de girasol produjeron 23,9 kg de leche por día (corregido para 4% de grasa) y las del tratamiento con ensilaje de maíz 22,85 kg. A pesar de la composición de leche semejante ($P>0,05$), la composición

de la grasa (perfil de ácidos grasos) difirió entre los tratamientos. El suministro de dietas conteniendo ensilaje de girasol, aumentó los tenores de C18:1Trans 11 y C18:2 Cis-9 trans-11. El autor estimó que el ser humano al ingerir un litro de leche de vacas alimentadas con ensilaje de girasol, estaría consumiendo 365 mg/día de ácido linoleico conjugado (CLA). Una ingestión similar de leche de vacas alimentadas con ensilaje de maíz resultaría en un consumo de 90 mg/día, valor debajo de los 300 mg/día, tomado como referencia para los efectos nutraceuticos del CLA.

Tabla 7. Consumo de materia seca (kg/día), digestibilidad de la materia seca (%), producción y composición de la grasa de leche de vacas holandesas alimentadas con dietas balanceadas utilizando ensilaje de girasol o maíz

| Parámetros | Ensilaje de Girasol | Ensilaje de Maíz |
|---|----------------------------|-------------------------|
| Consumo de materia seca (kg/día) | 17,4 ^a | 15,5 ^b |
| Digestibilidad de la materia seca (%) | 61,3 ^a | 59,4 ^a |
| Producción de leche corregida por grasa (kg/día) | 23,9 ^a | 22,9 ^a |
| % de grasa | 3,5 ^a | 3,4 ^a |
| <i>Concentración de ácidos grasos (mg/g de grasa)</i> | | |
| C4:0 | 3,4 ^b | 4,3 ^a |
| C6:0 | 1,3 ^b | 2,4 ^a |
| C8:0 | 0,6 ^b | 1,3 ^a |
| C10:0 | 1,2 ^b | 2,8 ^a |
| C11:0 | 0,1 ^b | 0,3 ^a |
| C12:0 | 1,4 ^b | 3,2 ^a |
| C13:0 | 0,0 ^b | 0,1 ^a |
| C12:1 | 0,0 ^b | 0,1 ^a |
| C14:0 | 5,9 ^b | 11,0 ^a |
| C14:1 Cis-9 | 0,4 ^b | 1,0 ^a |
| C15:0 | 0,6 ^b | 0,9 ^a |
| C16:0 | 17,3 ^b | 33,5 ^a |
| C16:1 Cis-9 | 0,8 ^b | 1,6 ^a |
| C17:0 | 0,3 ^b | 0,5 ^a |
| C17:1 | 0,2 ^b | 0,3 ^a |
| C18:0 | 14,7 ^a | 10,1 ^b |
| C18:1 Cis-9 | 25,7 ^a | 18,3 ^b |
| C18:1 Trans-11 | 11,2 ^a | 1,3 ^b |
| C18:2 Cis-9 trans-11 | 1,0 ^a | 0,1 ^b |
| C18:2 Cis-9 cis-12 | 4,9 ^a | 2,3 ^b |
| C20:0 | 0,5 ^a | 0,9 ^a |

Leite (2007), Letras idénticas en una misma línea significan diferencia estadística (P<0,05).

Según Leite (2007), el suministro de ensilaje de girasol, para vacas lecheras produciendo en promedio 25kg, depende de evaluaciones económicas en relación a los

costos de los suplementos energéticos y de la productividad por hectarea del ensilaje de girasol.

GANADO DE CORTE

El ensilaje de girasol es capaz de proporcionar buenas ganancias de peso, generalmente, similares a las de los demás voluminosos comparados (Marx, 1977; Thomas et al., 1982b; Kercher et al., 1985).

Kercher et al. (1985) observaron igual relación de ganancia de peso para cada kg de materia seca consumido, en novillos alimentados con ensilaje de girasol o ensilaje de maíz, en tanto Thomas et al. (1982b) indicaron una ganancia media diaria de 1,2kg en novillos de corte, con peso medio inicial de 277kg, durante sesenta días de experimento, sometidos a una dieta compuesta por 60% de ensilaje de girasol y 40% de mezcla concentrada. Esa dieta fue capaz de proporcionar un desempeño similar a la de animales alimentados con 60% de ensilaje de alfalfa y 40% de concentrado, concluyendo que el ensilaje de girasol es adecuado para novillos de corte y puede ser considerado como una alternativa de producción de forraje, en áreas con limitación de humedad, o como segunda cosecha anual.

Estudios que intenten verificar el tipo de grasa incorporada a la res de los animales alimentados con un ensilaje de girasol, debido a su alto contenido de aceite con gran proporción de ácidos grasos insaturados, son inexistentes y necesarios para atender las tendencias del aumento del consumo de carnes mas saludables, con menores tenores de ácidos grasos saturados, para la población humana.

OVINOS

El desempeño de ovinos alimentados con ensilaje de girasol fue estudiado por Ribeiro et al. (2002), que verificaron mayores ganancias de peso y rendimiento de res para ovejas alimentadas con ensilaje de girasol en comparación a las que recibieron ensilajes de maíz o de sorgo. En ese trabajo, los autores observaron ganancias diarias de 263 g, 175 g e 171 g y rendimientos de res de 53,14%, 46,36% y 48,13% para los animales que consumieron ensilajes de girasol, de maíz, o de sorgo, respectivamente. Por esos motivos, concluyeron que el uso del ensilaje de girasol como fuente única de voluminoso puede ser una óptima opción para el engorde de ovinos.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, M.F.; VON TIESENHAUSEN, I.M.E.V.; AQUINO, L.H.; CARVALHO, V. D.; ROCHA, G. P.; SILVA, M. G. C. M. E. Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estádios de corte, girassol e milho para ruminantes. **Ciência e Prática**. v.19, n.3, p.315-321, 1995.
- BERGAMASCHINE, A.F. ; GUATURA, A. ; ISEPON, O.J. ; ALVES, J.B. Digestibilidade e degradação in situ da silagem de girassol confeccionada com diferentes teores de matéria seca e aditivo microbiano. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. (CD-Rom)
- BUENO, M.S.; FERRARI JÚNIOR, E.; LEINZ, F.F.; BIANCHINI, D.; RODRIGUES, C.F.C.; POSSENTI, R.A. Silagens de milho ou girassol com diferentes proporções de ração concentrada na dieta de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. (CD-Rom)
- CARNEIRO, J.C.; SILVA, J.O.; VIANA, A.C.; FERREIRA, J.; BORDONI, C. Avaliação da digestibilidade "in situ" da matéria seca e da fibra em detergente neutro de silagens de milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e girassol (*Helianthus annuus*). In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. (CD-Rom)
- COTTE, A. Le tournesol - fourrage. Sunflower for foffer. **Herbage Abstract**, v.29, n.2, p.92, 1959.
- EDWARDS, R. A.; McDONALD, P. **Fermentation of Silage - A Review**. West Des Moines: Iowa, 1978, 115p.
- FREIRE, E. M. **Padrão de fermentação das silagens de cinco híbridos de girassol**. Belo Horizonte. UFMG. Escola de Veterinária, 2001. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R. **Produção e utilização de silagem de girassol**. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1, 2000, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2000. p.203-236.
- GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T.R. Utilização do girassol como silagem para alimentação bovina. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 13, SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 1, 1999, Itumbiara. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.21-30. (Documentos, 135)
- GONÇALVES, N.P.; KAKIDA, J.; MARINATO, R.; ALMEIDA, T.C. Época, espaçamento, densidade de plantio e irrigação para a cultura do girassol. **Informe Agropecuário**. v.7, n.82, p.78-80, 1981.
- HARPER, F.; DONALDSON, E.; HENDERSON, A.R.; EDWARDS, R.A. The potential of sunflower as a crop for ensilage and zero grazing in northern Britain. **Journal of Agricultural Science** (Camb.). n.96, v.1, p.45-53, 1981.

- HUBBEL, D.S.; HARRISON, K.F.; DANIELS, L.B.; STALLCUP, O.T. Comparison of corn silage and sunflower silage for lactating Jersey cows. **Arkansas Farm Research**, v. 34, n. 1, p. 7, 1985.
- JAYME, D.G. **Qualidade das silagens de genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) confeiteiros e produtores de óleo**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003. 42p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia)
- KERCHER, C.J.; SMITH, W.L.; JACKSON, G. Type of silages and chopped or baled alfalfa hay and silages for wintering beef calves. **Journal of Animal Science**. v.61, suppl.1, p.327, 1985. (Supplement)
- KO, H.J.F. **Consumo voluntário e digestibilidade aparente das silagens de quatro (Rumbosol 91, M734, C11, S430) genótipos de girassol (*Helianthus annuus*)**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002. 66p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia)
- LEITE, L.A. **Silagem de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002. 47p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia).
- LEITE, L.A. **Silagem de girassol e associações para vacas leiteiras em lactação**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2007. 105p. (Tese, Doutorado em Zootecnia)
- LEITE, L. A., Silva, B. O., Reis, R. B., et al., Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 58, p. 1192-1198, 2006.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MARX, G.D. Utilization of sunflower silage, sunflower hulls with poultry litter and sunflower hulls mixed with corn silage for growing dairy animals. **Journal of Dairy Science**. v.60, suppl.1, p.112, 1977.
- McGUFFEY, R.K.; SCHINGOETHE, D.J. Feeding value of high oil variety of sunflowers as silage to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.7, p.1109-1113, 1980.
- MORRISON, S.B. **Alimentos e alimentação dos animais**. 2º ed. São Paulo: Melhoramentos, 1966. 892p.
- PEREIRA, L.G.R. **Potencial forrageiro da cultura do girassol (*Helianthus annuus*) para produção de silagem**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2003. 160p. (Tese, Doutorado em Ciência Animal)
- PORTO, P.P., **Perfil de fermentação das silagens de 3 genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) com aditivos**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002. 66p. Dissertação (Mestrado em zootecnia).
- REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; TOSI, H.; SILVEIRA, A.C.; BERNARDES, T.F.. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus* L.) como

- planta forrageira para ensilagem na safrinha, em diferentes épocas de cortes. ***Ciência e Agrotecnologia***, v.26, Edição Especial, p.1548-1553, 2002.
- RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F. Silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. ***Ciência Rural***. v.32, n.2, p.299-302, 2002.
- RODRIGUES, P.H.M.; ALMEIDA, T.F.; MELOTTI, L.; TAVARES, A.S.J.; CUNHA, P.J.K. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e sobre a fermentação da silagem de girassol produzida em silos experimentais. ***Revista Brasileira de Zootecnia***. v.30, n.6S, p.2169-2175, 2001.
- SCHINGOETHE, D.J.; SKYBERG, E.W.; ROOK, J.A. Chemical composition of sunflower silage as influenced by additions of urea, dried whey and sodium hydroxide. ***Journal of Animal Science***. v.50, n.4, p.529-625, 1980.
- SCHUSTER, W. Sunflower, an ideal fodder plant. ***Herbage Abstracts***, v.25, n.4, p.225, 1955.
- SILVA, B.O.; LEITE, L.A.; FERREIRA, M.I.C.; FONSECA, L.M.; REIS, R.B. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. ***Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia***. v.56, n.6, p.750-756, 2004.
- SNEDDON, D.M., THOMAS, V.M., ROFFER, R.E.; MURRAY, G.A. Laboratory investigations of hidroxide-treatment sunflower or alfafa-grass silage. ***Journal of Animal Science***. v.53, n.6, p.1623-1628, 1981.
- SOUZA, B.P.S. ***Momento de colheita de quatro genótipos de girassol (Helianthus annuus L.)***. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002. 47p. dissertação (mestrado em zootecnia)
- THOMAS, V.M.; MURRAY, G.A.; THACKER, D.L.; SNEDDON, D.N. Sunflower silage in rations for laetantig Holsteins cows. ***Journal of Dairy Science***. v.65, n.2, p.267-270, 1982a.
- THOMAS, V.M., SNEDDON, D.N., ROFFLER, R.E.; MURRAY, G.A. Digestibility and feeding value of sunflower silage for beef steers. ***Journal of Animal Science***. v.54, n.5, p.933-937, 1982b.
- TOMICH, T.R., GONÇALVES, L.C., TOMICH, R.G.P. RODRIGUES, J.A.; BORGES, I. Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. ***Revista Brasileira de Zootecnia***. v.33, n.6, p.1672-1682, 2004. (Supl. 1)
- TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003a, 20p. (Documentos, 57)
- TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; CARVALHO, A.U. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. ***Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia***. v.55, n.6, p.756-762, 2003b.

- TOSI, H.; SILVEIRA, A.C.; FARIA, V.P.; PEREIRA, R.L. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 4, n. 1, p. 39-48, 1975.
- VALADARES FILHO, S.C., ROCHA JÚNIOR, V.R., CAPPELLE, E.R. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV; DZO; DPI. 2001, 297p.
- VALDEZ, F.R. ; HARRISON, J.H. ; DEETZ, D.A. ; FRANSEN, S.C. In vivo digestibility of corn and sunflower intercropped as a silage crop. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.7, p.1860-1867, 1988a.
- VALDEZ, F.R., HARRISON, J.H., FRASEN, S.C. Effect of feeding sunflower silage on milk production, milk composition, and rumen fermentation of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.9, p.2462-2469, 1988b.
- VALLE, C.A. ; VIEIRA, F.A.F. ; BORGES, I ; GONÇALVES, L.C. ; RODRIGUEZ, N.M. ; SALIBA, E.O.S. ; BORGES, A.L.C.C. ; RODRIGUES, J.A.S. ; FARIA, M.B. Efeito do uso de aditivos na digestibilidade *in vitro* da matéria seca, extrato etéreo e frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001a. (CD-Rom)
- VALLE, C.A. ; VIEIRA, F.A.F. ; BORGES, I. ; GONÇALVES, L.C. ; RODRIGUEZ, N.M. ; SALIBA, E.O.S. ; BORGES, A.L.C.C. ; RODRIGUES, J.A.S. ; FERREIRA, M.I.C Efeito do uso de aditivos nos teores de carboidratos solúveis e de ácidos orgânicos de silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001b. (CD-Rom)
- VANDERSALL, J.H.; LANARI, D. Sunflower versus corn silage at two grain ratios fed to cows. **Journal of Dairy Science**. v.56, n.10, p.1384, 1973. (Abstracts)