

Cómo utilizar la soja y sus sub-productos en la alimentación del ganado lechero

Fuente: www.engormix.com

Introducción

En el país, el crecimiento del cultivo de soja ha sido vertiginoso en los últimos dos años y si bien su principal destino es la exportación, es posible además utilizarlo en el mercado interno como alimento para el ganado bovino. Muchos productores están interesados en dar uso, por ejemplo, al cultivo completo de soja que por razones climáticas no se pudo cosechar o si se cosechó el rinde es muy bajo, o bien el poroto tiene una muy baja calidad (y precio) en el mercado. En estos casos destinarlos para el consumo animal es una opción más que interesante. El material post-cosecha (rastrajo) también es visto como una oportunidad, a pesar de sus serias limitaciones como alimento.

Debido al interés creciente en el tema, el objetivo de este artículo es el de informar sobre las características de la soja, en sus diferentes formas, para ser utilizada eficientemente en dietas balanceadas para el ganado lechero.

Productos y subproductos de la soja

Algunos productos y subproductos del cultivo de soja son muy populares y tradicionales en la alimentación animal, el poroto (la semilla entera) y el residuo de extracción de aceite (harina, torta; expeller) son ingredientes básicos en los concentrados de aves, cerdos y terneros de tambo. Estos y otros productos, como el forraje (verde o seco) también se pueden utilizar en las dietas del ganado lechero, pero no siempre se conocen sus alcances y limitaciones.

En la Tabla 1 se presenta, a modo orientativo, la composición química y el valor nutritivo de diferentes productos y subproductos del cultivo de soja. La información presentada corresponde a la base de datos del Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela de INTA y pueden considerarse como valores promedio bastante representativos de los que se pueden encontrar en el medio.

Tabla 1: Composición química y valor nutritivo promedios de diferentes formas del cultivo de soja

Item	Poroto(semilla entera, cruda)	Sojilla(residuo clasificación (1))	Expeller(harina extracción solvente)	Cáscara(Cubierta exterior del poroto)	Planta entera(ciclo cumplido)	Planta entera(estad vegetativo(2))	Rastrojo(Residuo post-cosecha)
Materia Seca%	87.3	90.6	89.2	86.9	84.2	22.0	86.6
Proteína Bruta%	32.5	25.6	44.5	16.8	24.1	22	6.9 (3)
Fibra D. Neutro %	23.2	50.3	15.0	62.3	52.3	45	72.2
Fibra D. Acido %	18.7	38.7	8.9	54.2	41.9	30.0	61.9
Lignina %	6.4	8.5	0.7	1.2	12.0	8.0	11.8
Lípidos	17.8	10	2.5	3.5	13.7	2.5	1.2
Cenizas%	6.6	12.7	6.4	12.0	6.2	8.9	16.2 (4)
Energía (EM-Mcal/kg MS-)	3.6	2.58	3.29	2.45	2.22	2.38	0.98

(Fuente: Lab. Producción Animal- AIPA- EEA Rafaela-INTA)

(1) su composición química puede ser muy variable

(2) cultivo de 45-60 cm de altura

(3) del total de PB la PB "disponible" es menor a 4,5%

(4) No menos del 30% del total de cenizas es debida a contaminación con tierra

Poroto de soja (semilla sin vaina): Es esencialmente un producto energético-proteico y se puede utilizar en las raciones como la semilla de algodón. Al igual que ésta es rica en aceites (polinsaturados) y su proteína es de alto valor biológico, rica en lisina y metionina (ambos aminoácidos considerados limitantes para síntesis de leche). A diferencia de la semilla de algodón, el poroto no suministra fibra de tipo "efectiva" y en todos los casos hay que procesarlo (quebrado) previamente. Pero cabe aclarar que no hay información contundente sobre los niveles de sustitución de soja por algodón para nuestras condiciones de producción.

Si va destinado al ganado adulto (rumiante funcional) se puede suministrar "crudo" sin inconvenientes, siempre que se respeten las cantidades máximas recomendadas. En tal sentido, tanto para vacas secas como en producción, aún si la deficiencia energética y proteica fuese muy severa, no deberíamos suministrarlo en una proporción mayor al 20% de la materia seca total de la dieta o una cantidad tal que, con los demás ingredientes no se supere el 6 a 7% de lípidos totales en la ración. Como con otros concentrados, se requiere un acostumbramiento previo, comenzando los suministros con pequeñas cantidades (un 15 a 20% de la cantidad final a suministrar). Si no se tienen en cuenta estas recomendaciones se pueden producir trastornos digestivos y metabólicos (intestinales; hepáticos) que

afectarán la salud y el desempeño productivo de los animales. Además, cuando la ingestión de lípidos supera los límites recomendados, se afecta la fermentación ruminal (principalmente de la fibra) y consecuentemente se desequilibra el aporte total de nutrientes a los tejidos del animal (incluida la síntesis de leche).

Con respecto a la proteína, la degradabilidad ruminal del poroto de soja crudo es normalmente alta (> 75%) por lo que, para obtener una fuente de proteína "pasante" (proteína "by pass") se debería "tostar", o sea, aplicar una elevada temperatura (120-140°C), con lo que se logra que baje la degradabilidad a menos del 45% y no se altere la digestibilidad de los lípidos. Con respecto a los aceites, se ha visto además, que la suplementación con soja (tostada principalmente), incrementa significativamente las concentraciones de ácido linoleico conjugado (CLA) y la relación entre los ácidos grasos Omega 3/Omega 6 en leche. Estos compuestos se consideran de tipo nutracéuticos, los CLA anticancerígenos y Omega 3/Omega 6 con la disminución de enfermedades cardiovasculares.

El poroto de soja en la alimentación de terneros

Ahora bien, si el destino de este recurso es la alimentación de terneros o categorías muy jóvenes de ganado, al poroto hay que "desactivarlo" previamente. El poroto de soja crudo (tal cual se cosecha) posee factores antinutricionales tóxicos: inhibidores de la tripsina (disminuyen la digestión péptica de la proteína), hemoaglutininas (anticoagulante) y un inhibidor de la vitamina A, todos ellos termo-lábiles. Por tal motivo, el calentamiento de las semillas o de las harinas es una necesidad para suministrarlo a los no- rumiantes.

Un calentamiento deficiente no asegura la destrucción de los inhibidores, mientras que un sobre-calentamiento (> 140° C) afecta negativamente la calidad de la proteína. Un correcto proceso de desactivado inhibe la actividad ureásica. La actividad ureásica, que le confiere un sabor ácido al poroto, es un claro indicador de la presencia del factor anti-tripsina. De acuerdo a los estándares de referencia, la actividad ureásica de la soja correctamente tratada con calor debe encontrarse en alrededor de 0,2 unidades de pH.

Almacenamiento del poroto de soja

Un adecuado almacenamiento de los alimentos es esencial para preservar su calidad y valor nutritivo. Si el poroto se cosecha, por ejemplo, con un alto grado de humedad (>17%) y las condiciones del sitio de depósito no son las adecuadas, el material comenzará a

"calentarse" espontáneamente, llegando incluso a la combustión casi total (el poroto queda con un aspecto de carbón). Este proceso se denomina "reacción de Maillard". Esta reacción química, también conocida como "caramelización" forma compuestos indigestibles, parecidos biológicamente a la lignina, que no permiten que los nutrientes (proteínas y carbohidratos) se digieran eficientemente.

La reacción de Maillard puede suceder en cualquier otro alimento, incluso en los de tipo voluminosos ricos en fibra como heno y silajes, siempre que se encuentren en deficientes condiciones de almacenamiento (confiere al forraje un aspecto "marrón-tabaco"). Por esta razón, se recomienda solicitar al laboratorio el análisis de Nitrógeno Insoluble en Detergente Acido (NIDA), que ayudará a interpretar, indirectamente, si hubo o no reacción de Maillard y directamente a cuantificar la cantidad de nitrógeno ligado a la fibra, para calcular cuánta proteína estará realmente disponible para el animal.

Cultivo ciclo completo (planta entera, semillada, que no se pudo cosechar): Este recurso es fuente de fibra, a la vez que de proteína y energía (por su contenido en porotos). Sin embargo, su fibra es de extrema baja calidad (por la concentración de lignina de los tallos y de las vainas). Por estas razones, para utilizarlo con mejor eficiencia es preferible primero "levantarlo" del campo (por ejemplo haciendo rollos) y luego procesarlo para su consumo.

La mejor manera es pasarlo por la moledora de rollos (dejando partículas de forraje de 3 a 5 cm de longitud) y luego dosificar las cantidades necesarias. Si el cultivo posee muchas semillas tener precaución y seguir las recomendaciones que se sugieren cuando se suministra el poroto solo, aunque si el material se enrolla, hay que tener presente que muchas semillas pueden perderse de las vainas y caer al suelo. Si por caso se utiliza en "pastoreo" directo, hacerlo con el sistema de franjas diarias, regulando con mucho cuidado la carga animal y el tiempo de permanencia de los animales, para evitar que algunos se "empachen"(con efecto laxante) por haber seleccionado sólo los porotos.

Cultivo en estado vegetativo: Es posible utilizar el cultivo de soja como una especie forrajera, tanto para pastoreo directo como para heno y ensilaje. Existen algunos antecedentes a nivel mundial sobre la utilización de estos recursos, tal es el caso de los trabajos realizados en INTA Rafaela, donde se evaluó la soja bajo pastoreo, como una alternativa de "verdeo verano".

Estos estudios indican que la soja puede brindar una alta disponibilidad de forraje de muy buen valor nutritivo, a niveles comparativos al de una pastura de alfalfa y que para producción de

leche puede constituir una opción de mejor calidad que los tradicionales sorgos forrajeros (en uno de los ensayos se obtuvieron 3,2 litros/vaca/día más con pastoreo de soja que con sorgo forrajero) La altura del cultivo al inicio de los pastoreos es de gran importancia ya que no solo influye en el rendimiento de materia seca sino también en la selectividad de la dieta del animal (preferencia de hojas y tallos tiernos).

Si bien a mayor altura (60 cm) se logran más altos rindes, a 45 cm se obtiene el mejor valor nutritivo y una utilización más homogénea de hojas y tallos. Para que el heno sea de calidad, se debe partir de un cultivo con abundantes hojas y tallos tiernos (40-50cm de altura). Con respecto al ensilaje, la información disponible es escasa, aunque indica un recurso de valor nutritivo interesante para producción de leche.

Rastrojo (residuo de la cosecha): Recurso fibroso de muy baja calidad que, si se utiliza como principal ingrediente no permite abastecer los mínimos requerimientos de mantenimiento, aún de las categorías de menores necesidades.

En este recurso, los tallos representan la parte más importante, los que se tornan "leñosos" cuando el cultivo ha completado su ciclo, ya que la pared celular se impregna masivamente con lignina. Recordemos que la lignina es un compuesto fenólico considerado como un factor de anti-calidad puesto que no sólo es de digestibilidad "nula" sino que además constituye una barrera que limita la digestibilidad de los otros componentes digestibles de la planta. Además es un recurso fácil de contaminarse con tierra (sílice) y otros elementos del ambiente.

A pesar de esto, es posible utilizarlo a modo de "acción mecánica ruminal" (fibra efectiva) en aquellas dietas muy altas en concentrado, donde este principio es escaso y hay alto riesgo de acidosis. Sin embargo, la regulación del consumo debe estar en extremo controlada, de manera de no superar el 5 a 8% de la materia seca total suministrada. Pero si se superan estas proporciones o se utiliza como principal o única fuente de fibra (como suelen utilizarse los rollos tradicionales de alfalfa o de moha) el ganado perderá peso y condición corporal rápidamente. No se recomienda su uso bajo condiciones de pastoreo, justamente porque es imposible controlar el nivel de ingestión. En general, el ganado tiende a rechazar este material ya que es muy poco palatable.

Sojilla (descarte de la clasificación de los porotos). Este subproducto es uno de los más interesantes desde el punto de vista nutricional y puede incorporarse en las dietas con las mismas consideraciones que el poroto entero, puesto que sigue siendo un alimento de tipo

"concentrado". No obstante es necesario tener a mano el análisis de calidad (composición química y valor nutritivo) ya que puede haber una gran variabilidad y dilución del valor energético-proteico. Esta variabilidad deriva principalmente de la proporción de elementos extraños que puedan estar acompañando al poroto (semillas de malezas, tierra, restos de la planta, etc.).

En la mayoría de los casos no es necesario moler el material, ya que casi todas las semillas están partidas en trozos muy pequeños. Como regla general, para animales adultos no se recomienda utilizarlos en más de 5 kg/vaca/día.

Expeller (residuos de extracción de aceite): Este es un subproducto tradicional y referente de las fuentes vegetales de proteínas disponibles para la alimentación animal. Al igual que el poroto posee una proteína de alto valor biológico (lisina y metionina). Su valor nutricional puede variar en función del método utilizado para extraer el aceite.

Si se extrae por solvente generalmente posee mayor concentración proteica y menor de lípidos y fibra, en comparación a la extracción mecánica. En términos generales, cuando más "ineficiente" es el método de extracción de aceite, mayor valor energético tendrá el expeller. Al tratarse de un típico ingrediente proteico, bajo las condiciones de producción de leche del país, este subproducto es una excelente fuente de proteínas para complementar las dietas de otoño-invierno, altas en silajes de maíz o sorgos y escasas en pasturas verdes.

Al igual que con el poroto entero, se sugiere no suministrarlo como único ingrediente concentrado sino en un "mix" con granos clásicos de cereales (maíz, sorgo, trigo, etc.) u otras fuentes de carbohidratos solubles. No obstante, aún ante situaciones extremas de deficiencia proteica, las recomendaciones de suministro para un amplio rango de producción de leche (14 a 30 litros/vaca/día) son las de no superar los 3 kg de MS/animal/día. Obviamente las dietas se deben balancear además con otros ingredientes. También se recomienda solicitar el análisis de NIDA, para verificar la proteína verdaderamente disponible para el animal.

Cáscaras de Soja.

Son las cubiertas exteriores de los porotos, las que se desprenden y recuperan durante el procesamiento de los granos, como residuo de zaranda. No es un sub-producto muy popular en Argentina y no se disponen de muchos análisis locales de calidad.

Aunque son de alto contenido en fibra detergente neutro (> 60%), la misma es de alta digestibilidad ruminal (>80%) por lo que puede ser empleada como fuente de fibra fermentescible y para reducir el impacto de los carbohidratos no estructurales (CNE). Los valores máximos recomendados de inclusión en las dietas no deberían exceder los 6 kg/animal/día. La inclusión de cáscaras de soja en las dietas de vacas en lactancia temprana permitiría formularlas con alta densidad energética, al mismo tiempo que con alto tenor de fibra (FDN) y moderado de CNE. Es un recurso que actualmente está siendo muy investigado en USA para equilibrar las dietas de vacas en transición a la lactancia.

Sin embargo, y de acuerdo también con la bibliografía debe tenerse en cuenta que se trata de un producto de una calidad poco uniforme, cómo lo demuestra la gran variabilidad entre los valores máximos y mínimos encontrados (> del 20%), por lo que es altamente recomendable tomar decisiones acerca de su empleo sobre la base de análisis químicos de cada partida.

Utilización de soja dañada por lluvias

Los cultivos de soja que por inclemencias climáticas no se pudieron cosechar o bien, si se cosecharon las semillas tiene baja calidad (poco valor de mercado) son recursos muy proclives a contaminarse, sobre todo si el ambiente es muy húmedo y las condiciones de almacenamiento son inadecuadas. El desarrollo de HONGOS, levaduras y bacterias en los alimentos, potenciales productores de compuestos tóxicos, pondrán en riesgo la productividad y la salud del animal y obviamente la salud humana (en la manipulación del cultivo, algunos hongos de los rastrojos pueden ocasionar problemas alérgicos y respiratorios)

Muchas veces los análisis de laboratorio pueden indicar que desde el punto de vista de su composición química estos recursos son "normales" dentro de su tipo. Sin embargo, desde el punto de vista microbiológico pueden ser altamente riesgosos para ser utilizados en ganado lechero.

En la Tabla 2 se presentan los datos de composición química y microbiológica de cuatro muestras (una del cultivo completo que no se pudo cosechar y tres de porotos de distintas cosechas), todas las muestras estuvieron dañadas por las lluvias y si bien son pocas, de acuerdo a las evaluaciones empíricas de campo que se realizaron se consideran muy representativas de la zona de Santa Fe afectada por las contingencias climáticas del otoño de 2003.

Tabla 2: Composición química y microbiológica de muestras de soja (Fuente: Lab. Producción Animal- AIPA- EEA Rafaela-INTA)

Item	Planta entera	Poroto 1	Poroto 2	Poroto 3
MS%	83.5	90.37	82.88	88.59
PB%	23.93	36.5	36.34	37.11
FDN%	49.49	22.92	25.94	20.66
FDA%	43.39	19.44	18.63	18.05
LDA%	10.94	4.84	6.98	7.44
EE%	13.96	26.45	28.05	26.84
Cenizas%	5.7	6.17	6.98	13.42
EM Mcal/kg MS	2.2	3.67	3.78	3.59
aflatoxinas ppb	no detectada (nd)	Nd	Nd	Nd
Zearolenona ppb (250ppb *)	>3000	2500	>3000	>3000
DON (Vomitoxina) ppb (300ppb *)	450	660	500	450

(* ppb) valores de referencia que no deben superarse en la dieta de vacas lecheras y categorías jóvenes de ganado.

Como se aprecia, los datos de composición y valor nutritivo se pueden considerar "normales" (ver Tabla 1), sin embargo los niveles de contaminación con micotoxinas son importantes, a pesar de no haberse detectado aflatoxinas.

Hay que tener en cuenta, que cuando un alimento posee más de 105 Unidades Formadoras de Colonia/gramo, se constatan pérdidas de calidad química, independientemente si estos hongos son o no productores de micotoxinas.

Las micotoxinas en los alimentos para el ganado

En general se considera que :

a) Los hongos pueden provocar en los animales:

- Rechazo del alimento debido a la alteración de las características organolépticas.
- Disminución de la eficiencia de conversión en el animal por una deficiencia nutritiva y energética.
- Micosis en los animales, con la producción de enfermedades y problemas según los diferentes los géneros de hongos

b) Las micotoxinas pueden provocar en los animales:

- Alteración de la absorción y del metabolismo de los nutrientes
- Cambios en las funciones endócrina y neuroendócrina
- Supresión del sistema inmunológico.

Existe un elevado número de agentes micotóxicos producidos por una variada gama de hongos. Los hongos productores de micotoxinas pueden clasificarse como 1) "de campo" (básicamente género *Fusarium*) y 2) "de almacenamiento" (*Aspergillus* y *Penicillium*). Las aflatoxinas producidas por *Aspergillus* son las más peligrosas por su potencia, tipo de daño, lo irreversible del daño en muchos casos y porque se pueden acumular en productos animales y continuar contaminando la cadena alimentaria (leche, carne, huevos, etc.).

Entre las micotoxinas más frecuentes y más tóxicas derivadas de los hongos "de campo" se encuentran la Zearolenona y los Tricotecenos (Vomitoxina - DON-; toxina T2 y DAS). En general en los protocolos de análisis de contaminación se enfatiza en determinar la presencia de Zearolenona y de DON, pues son de alta frecuencia de aparición y su presencia es fuerte indicio de existencia de otros agentes micotóxicos. Además, su ausencia es un indicador relativamente confiable de material libre de micotoxinas.

Por otra parte, si en un alimento están presentes dos o más micotoxinas, como en los casos presentados aquí (Tabla 2) con Zearolenona + DON, se produce un efecto sinérgico potenciándose la peligrosidad.

Los recursos del ejemplo de la Tabla 2 podrían utilizarse para la alimentación del ganado siempre y cuando se incorporen a la dieta secuestrantes de micotoxinas, que sean efectivos y económicos y siempre y cuando el resto de los ingredientes de la dieta estén libres de micotoxinas.

En el caso de los secuestrantes de toxinas (de uso muy común en los balanceados y raciones de aves y cerdos), hay que tener en cuenta por ejemplo, que los aluminosilicatos tienen alta efectividad para aflatoxinas pero baja para Zearolenona y DON, que las "tierras de diatomea" tienen alta selectividad para aflatoxinas y mediana para Zearolenona; los mananoligosacáridos (MOS) modificados, derivados de la pared celular de levaduras, tienen alta efectividad para aflatoxinas y Zearolenona y mediana para DON. Como se puede apreciar no existe un secuestrante de toxinas "universal", por lo que primero se debe analizar el material para conocer las toxinas predominantes.

Pero si los valores de micotoxinas son más bajos de los reportados aquí, digamos sólo un 10 a 15% mayores que los valores de referencia, tanto el cultivo entero de soja como el poroto se pueden

incorporar a las dietas, siempre que el resto de los alimentos no estén contaminados, de esta manera esa baja contaminación de la soja se "diluye" en la dieta con los otros alimentos que están libres.

Conclusiones:

De la producción y elaboración de alimentos para el hombre se pueden originar numerosos subproductos y residuos de valor potencial para la alimentación de los animales de granja.

Un mismo cultivo, en este caso específico la soja, puede dar lugar a recursos alimenticios de características nutricionales muy diferentes (poroto, rastrojo, harinas proteicas, forraje verde, etc.), que pueden ser muy concentrados en uno o más principios (proteínas, lípidos, fibra, lignina, etc.), a la vez que muy susceptibles a contaminarse y deteriorar su valor nutricional.

Por estas razones se recomienda analizar cuidadosamente cada uno de los materiales, tanto desde el punto de vista químico como microbiológico, para poder combinarlos adecuadamente con otros ingredientes en dietas balanceadas de mínimo costo y máximo beneficio.

Autor: Lic. Química Mónica Gaggiotti e Ing. Agr. Miriam Gallardo, INTA Rafaela, Santa Fe, Argentina