

SOJA, HARINAS DE EXTRACCIÓN PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO. UN ANÁLISIS DE LAS CUALIDADES NUTRICIONALES DE LOS DIFERENTES TIPOS, DE ACUERDO AL MÉTODO DE EXTRACCIÓN UTILIZADO

Ing. Agr. Miriam Gallardo. 2008. E.E.A. Rafaela INTA.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos](#)

INTRODUCCIÓN

A diferencia de otros países productores de leche bajo pastoreo, la república Argentina tiene un alto potencial agrícola. Es evidente el crecimiento de la producción de soja y sus derivados es un fenómeno trascendente y fundamental, tanto desde el punto de vista económico como social. En la campaña 2006/07, la soja representó más del 55% del total de los granos producidos, considerando los cinco cultivos más difundidos en la pampa húmeda.

En este marco, el productor de leche se encuentra con una oferta muy importante de soja y sus subproductos industriales, como aliados clave para incorporar a sus planteos productivos.

TIPOS DE RESIDUOS SEGÚN MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE

La soja es la oleaginosa por excelencia, durante el proceso de extracción de aceites se generan varios subproductos como harinas, expeller, cascarillas, gomas, lecitina, que son ampliamente utilizados para la industria en general y para la de alimentación humana y animal en particular.

De acuerdo a la normativa vigente en Argentina (SAGPyA, Norma XIX: 317/99) “se entiende por subproductos oleaginosos, a los residuos sólidos resultantes de la extracción industrial del aceite de granos oleaginosos, obtenidos por presión y/o disolvente, provenientes de la elaboración de mercadería normal, sin el agregado de cuerpos extraños ni aglutinante”

En función del proceso de industrialización a que se someta la materia prima, la norma establece para la comercialización de estos insumos la siguiente clasificación:

- a) **Expellers:** “Son los residuos de elaboración por prensa continua”.
- b) **Harina de extracción:** “Son los residuos de la elaboración por disolvente y salvo estipulación especial no se diferencian por su granulación, pudiendo ser fina, en grumos, aglomerados o pedazos, según los distintos sistemas de extracción y secado”.
- c) **Pellets:** “Son los comprimidos (cilindros) provenientes de los residuos de la extracción del aceite de los granos oleaginosos definidos anteriormente. El largo y el diámetro de los comprimidos podrán ser de cualquier medida, salvo estipulaciones expresas en el boleto de compra-venta.”

Entonces, de acuerdo a la normativa, cuando se hace referencia a “expeller” se trata del material de extracción por prensado, “harina” es el material obtenido por solvente y “pellets” se denomina a la forma física (comprimidos) de presentación de estos subproductos.

Si bien en los últimos 2 a 3 años se han instalado en la zona núcleo una cantidad de pequeñas industrias que extraen el aceite utilizando los clásicos y sencillos métodos de prensado, en Argentina la principal forma de extracción de aceites de soja se realiza combinando presión-solvente (P-S). Pero cuando se habla de “pellets” (los cilindros compactos de largo y diámetros variables) se debe considerar que éstos pueden fabricarse tanto a partir de expeller como de harinas o de la combinación P-S.

Sin embargo, debido a que actualmente los mercados internacionales son cada vez más exigentes, sobre todo cuando se trata de producir harinas de extracción para el consumo humano o para animales de alto desempeño productivo, las innovaciones tecnológicas en esta materia están a la orden del día, tal es el caso del proceso de “extrusión”.

La **Harina Extrudida** de soja es el material sometido a un proceso, la extrusión, que consiste en dar forma física al producto forzándolo a través de una abertura, en una matriz de diseño especial. Durante la extrusión el porto de soja, previa limpieza, es obligado a pasar por un tornillo sinfín que gira a cierta velocidad, generando alta presión y temperatura. Las extrusoras tienen elementos comunes en diseño y función pero no todas son iguales (se clasifican como húmedas o secas y como simples o de doble hélice) y estas diferencias tienen efectos importantes sobre las características del producto final. La extrusión también se puede combinar con el prensado, produciendo harinas extrusión-prensado (E-P) de alta calidad .

EFECTOS DE LA TEMPERATURA APLICADA EN EL PROCESO SOBRE LA CALIDAD DE LOS EXPELLER Y HARINAS

Desde el punto de vista de la nutrición animal los expeller y las harinas de soja en sus diferentes formas son alimentos de alto valor alimenticio porque representan la principal fuente de proteína (y de aminoácidos esenciales) para muchas especies de interés comercial: aves, cerdos y ganado de leche y carne.

Sin embargo, la composición química y el valor nutritivo de estos residuos industriales es muy variable y el método industrial utilizado para la extracción de aceite, junto a la calidad de la materia prima de origen (porotos) representan las fuentes de variación más importantes.

A pesar de su elevado valor nutritivo el poroto de soja “crudo” contiene un buen número de factores antinutritivos. Los más importantes son los factores antitripsicos, la ureasa y las lectinas que son termolábiles, por lo que su contenido después de un correcto procesado térmico se reducen significativamente (<2,5 ppm, <0,3 ud DpH y 0,5 mmoles/g para estos compuestos, respectivamente). El poroto posee también principios antigénicos termoestables (glicinina y β -conglucininina) que causan respuesta inmunológica, daños en la mucosa intestinal y diarrea en animales jóvenes (especialmente en terneros).

Por esta razón es fundamental un correcto control de la temperatura durante el proceso de manufactura porque la falta de cocción (soja “cruda”) puede causar serios problemas de salud y desempeño de los animales (monogástricos y rumiantes muy jóvenes).

Sin embargo, los excesos de calor también pueden dañar la calidad del poroto, principalmente sus proteínas. Si las temperaturas son excesivamente altas y aplicadas por tiempos muy prolongados las proteínas cambian su configuración, disminuyendo significativamente la digestibilidad. Pero si el calor y el tiempo de cocción se controlan adecuadamente, los efectos pueden ser positivos al disminuir la degradabilidad ruminal de las proteínas e incrementar la fracción de proteína no-degradable o “pasante”. Con una cocción equilibrada también puede mejorar la digestibilidad de los demás componentes del poroto (carbohidratos, aceites)

Para obtener una adecuada cantidad de “proteína pasante” de alta digestibilidad duodenal las condiciones del calentamiento (tiempo y nivel de humedad) deben controlarse estrictamente ya que el exceso de calor conduce a la formación de productos indigestibles, a través de la conocida *reacción de Maillard*.

La *reacción de Maillard* es un proceso no-enzimático de “caramelización”, donde los residuos de los azúcares se condensan con ciertos aminoácidos, seguido de una polimerización, para formar una sustancia de color marrón que posee muchas de las características químicas de la lignina. La lignina (compuestos fenólicos que se encuentran normalmente en los vegetales maduros) es totalmente indigestible para todos los animales. Además, durante la reacción de Maillard se pierden importantes cantidades de aminoácidos esenciales, como el caso de la lisina que es particularmente sensible al daño por calor.

En términos generales, los expeller (prensa) y las harinas extrudidas corren más riesgo de contener comparativamente más productos Maillard que las harinas comunes de extracción por solvente. Sin embargo, si durante la extracción con solvente las temperaturas aplicadas fuesen bajas, el material podría salir “crudo”, con los factores antinutricionales en plena vigencia.

INDICADORES DE CALIDAD DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN Y DEL VALOR NUTRITIVO DE LAS HARINAS

El nivel de factores antinutricionales se estima de manera indirecta mediante el test de actividad ureásica (incremento en las unidades de pH). En la soja “cruda”, la enzima ureasa se desnaturaliza a la misma velocidad que el inhibidor de la tripsina y en virtud de que es más sencillo determinar en el laboratorio la actividad ureásica que los inhibidores de tripsina, es que en la industria se utiliza esta prueba como una rutina rápida y sencilla y un indicador muy confiable de la presencia o no de factores antinutricionales. Las harinas con elevada actividad ureásica, cuyos valores exceden holgadamente los límites de tolerancia (límite máximo: 0.30 y límite exigido por los exportadores: 0.10) son siempre muy inestables y proclives a su contaminación.

La solubilidad de la proteína con de hidróxido de potasio se utiliza como indicador de la calidad del procesado de la soja. Cuando el poroto está “crudo” la solubilidad de la proteína es del 100% y va disminuyendo a medida que la temperatura aumenta. Mediante esta prueba analítica se consideran insuficientemente procesadas harinas con valores de solubilidad superior al 85% y las dañadas por calor aquellas cuya solubilidad es inferior al 75%.

No obstante, los laboratorios cuentan actualmente con otras técnicas muy confiables para determinar la calidad y estimar el valor nutritivo de estos subproductos. A continuación se describen las más significativas:

Proteína bruta (% PB), esta fracción incluye también las sustancias nitrogenadas no proteicas (NNP) como aminos, amidas, urea, nitratos, péptidos y aminoácidos aislados. No siempre un alto nivel de PB significa buen nivel proteico. Los compuestos NNP, solubles o muy degradables, poseen menor valor nutricional que las proteínas verdaderas.

Nitrógeno insoluble en detergente ácido e insoluble en detergente neutro (siglas NIDA y NIDIN/%NT, respectivamente), son indicadores indirectos de la proporción de proteínas y de carbohidratos dañados por

calor y por lo tanto, no disponibles para el animal. No son adecuados los valores superiores al 15% de nitrógeno total e indican que en el material se ha producido la reacción de Maillard.

Fibra detergente ácido (% FDA): Valores altos de NIDA generalmente están correlacionados con valores también altos de FDA, parámetro muy correlacionado con la digestibilidad completa del alimento.

Fibra detergente neutro (% FDN): Representa los componentes de la pared celular del alimento: hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. En los procesos donde no se ha “descascarillado” el poroto previamente, los valores de FDN suelen ser elevados. Sin embargo, si no hay daño por calor, las cascarillas son muy digestibles.

Degradabilidad de las proteínas: En nutrición de rumiantes, la proteína se clasifica de acuerdo su tasa de degradación ruminal en: proteína soluble (PS ó fracción “a”), degradable (PDR ó fracción “b”) y no-degradables en rumen (PNDR ó fracción “c”). Se determinan mediante la técnica de digestión “in situ”, utilizando “bolsitas de nylon” incubadas en el rumen de un animal canulado ad hoc.

La PS ó fracción “a” es el porcentaje de PB que instantáneamente se degrada en rumen y básicamente está compuesto por nitrógeno no proteico (NNP). Si el material posee mucha PS y las proteínas son muy degradables en rumen (fracción “b”) se pueden producir excesos de nitrógeno amoniacal ($N-NH_3$) durante la digestión ruminal y con ello grandes pérdidas de eficiencia metabólica.

Pero si los subproductos se dañaron por calor, la fracción “c” (PNDR) puede aumentar demasiado, dejando menos nitrógeno disponible para las bacterias del rumen y con serios riesgos de dejar una proteína de baja digestibilidad duodenal (digPNDR). La fracción “c”, junto a la proteína microbiana en el caso del rumiante, representa la fuente de aminoácidos esenciales (AE) para el animal.

Nota: la técnica de “solubilidad” con hidróxido de potasio utilizada para estimar el grado de cocción del poroto, no es equivalente a la que se aplica en nutrición para determinar la fracción “a” o proteína soluble.

Cenizas (%) Esta fracción está compuesta de minerales (macro y micro-elementos), tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente. En casi todos los alimentos para el ganado esta fracción es inferior al 10%. Si supera este valor, y no hay agregados de minerales ex profeso, hay fuertes sospechas de contaminación con tierra. En muchos casos es recomendable analizar en las cenizas los contenidos de minerales clave para el balance de la dieta (calcio, potasio; fósforo, magnesio, etc.).

Extracto etéreo (%EE). Es la fracción de lípidos del alimento que contiene los aceites remanentes de la extracción. Los expeller y harinas extrudidas con valores de EE superiores al 7 % deben manejarse con precaución ya que si se almacenan de manera poco apropiada se alteran rápidamente (rancidez). Además, en la formulación de la dieta estos ingredientes con altos lípidos deben incorporarse de manera equilibrada ya que los excesos pueden ser tóxicos para las bacterias ruminales.

Aminoácidos esenciales (AE): Para monogástricos, sobre todo animales en crecimiento, es conveniente analizar periódicamente en las partidas el nivel (%) de los AE más importantes en nutrición, principalmente lisina y metionina. Como se mencionara, ambos AE son muy sensibles al sobre-calentamiento.

EXPPELLER Y HARINAS DE SOJA: VALORES COMPARATIVOS DE CALIDAD Y VALOR NUTRITIVO

En términos generales, las harinas soja son de excelente calidad comparadas con las harinas de extracción de otras oleaginosas. Para ganado de leche y carne, por ejemplo, y desde el punto de vista estrictamente de la proteína, el siguiente ranking muestra las posiciones de calidad en orden descendente:

1. Soja y maní (descascarillados)
2. Lino y Girasol (alta energía, con menos 36% FDA);
3. Colza
4. Algodón
5. Girasol (baja energía, mayor a 40% FDA);
6. Cártamo

Pero es necesario enfatizar que para cada oleaginosa en cuestión, el proceso industrial aplicado es determinante de la calidad y del valor nutritivo. Para el caso de la soja, a modo orientativo, en la Tabla 1 se muestran los rangos de la composición química de expeller y harinas y algunos parámetros representativos del valor nutritivo, para bovinos de carne y leche. La información fue obtenida de la base de datos del laboratorio de Producción Animal INTA- Rafaela y de bibliografía nacional e internacional consultada.

Tabla 1: Composición química y valor nutricional, rangos máximos y mínimos promedios de expeller y harinas de soja para ganado de leche y carne..

Ítem	Tipo de residuo de extracción		
	Expeller	Harina P-S (prensa-solvente)	Harina E y E-P (extrusión y combinación extrusión + prensa)
	% base seca		
Materia seca	89- 95	88 – 93	91-94
Proteína Bruta	30- 42	44.0 – 53.8	45- 46
PND/% PB 1	58- 79	31- 42	65-70
Dig PND 2	0-93	87 -93	95
Lisina	2.3- 2.7	2.7 -3.02	2.6 -3.0
Metionina	0.52-0.58	0.6- 0.7	0.5-0.6
Fibra detergente neutro	12.0- 29.5	9.8 -14.9	10-12
Fibra detergente ácido	5.0- 11.0	6.0- 10.0	7-12
NIDA/NT	2.8-5.3	1.2-2.8	2.6-5.0
NIDIN	0.1-0.4	0.1-0.2	0.1-0.6
Lignina	0.0-9.5	0-0.5	0- 0.6
Extracto etéreo	4.0-13.0	0.42-2.57	5.5 -9.0
Cenizas	4.0-7.0	6.2-7.4	5.2- 7.5
Calcio	0.20-0.34	0.2-0.4	0.33
Fósforo	0.60-0.79	0.6-0.7	0.71
Magnesio	0.3-0.4	0.29-0.31	0.3-0.4
Potasio	2.12-3.01	2.40-2.46	2.1-2.5
Carbohidratos No Fibrosos (CNF)	25.0 -26.5	21.5- 39.5	25.5-28
ENI (Mcal/kg MS) 3	2.45 -2.67	2.41-2.7	2.5-2.7
ENgp (Mcal/kg MS) 4	1.67 -2.05	1.7-1.85	1.7-1.9

1-2: Estimación de la cantidad de proteína no degradable (PND) que puede llegar al duodeno y su digestibilidad (digPND), para vacas lecheras, de acuerdo a los cálculos de NRC 2001

3-4: ENI y ENgp (Mcal/kg MS): energía neta lactancia y ganancia de peso, respectivamente

Se puede apreciar en la tabla que las harinas son muy variables y los distintos procesos generan insumos de composición diferente.

Con respecto a la proteína las diferencias tanto en concentración como en calidad pueden ser notables. En la medida en que el proceso de extracción se hace más eficaz (menos aceite remanente) y además se procesen porotos descascarillados (sin fibra), el nivel de proteínas aumentará, como el caso de las harinas P-S y las harinas por E-P. En términos generales, los procesos E-P bien controlados son los que pueden generar los materiales de mejor calidad (más digestibilidad), con menor daño de la proteína y mayor contenido de AE (lisina, particularmente).

Los aceites remanentes de la extracción son nutrientes energéticos de gran valor nutricional para el ganado. Los niveles son mayores en las harinas por prensa (expeller) y en las de extrusión. Sin embargo, durante la extracción, se deberían controlar y estandarizar los remanentes ya que si quedan niveles muy elevados (+ 9%) además de evidenciar una baja eficiencia industrial, exponen al material a la “rancidez”, principalmente cuando las condiciones de almacenamiento no son adecuadas. Por otro lado, el exceso de aceites podría entorpecer otros procesos industriales, por ejemplo, cuando se desee incorporar estas harinas en un balanceado comercial “pelletizado”. En la pelletizadora los materiales aceitosos no “corren” bien. Para la referencia, las harinas deberían poseer no más de 9 % de EE cuando la extracción es de tipo mecánica (prensado-extrusión) y no más de 2 % cuando es combinación de prensa y solvente.

Las harinas además de proteínas contienen carbohidratos (CHO). La fracción de carbohidratos estructurales (fibra) está representada por la fracción FDN, que contiene principalmente la cascarilla que recubre al poroto (fibra digestible, escasamente lignificada) y por los CNF (azúcares solubles). Si a los porotos no se les extrae la cáscara, las harinas tendrán comparativamente más fibra y los niveles de proteína y de aceites se “diluirán”. Aunque el contenido en almidón del poroto es muy bajo (<1%), la calidad energética de la fracción de CNF es elevada para rumiantes, intermedia para porcinos y más reducida para aves. No obstante, en los procesos por prensado y/o extrusión, si la temperatura no es adecuada, la reacción de Maillard terminará dañando también estos nutrientes. En el caso de la extrusión, si se trabaja en “seco” se incrementan los riesgos de daño.

¿CÓMO UTILIZARLOS?

Las harinas son principalmente fuente de proteínas y en la generalidad de los casos se deberían utilizar para corregir en las dietas los déficit de este nutriente. Las cantidades a suministrar no son estándares sino que dependen de varios factores:

- a) tipo de animal y sus requerimientos: si bien las distintas harinas son aptas para todas las categorías de ganado, para terneros en crecimiento (menos de 100-120 kg) y para vacas lecheras de alto mérito (más de 30 lts/día y/o en transición a la lactancia) se prefieren harinas de alta calidad y de mayor concentración proteica (+ 44%) ya que poseen un perfil de aminoácidos más adecuado para los requerimientos de estas categorías.
- b) Tipo de harina utilizada: como se mencionara, no todas las harinas son iguales ya que la biodisponibilidad proteica y el valor energético pueden variar sustancialmente en función del proceso de extracción aplicado.
- c) tipo de dieta base: las cantidades requeridas son mayores en las raciones típicas de otoño-invierno, que tienen más forrajes (silajes maíz/sorgo/henos de gramíneas, de verdes) y concentrados base cereales, que son normalmente pobres en proteínas. En primavera, sobre pasturas los niveles pueden ser muy bajos o nulos.

A modo de referencia, para una dieta equilibrada destinada a vacas lecheras de alta producción (la categoría de mayor consumo y requerimiento), las recomendaciones generales son las de no superar los 4.5 kg/animal/día. Obviamente si los animales se encuentran en buen pastoreo de alfalfa por ejemplo, las cantidades pueden ser muy bajas, dependiendo del nivel de producción.

En ningún caso estos alimentos pueden reemplazar totalmente (1 a 1) a los granos de cereales clásicos (maíz, sorgo, cebada), ni a otros subproductos como afrechillos, gluten feed o hominy feed., en cambio, los complementan perfectamente. Sí pueden reemplazar, y en una relación muy ventajosa, a otras harinas oleaginosas ya que en el ranking de calidad, las harinas de soja adecuadamente procesadas son las mejores.

Por otra parte, los expeller y harinas extrudidas, que contienen más aceites, son excelentes recursos para formular dietas de vacas lecheras, vaquillonas o terneros en crecimiento para el verano. Estas harinas pueden entrar en la clasificación de alimentos “fríos” (mayor energía neta) para condiciones de fuerte estrés por calor.

Por último, debido a que las harinas de extracción contienen ricos nutrientes, si las condiciones de almacenamiento y suministro no son adecuadas, se pueden transformar en verdaderos caldos de cultivo para hongos y otros patógenos que podrán afectar la salud y la producción. Es importante controlar periódicamente los niveles de micotoxinas, incluso partiendo del poroto entero y crudo.

CONSIDERACIONES FINALES

- ◆ Las harinas de soja obtenidas durante la extracción de aceites son excelentes fuentes de nutrientes para el ganado
- ◆ Los procesos industriales afectan significativamente su calidad
- ◆ El control de la temperatura es clave porque puede provocar severos daños en la calidad y en el valor nutricional. Es preciso chequear rutinariamente en el laboratorio la bondad del proceso y la calidad de los materiales. Los monitoreos rutinarios permitirán realizar los ajustes necesarios para estandarizar la calidad del producto
- ◆ Por su riqueza en nutrientes estos alimentos requieren condiciones especiales de almacenamiento para evitar su contaminación.

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos](#)