

# Calidad de las materias primas en la elaboración de raciones: Bases para el éxito

**Everton Krabbe**

D.Sc. Nutrição Animal - Pesquisador  
EMBRAPA Suínos e Aves – Concórdia - SC

**Eveline Sandri**

Graduanda em Zootecnia  
UDESC – Chapecó - SC

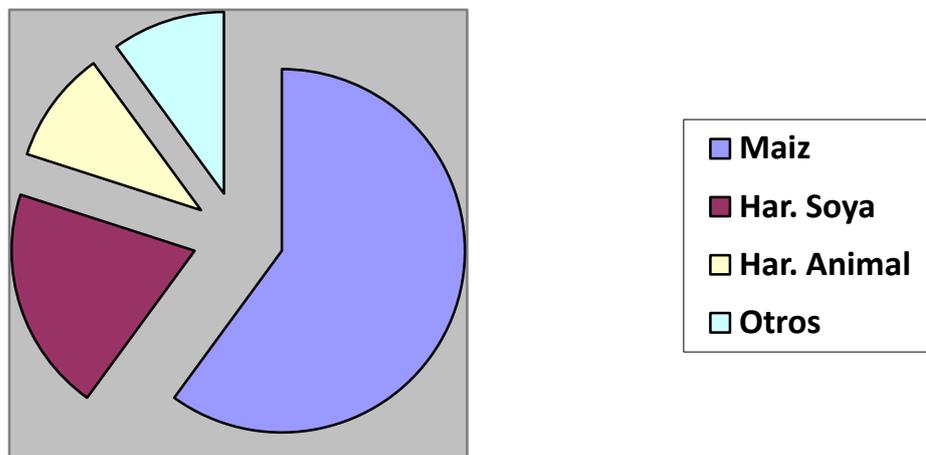
## Introducción:

La Calidad de las materias primas y del proceso, son condiciones básicas para un buen desempeño de los animales. En función de los diferentes orígenes y condiciones de procesamiento y conservación de las materias primas, la realidad del campo indica que establecer un buen control de calidad es primordial. Aspectos simples, como por ejemplo, olor y aspecto visual, además de la determinación del peso específico del maíz, granulometría post molienda de los granos, validación de la integridad de los pellets en las dietas pueden ser extremadamente importante para evitar problemas con las dietas.

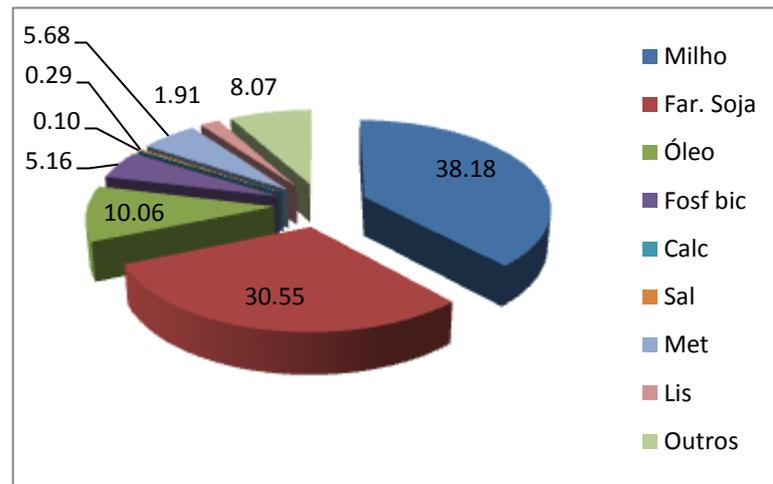
Cuando se trata de materias primas, tres son las principales fuentes, cada una de estas con riesgos específicos y más frecuentes:

- 1) Maíz
- 2) Soya y derivados
- 3) Productos de origen animal

## Composición media de una dieta (%)

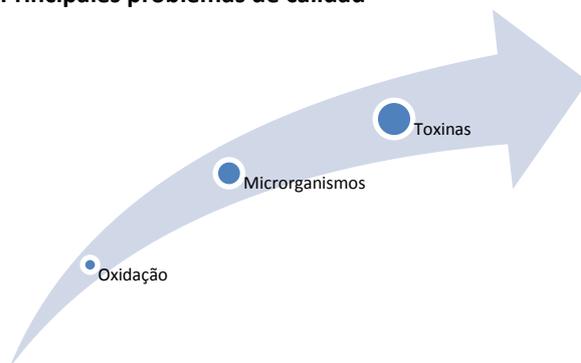


Contribución en costo de una ración de crecimiento de pollos de carne a base de maíz y harina de soya



El Maíz y las fuentes proteicas corresponden al 80% del costo de las fórmulas. En consecuencia se justifica una mayor atención a estos ingredientes, pues impactan la cadena productiva de forma relevante y si hubiesen problemas de calidad los daños serán cuantiosos.

#### Principales problemas de calidad



Cuando se trata de riesgos los principales desafíos son:

- 1) Microbiológico
- 2) Toxinas
- 3) Oxidación

Probablemente estos tres aspectos representan más de 75% de los problemas observados por la industria de alimentos. Establecer programas eficientes de control de estos tres parámetros son determinantes para el éxito. Este texto buscará abordar este tema de forma práctica y correlacionarlo con el día a día de la industria de raciones.

## **Maiz: Calidad y desafíos**

Hace mucho tiempo que el tema de micotoxinas ha sido motivo de preocupaciones en la Industria Pecuaria a nivel Mundial. El impacto negativo de las mismas sobre el desempeño animal es muy significativo, sea de manera directa afectando los procesos de digestión y absorción de nutrientes de manera indirecta, actuando sobre el sistema inmune. Sin embargo un aspecto que pasa desapercibido es el impacto de los hongos productores de toxinas sobre el valor nutricional de las materias primas empleadas en la elaboración de raciones.

La contaminación de los granos por hongos puede ocurrir todavía en el campo con producción de toxinas, resultando en una cosecha de granos contaminados y posteriormente, durante las distintas etapas de proceso y almacenamiento.

La etapa de secado constituye un momento crucial, una vez que, por innumerables razones los granos pueden quedar largos períodos almacenados antes del secado, desencadenando la acción de los hongos debido al proceso de calentamiento de los mismos. Como un intento de controlar o minimizar los problemas, se adopta un proceso de secado de granos con temperaturas demasiado altas, causando pérdidas nutricionales y daños mecánicos a los granos, con rompimiento de la epidermis o del grano completo, lo que constituye la puerta de entrada para los hongos durante el almacenaje.

Las condiciones de siembra también tienen una importante participación en el grado de contaminación, sistemas de cultivo como plantación directa, deficiencias nutricionales de las plantas y condiciones climáticas como sequías, durante la formación de los granos y exceso de lluvias en el período de cosecha, también agravan el problema.

Los hongos quitan los nutrientes de los granos o raciones almacenadas. El principal objetivo de los hongos es la grasa o el extracto etéreo de los alimentos, dado que son una fuente rica en energía y los hongos necesitan exactamente esto. Los alimentos atacados por hongos presentan un significativo empobrecimiento energético, incidiendo en serias consecuencias para los animales que se alimentan de esas raciones. Muchos son los datos que indican estas pérdidas, como por ejemplo un trabajo realizado por Krabbe, 1995, donde los granos de maíz almacenados con tenores de humedad crecientes presentan creciente pérdida de grasa y materia seca o peso específico (Tabla 1).

Tabla 01- Pèrdidas de extracto etéreo y peso específico en granos de maiz almacenados por 60 días com niveles crecientes de humedad.

Humedad %	Extracto etéreo %	% Pèrdida de extracto etéreo	Peso específico kg/m <sup>3</sup> *	% Pèrdida peso específico
12	4,64	-----	750	-----
15	4,04	12,93	696	7,20
18	2,24	51,72	622	17,06

\*Corregido para a MS de 88%.

En condiciones pràcticas se observa una pèrdida de aproximadamente 3% del total de granos almacenados a lo largo de um año, en años que las condiciones climáticas son favorables a la conservaciòn de granos. En años atípicos estas pèrdidas pueden llegar al 5%. Si consideramos 3% de pèrdidas, significa que para cada tonelada de granos almacenados, estaremos perdiendo médio saco de maiz. En un silo de 1,000 toneladas, se pierden 500 sacos de maiz.

Em cuanto al tenor de grasa de los granos, tambièn con base en datos pràcticos, se ha observado que los granos almacenados por períodos de 6 a 8 meses presentan 1% menos en el contenido de grasa, en términos absolutos. Considerando que los niveles de extracto etéreo medido para granos de maiz esta alrededor de 3.5%, significa que tenemos una perdida de aproximadamente 28% del tenor grasa de estos granos.

Hay una necesidad de monitorear con que tipo de producto estamos trabajando a lo largo del tiempo y tenemos que ajustar la inclusiòn de cada matéria prima en la dieta, de acuerdo con su valor nutricional, pues de lo contrario, continuaremos observando las tradicionales caídas del desempeño de los animales entrecosechas y recuperaciòn en períodos de cosecha.

Si se simula el contenido de maiz con un 1% de perdida absoluta en el contenido de grasa y considerando una dieta com 60% de contenido de maiz, sin efectuar la debida correcciòn de valor energético, tendremos um impacto en la conversiòn de cerdos o pollos de carne en crecimiento, del 1.7%. Ciertamente el impacto econòmico de esta situaciòn en condiciones pràcticas es significativa sin considerar la presencia de micotoxinas, que agravarian aùn màs esta situaciòn.

En el caso del maiz es recomendable que se adopte la separaciòn de los granos basados en su densidad. Esta separaciòn ya viene siendo adoptada por muchas empresas con òptimos resultados, pues permite una mayor estandarizaciòn de la matéria prima que representa el mayor volùmen de la raciòn final.

Una de las maneras de separar los granos es en base a su peso específico, empleando mesas densimètricas o gravimètricas. Son equipos capaces de seleccionar y clasificar los granos a travès de

su peso específico. La Tabla 2 presenta los datos de clasificación de los granos de maíz por medio de una mesa densimétrica. Los resultados del valor nutricional son presentados en la Tabla 3.

Tabla 2: Clasificación de maíz, de fracciones obtenidas en la mesa densimétrica

Clasificación	FDA	FDI	FDB
Quebrados %	8,45	44,09	57,89
Granos fermentados %	2,33	6,95	6,80
Perforados por insectos %	3,25	0,78	1,04
Chochos (de segunda) %	0,88	3,08	5,74
Impureza/ fragmento%	1,52	3,83	9,24
Material extraño %	0,00	0,28	9,61

FDA, FDI E FDB: maíz de alta, intermedia y baja densidad.

Fuente: Couto, 2008.

Tabela 3: Valor nutricional de las fracciones de maíz obtenidas en la mesa densimétrica

Valor nutricional	Unidad	FDA	FDI	FDB
EMAn – 15 a 19 días	Kcal/kg	3308	3121	2937
EMAn – 33 a 37 días	Kcal/kg	3413	3362	3174
Humedad	%	13,55	13,14	12,87
Proteína bruta	%	8,38	8,63	9,00
Extracto etéreo	%	4,35	4,37	5,08
Fibra bruta	%	2,17	2,20	5,67
Matéria mineral	%	1,05	1,10	1,60
Cálcio	%	0,06	0,07	0,06
Fósforo	%	0,23	0,23	0,29

FDA, FDI E FDB: maíz de alta, intermedia y baja densidad.

Fuente: Couto, 2008.

Los granos de maíz con bajo peso específico o densidad presentan un menor valor nutricional. Las causas para esta condición pueden ser originadas de las condiciones del cultivo, proceso de almacenamiento y en este último caso también habrá probablemente presencia de micotoxinas, conforme puede ser observado en la Tabla 4 y 5.

Tabla 4: Niveles de micotoxinas (ppb) de las fracciones de maíz obtenidas a través de mesa densimétrica

Fracciones	Aflatoxinas	Tricotecenos
FDA	0,00	26,4
FDI	79,0	61,5
FDB	115,5	98,5

FDA, FDI E FDB: maíz de alta, intermedia y baja densidad.

Fuente: Couto, 2008.

Tabla 5: Resultados de análisis micotoxicológicos y nutricionales realizados en 200 muestras de maíz clasificados en mesa densimétrica

	Densidad <650	Densidad >750	Diferencia (15%)
AW	0,641	0,656	+2,3 %
Aflatoxina (ppb)	41,1	5,5	-86,6%
Zearalenona	480,5	75,5	-84,3 %
Fumonisina	6181	797	-87,1 %
Ergosterol	61,3	5,6	-90%
Energía (kcal)	3826	3956	+3,4 %
Proteína %	9,0	8,5	-6%
Lisina %	0,29	0,22	-24,1%

Fuente: LAMIC, 2007.

### **Soya y derivados : Calidad y desafíos**

La harina de soya es otra materia prima de gran preferencia para la elaboración de dietas. Según Cronwell, 1999, más del 60% de todas las fuentes proteicas usadas en el mundo de la elaboración de dietas es la harina de soya, en función a su alta concentración proteica (44 a 48%) y su excelente perfil de aminoácidos. Sin embargo la harina de soya contiene una gama significativa de factores antinutricionales, como el fitato.

En un estudio de 34 genotipos de soya, Paula, 2007, encontró una gran variación en términos de factores antinutricionales como rafinosa, estaquiosa y fitato. Además de eso este autor relata que existe correlación entre parámetros como: Cenizas y fitato; cenizas y estaquiosa, cenizas y rafinosa, cenizas y azúcares solubles; además de una relación directa entre azúcares totales y estaquiosa y rafinosa.

Los Genotipos de soya genéticamente modificados ya están siendo evaluados ,especialmente para obtener granos de soya con tenores más bajo de fitato y la conclusión de los primeros trabajos muestra un fósforo mas biodisponible en cerdos (Cromwell, 1999).

Oligosacáridos, tales como rafinosa y estaquiosa que representan entre 5 y 7% del grano de soya no son digeridos y causan disturbios digestivos indeseables, especialmente en animales jóvenes. Por ejemplo con el Fitato, hay investigaciones buscando identificar los genes

responsables de la síntesis de estos compuestos en los granos de soya para estudiarlos y manipularlos (Cromwell, 1999).

La soya puede contener también proteínas con acción antigénica, causando respuesta inflamatoria en el intestino cuando se presenta en niveles elevados. Este efecto alérgico aparenta ser más pronunciado en animales jóvenes recibiendo dietas con niveles elevados de harina de soya. Además la soya contiene compuestos denominados lectinas que se pegan a la pared intestinal e interfieren negativamente en la absorción de nutrientes.

Felizmente, las lectinas son destruidas cuando la soya es sometida a un adecuado calentamiento. Adicionalmente otros compuestos pueden ser encontrados en la soya, tales como saponinas, lipoxidasas, fitoestrógenos y goioestrógenos. Sin embargo no se conoce mucho al respecto del efecto antinutricional de estos últimos (Cromwell, 1999).

Además, en el grano de soya existen factores inhibidores de tripsina, que son diferentes compuestos proteicos que se ligan a la enzima tripsina, cambiando o anulando la actividad de esta enzima (Birk, 1988). En 1946, KUNITZ concluyó que cuando la soya era sometida a un tratamiento térmico, estos inhibidores de tripsina eran inactivados, favoreciendo el valor nutricional de la soya para los animales. En la práctica existe de 7 a 10 inhibidores en el grano de soya siendo los principales de ellos, esencialmente inhibidores de tripsina y con capacidad de inhibir parcialmente la quimiotripsina (Silva et al, 1979).

Entre los principales compuestos anti-tripsina los dos más de mayor relevancia son el Inhibidor Kunitz y el Inhibidor Bowman-Birk.

### **Estándares de calidad de derivados de soya**

Existen varios métodos para determinar los factores antinutricionales de la soya, entre los más comunes y apropiados están:

- ✓ Actividad ureásica o índice de ureasa (variación pH): Este análisis permite verificar la inactivación de la enzima ureasa, presente en la soya cruda o mal procesada, que es desactivada por el calor. El proceso industrial y el tostado pueden ser verificados en su calidad por el siguiente padrón analítico:

Clasificación	Actividad ureásica
Muy buena	0,01-0,06
Buena	0,07-0,19
Regular	0,20-0,29
Mala	Encima de 0,29

- ✓ Solubilidad en KOH: La solubilidad en KOH (hidróxido de potasio) al 0.2% : Conduce a resultados porcentuales que nos revelan: Calentamiento insuficiente, alrededor de 90%, Calentamiento normal, alrededor de 80-85% y exceso de calentamiento, cuando está debajo de 78%.
- ✓ PDI: Índice de proteína dispersable en agua: También há sido usado para comprobar la calidad de la harina.

Las tablas 6 y 7 contienen los parámetros de Calidad de soya y soya extrusada.

Tabla 6: Parámetros de Calidad – soya extrusada

Parámetros	Unidad	Grano integral de soya	Soya extrusada	Harina semi integral de soya
Humedad (máximo)	%	14,00	10,00	10,00
Proteína bruta (mínimo)	%	36,00	36,00	40,00
Extracto etéreo (máximo)	%	20,00	20,00	10,00
Fibra bruta (máximo)	%	6,00	6,00	6,50
Matéria mineral (máximo)	%	5,50	5,50	6,00
Actividad ureásica (máximo)	Var. pH	-	0,20	0,20
Solubilidad de proteína en KOH 0,2% (mínimo)	%	-	80,00	80,00
Aflatoxinas (máximo)	ppb	20,00	20,00	20,00

Fuente: Regina, 2010

Tabla 7: Parámetros de Calidad - Soya

Especificaciones	Unidad	Harina de soya con càcara				Harina de soya sin càcara		Proteína texturizada de soya	Proteína concentrada de soya	Càscara de soya
		42	44	45	46	47	48			
Humedad (mín)	%	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	9,0	10,0	12,5
Proteína bruta (mín)	%	42,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	52,0	65,0	10,0
Extracto etéreo (mín)	%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,30	1,0	-
Solubilidad proteica KOH 0,2% (mín)	%	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	70,0	-	-
Acción ureásica (máx)	Var. pH	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	1,0
Fibra bruta (máx)	%	9,0	8,0	7,0	6,0	4,5	3,5	3,0	6,5	40,0
Materia mineral (máx)	%	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,5	6,0	7,0
Sílica (máx)	%	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	-	-	-
Aflatoxinas (máx)	ppb	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Fuente: Regina, 2010

## Harina y grasas de origen animal

Técnicamente, las materias primas de origen animal son de gran importancia tanto desde el punto de vista nutricional como desde el punto de vista de palatabilidad. Así mismo las materias primas fácilmente oxidables, como las harinas de origen animal y las grasas, si están oxidadas pueden perjudicar intensamente la palatabilidad, lo que implica una baja aceptación o hasta rechazo del consumo y si son ingeridas pueden llevar a problemas como vómitos, diarreas, reducción de la inmunidad, entre otros.

La oxidación de las materias primas es irreversible e imposibilita la producción de un alimento final de Calidad. Por lo tanto siempre se debe prestar atención a la calidad de todas las materias primas de la ración.

La Oxidación es un proceso donde una molécula de oxígeno se combina con un nutriente provocando rancidez y reducción de la calidad y el valor nutricional del alimento o insumo.

La Figura 01 muestra el proceso de oxidación desde la fase inicial hasta la fase terminal, afectando la textura, valor nutricional, funcionalidad y olor de los alimentos. Se puede verificar que los precursores de los radicales libres son la temperatura, iones metálicos y la luz. El primer compuesto químico que se forma cuando se inicia el proceso oxidativo es el peróxido. Después de la formación de los peróxidos, se forman otros compuestos volátiles (aldehídos, cetonas, ácidos y otros) de ahí la liberación de olor característico de “rancio”.

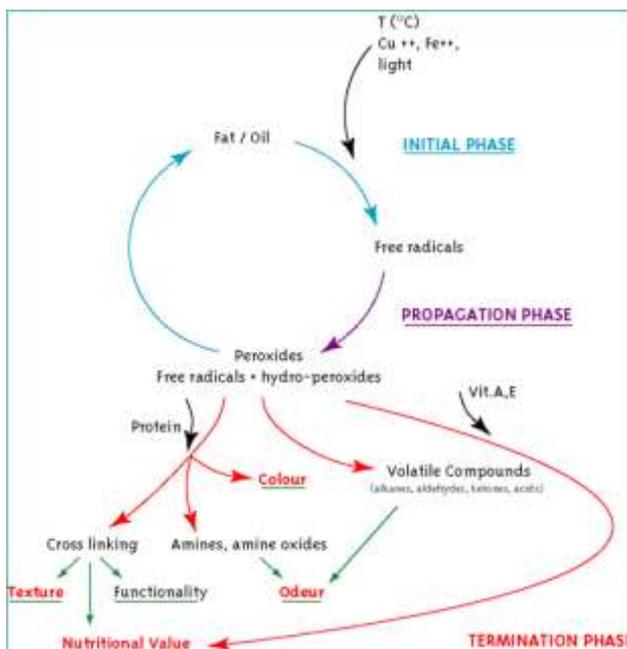


Figura 01 - Proceso oxidativo (Fases de inicio, propagación y término).

Algunos de los problemas resultantes de este proceso son la destrucción de xantòfilas y vitaminas liposolubles, disminución de la palatabilidad (debido a la presencia de aldehídos), pèrdidas en el contenido de energía y la proteína y la aparición de metabolitos tóxicos para los animales.

A continuación (tabla 8) se presentan los resultados de análisis oxidativos de una harina de vísceras de aves. Queda en evidencia que la ausencia de productos antioxidantes tiene mucho que ver en el resultado de peróxidos elevados (analizado por FOX II) y tiene una importante presencia de aldehídos, lo que significa que esta materia prima ha pasado por un proceso avanzado de oxidación.

Tabla 8 – Resultados de análisis de harina de vísceras de aves de Brasil, demostrando elevado nivel de peróxidos (FOX II PV), ausencia de antioxidantes (BHA, BHT, TBHQ e EQ) y presencia de aldehidos .

FOX II PV (meq/kg sample)	BHA (ppm)	BHT (ppm)	TBHQ (ppm)	EQ (ppm)	Hexanal (ppm)	2,4-Decadienal (ppm)
>7.2	<1	<1	<5	<5	88	151

Fuente: Datos no publicados

Considerando que los niveles de aldehidos afectan la palatabilidad, no importando si estàn a niveles bajos (20 ppm) se observa que potencialmente las industrias pueden presentar problemas si utilizan materias primas con estas características.

Los anàlisis de algunos lotes de harinas disponibles en el mercado muestran los siguientes tenores de iones Cu y Fe conforme a la Tabla 9.

Con base a las informaciones arriba presentadas, se concluye que los niveles de pro-oxidantes presentes en las materias primas de origen animal son muchas veces superiores a los niveles considerados limites para inducir oxidaciòn.

La soluciòn para evitar la oxidaciòn es la utilizaciòn de antioxidantes. Existen dos tipos de antioxidantes: Los que actúan como quelantes de iones metálicos(especialmente importantes para una alta concentraciòn natural de los pro-oxidantes)que se llaman antioxidantes preventivos y los que actúan directamente en los peróxidos que son llamados antioxidantes estabilizadores.

Como ejemplo de los antioxidantes quelantes de iones metálicos, podemos citar el ácido cítrico, ácido fosfórico, ácido ascórbico, entre otros. Los estabilizadores de peróxido son los tocoferoles, BHA, BHT, entre otros.

Tabla 9 - Tenores de Fe y Cu en harinas y grasas de origen animal, disponibles en el mercado brasileiro en 2008.

Muestra	Cu (ppm)	Fe (ppm)
Aceite de pollo A	-	9,94
Aceite de pollo B	-	10,26
Aceite de pollo C	-	19,72
Harina de Carne A	7,1	215,8
Harina de Carne B	6,8	227,28
Harina de Carne C	6,95	279
Harina de Carne D	6,6	211,93
Harina de Carne E	7,05	237,65
Harina de Vísceras A	11,35	225,65
Harina de Vísceras B	31,9	278,8
Harina de Vísceras C	11,65	228,9
Harina de Vísceras D	11,6	232,28
harina de Vísceras E	12,3	233,53

Fuente: Datos no publicados

## Conclusiones

La calidad de las materias primas es un factor determinante en los resultados de desempeño animal. Un buen control de Calidad es indispensable para la Industria de raciones.

La presencia de hongos no solo se traduce en presencia de toxinas que afectan directamente la salud animal, por afectar los procesos inmunológicos, digestivos y metabolitos, sino que también causan un detrimento nutricional a los granos.

Dependiendo del mercado de granos y no teniendo almacenaje propio, se debe establecer un Control de calidad a la recepción del grano, utilizando métodos tales como la densidad de los granos, conteo de granos dañados, determinar el porcentaje de granos enteros, quebrados y las impurezas, etc. Esto puede asegurar que no se pierda el valor nutricional de las dietas y que se pueda satisfacer plenamente los requerimientos de los animales y estos puedan expresar todo su potencial al máximo rendimiento.

La calidad de los derivados de soya es otro aspecto importante. Los factores inhibidores de tripsina son el principal obstáculo y hay que dar a este aspecto una atención especial.

La oxidación de las harinas y grasas es también un desafío, muy común en nuestras condiciones en función de las características de las cadenas de producción y condiciones ambientales. Un buen control de parámetros oxidativos durante el proceso, almacenaje y el uso de materias primas asociado a un Programa de uso de antioxidantes, es primordial.

## **Bibliografía**

Coelho, M.B., *Molds, Mycotoxins and Feed Preservatives in the Feed Industry*, BASF Corporation;

Couto, H. P. *Fabricação de rações e suplementos para animais. Gerenciamento e tecnologias*. Viçosa: CPT, 2008. 263 p

Frankel, E. N. (1984) Recent advances in the chemistry of rancidity of fats, *Spec. Pub R. Soc. Chem.* (47) 87-118.

Krabbe, E.L. , 1995, Efeito do Desenvolvimento Fúngico em Grãos de Milho durante o Armazenamento e do uso de Ácido Propiônico sobre as características Nutricionais e o Desempenho de Frangos de Corte – Dissertação de Mestrado, Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, RS, 176p.

LAMIC. Laboratório de Análises Micotoxicológicas. Disponível em: <http://www.lamic.ufsm.br>.

Scussel, V.M., 1998, *Micotoxinas em Alimentos*, Ed. Insular, Florianópolis, SC, 144p.

Birk, Y., 1988. Protein inhibitor of plant origin and their significance in nutrition. In: *Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds*. Pudoc, p. 83-94.

Kunitz, M., 1946. Crystalline soybean trypsin inhibitor. *Journal of Genetics and Physiology*. 29:149-154.

Regina, R. et al. **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**. São Paulo: Fundação Cargill, 2010, 413 p.

Silva, A.D., Barbosa, C.F., Portela, F. 1979. Inibidores proteolíticos de soja. *Cientifica*, 7(2):317-320.