

# LA VARIABILIDAD EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS Y COMO CONTROLARLA EN LA FORMULACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS

Ing. Ricardo Hume\*. 2015. Vº Congreso Argentino de Nutrición Animal, CAENA 2015 .

\*Ing. Producción Agropecuaria, Lic. Ciencias Agrarias esp. Zootecnia.

Consultor en Cladan. Argentina.

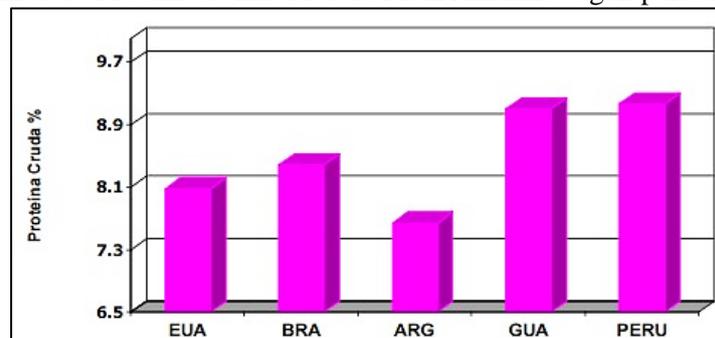
[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

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

## INTRODUCCIÓN

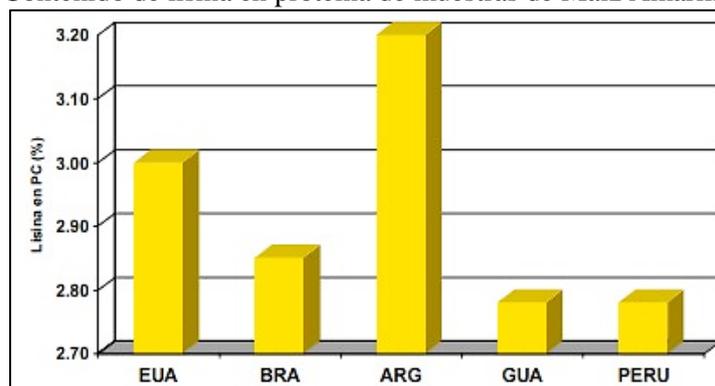
La variabilidad en la composición química de los ingredientes utilizados en los alimentos balanceados está ya ampliamente documentada. A título de ejemplo podemos ver en el maíz como varía el contenido de proteína en los cultivos de los distintos países así como también el contenido de aminoácidos en relación a la proteína. La fertilidad de los suelos y las distintas condiciones climáticas en las que se desarrolla el cultivo también contribuyen a aumentar esta variabilidad.

Contenido de Proteína de muestras de Maíz Amarillo según país de origen



Fuente: Evonik

Contenido de lisina en proteína de muestras de Maíz Amarillo



Fuente: Evonik

Si hablamos de materiales compuestos y de diversos proveedores y procesos como sucede con las harinas de carne, pescado, expellers de soja, etc. esta variabilidad puede ser aún mayor.

Según el profesor Dr. Keith Benke de la Universidad de Kansas “un alimento balanceado es aquel que cubre al menos el noventa por ciento de las veces el noventa por ciento de los requerimientos del animal”.

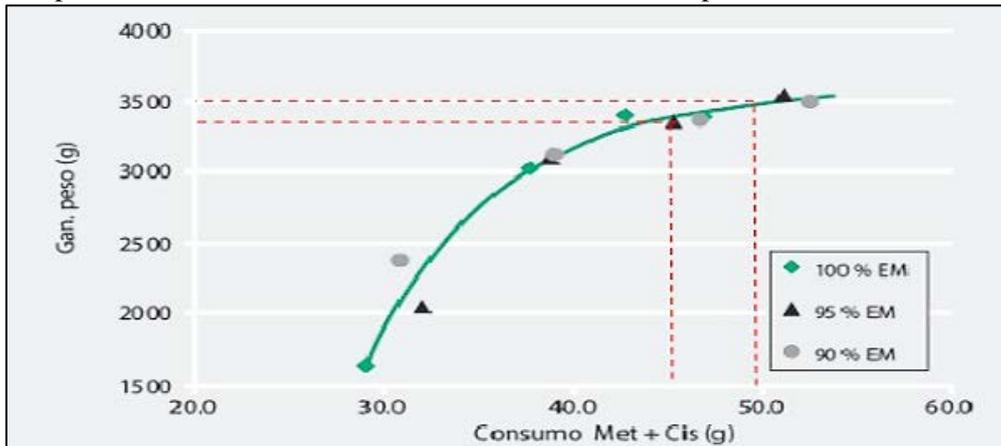
Este principio apunta a resaltar el deterioro de la performance de los animales cuando no se cumplen estos requisitos, no solo debido a la calidad de la elaboración sino a la precisión con que se formulen los alimentos.

En el siguiente gráfico, y a título de ejemplo, podemos ver en un estudio llevado a cabo por Lemme y colaboradores, la pérdida de peso registrada en pollos parrilleros cuando no alcanzan a obtener la cantidad de metionina+cistina requerida para un óptimo aumento de peso.

Tan sólo un diez por ciento menos de ingesta de metionina y cistina produce una pérdida de cien gramos de peso por ave.

Si proyectamos esta pérdida a un porcentaje grande de la población en crianza veremos que la pérdida económica es muy importante.

Respuesta de los parrilleros a incrementos de Met+Cis en una dieta con proteína balanceada Lemme et al 2005.



Hecha esta introducción podemos concluir que: la variabilidad es un hecho demostrado, que no se puede evitar, y que de alguna manera se paga ya sea en términos de pérdida de productividad o de aumento en el costo de producción.

¿Qué es lo que podemos hacer ante esta realidad? Una alternativa es no hacer nada. Nada significa tomar datos promedios de tabla y formular con estos valores.

Cuando se trata de granjas pequeñas e inclusive medianas tanto de producción de huevos como de engorde de parrilleros la falta de un laboratorio que controle al menos algunos parámetros de calidad de lo que se recibe nos pone ante la situación de utilizar datos generales de la bibliografía de donde tomamos usualmente valores promedio.

El caso de empresas que cuentan con un laboratorio de control de calidad representa una segunda alternativa de mayor precisión por cuanto tendremos una mejor idea de la composición química de las materias primas pero aun así es común utilizar valores promedio.

Trabajando de esta manera la variabilidad se expresa generando alimentos que si bien cumplen con un valor de proteína, aminoácidos, energía, pigmentación, etc. un cincuenta por ciento de las muestras que tomemos estará por encima del valor esperado pero otro cincuenta por ciento estará por debajo.

Se podría argumentar que un ingrediente que aporte un nutriente por debajo de lo esperado podría estar compensado por otro que lo esté haciendo por encima del valor requerido pero este argumento no es válido por cuanto las materias primas tienen distintas características y por lo tanto esta compensación puede o no materializarse.

Una tercera opción es utilizar programas de formulación estocástica. Una variante a la programación lineal tradicional pero que además de incorporar un valor promedio requiere introducir dos datos más para cada nutriente en cuestión: la desviación estándar (s) como medida de dispersión respecto de la media o promedio aritmético y el nivel de confianza (NC) con que queremos formular determinado nutriente en nuestro alimento.

Los programas de formulación estocástica no han logrado hasta hoy mucho desarrollo en términos de aceptación por parte de los nutricionistas por cuanto en un principio solo había pocas versiones debido a dificultades en la programación y por lo tanto un alto costo de los software desarrollados.

Dada esta situación la propuesta es trabajar sobre la base de los mismos principios que la formulación estocástica sin embargo, tener que hacerlo en forma manual, representa un trabajo engorroso para generalizarlo para todas las materias primas y nutrientes involucrados por lo tanto la recomendación es restringirlo a aquellos nutrientes críticos definidos para cada especie.

Estos nutrientes críticos nos llevarán entonces a establecer márgenes de seguridad. Ahora bien, podemos establecer los márgenes de seguridad en el alimento o solamente en aquellas materias primas que contribuyen en mayor proporción a la variabilidad del mismo.

Históricamente se han utilizado márgenes de seguridad en los alimentos pero esta metodología es injusta por cuanto no diferencia a los ingredientes de alta variabilidad de los más consistentes y castiga a ambos por igual.

La propuesta entonces para actuar con más justicia es poner, en aquellos ingredientes que aportan una proporción significativa de la variabilidad de los nutrientes definidos como críticos un valor más conservador de los mismos.

Esto nos lleva al Paso 1. Definir para cada especie cuáles son los nutrientes críticos que afectan con mayor incidencia a la productividad. En el caso de la avicultura podríamos convenir en considerar a la energía, metionina+cistina, y lisina y treonina como nutrientes críticos.

A continuación definiremos las herramientas estadísticas a utilizar para identificar que materias primas aportan la mayor variabilidad al alimento para un determinado nutriente.

La siguiente formula nos da el valor de desviación estándar del nutriente en el alimento.

$$S = \sqrt{\sum_1^n (x_n * s_n)^2}$$

Siendo:

**S:** desviación estándar del nutriente en el alimento.

**Xn:** cantidad en formula del ingrediente n.

**Sn:** desviación estándar del nutriente n.

Desarrollando la fórmula resulta:

$$S = \sqrt{(x1 * s1)^2 + (x2 * s2)^2 + \dots + (xn * sn)^2}$$

Deberemos buscar ahora en alguna de las tablas que están disponibles y que contengan el dato de la desviación estándar para el nutriente elegido.

Existen varias como la de la Figura siguiente.

**Tablas de composición de ingredientes**  
*degussa.*

Análisis Proximal y Perfil de Aminoácidos en Maíz  
Origen: Argentina  
Cosecha: 2006

n=100	Grasa	Fibra	Almidón	Cenizas	PC	MET	CYS	M+C	LYS	THR	TRP	ARG	ILE	LEU	VAL	HIS	PHE
Promedio	3.93	2.43	64.94	1.13	7.88	0.16	0.17	0.33	0.24	0.28	0.08	0.38	0.25	0.92	0.38	0.23	0.38
MAX	4.62	3.47	67.01	1.34	10.38	0.21	0.21	0.42	0.30	0.36	0.08	0.48	0.35	1.35	0.48	0.29	0.53
MIN	3.38	1.74	61.54	0.98	6.30	0.13	0.15	0.28	0.20	0.23	0.06	0.32	0.18	0.61	0.29	0.19	0.27
DS	0.28	0.26	0.97	0.08	0.90	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.00	0.03	0.03	0.13	0.04	0.02	0.05
CV	7.25	10.53	1.52	6.68	10.19	9.45	7.75	8.70	6.88	9.47	6.03	7.88	11.75	14.10	9.71	8.18	12.68

\*valores de coef. estad. basados a un 80% MS

Congreso Argentino de Nutrición Animal 2015

**Paso 2.** Calcular que ingredientes de la formula aportan una variabilidad significativa para m+c.

**Calcular que componentes de la fórmula son los que aportan variabilidad.**

ITEM	m+c (%)	S (%)	INGREDIENTE EN FORMULA (%)	CONTRIBUCIÓN ABSOLUTA AL AB	CONTRIBUCIÓN RELATIVA AL AB (%)	CONTRIBUCIÓN ABSOLUTA A LA VARIACIÓN	CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL A LA VARIACIÓN TOTAL
MAIZ	0.32	0.03	55	0.176	27	0.011	48
EXP. SOJA	1.18	0.06	25	0.295	45	0.009	40
H.CARNE	0.84	0.07	5	0.042	6	0.001	2
FFSB	0.97	0.05	15	0.146	22	0.002	10
			100.00	0.659	100	0.024	100

S= 0.024

Congreso Argentino de Nutrición Animal 2015

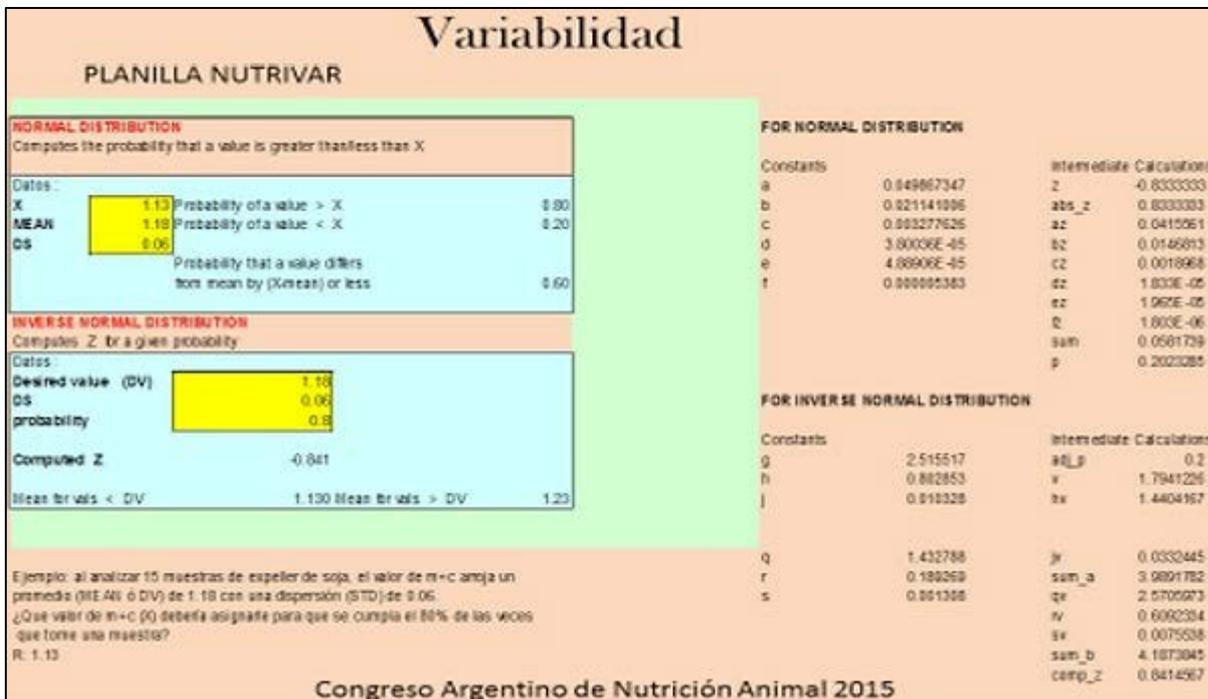
Como podemos ver la variabilidad del contenido de m+c del alimento es igual a 0.024 y si bien el poroto de soja aporta un 22% del contenido de m+c del alimento, solo representa un 10% de la variación.

También podemos ver que el maíz y el expeller de soja aportan respectivamente el 48% y 40% de la variabilidad total por lo cual será en estas materias primas donde deberemos tomar un margen de seguridad para disminuir la variabilidad de este nutriente en el alimento.

Paso 3. Definir un NC y calcularlo usando la planilla NUTRIVAR u otra herramienta estadística en aquellas materias primas Identificadas como responsables de la variabilidad del contenido de m+c.



Calcular con la planilla NUTRIVAR el NC definido.



A continuación restaría actualizar el valor de m+c calculado, en la matriz de datos del programa de formulación, y “correr” la/s fórmulas que integran el Programa de alimentación.

A título de comprobación de la validez del enfoque propuesto habría que comparar el costo de las fórmulas poniendo un margen de seguridad al alimento o a los nutrientes de las materias primas identificadas como aportadoras significativas de la variabilidad.

**Resultados de adoptar diferentes estrategias para controlar la variabilidad.**

Item	Proteína Std	Proteína + 5%	Proteína + 10%	M+c NC 80%
Proteína (%)	22	23	24.2	22
M+c (%)	1.10	1.10	1.13	1.10
Probabilidad (%)	50	?	?	80
Costo (\$/ton)	1503	1516	1546	1509
Δ costo (\$ ton)	---	13	43	6

Congreso Argentino de Nutrición Animal 2015

Como se puede ver, establecer un NC en los nutrientes definidos como críticos en aquéllas materias primas que aportan una variabilidad importante es el camino que permite cumplir con las especificaciones al menor costo posible.

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

El camino propuesto para controlar la variabilidad es establecer niveles de confianza en los nutrientes críticos de aquéllas materias primas que son responsables de generar esta situación.

Los pasos a seguir son:

- 1) Identificar los nutrientes críticos.
- 2) Identificar las materias primas responsables de la variabilidad.
- 3) Establecer un nivel de confianza (NC) mediante la planilla NUTRIVAR u otra herramienta.
- 4) Calcular las Formulas.

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