

Excel aplicado a problemas de Nutrición Animal

Fuente: www.engormix.com

Muchas investigaciones se han realizado para establecer ecuaciones de predicción de la EM, de alimentos y la predicción de la ingesta de energía en los animales, ambos factores son de vital importancia para formular dietas y para tomar decisiones económicas.

Con base en estas ecuaciones y modelos, desarrollados principalmente por el NRC en Norte América, FEDNA en España y La Universidad de Viçosa en Brasil, se han elaborado tablas de composición de alimentos y de requerimientos nutricionales para diversos tipos de animales, sin embargo, el tipo de animal, la genética, el manejo y los objetivos de producción, obligan al nutricionista a realizar los ajustes necesarios para adecuarlos a las características propias de su localidad y tipo de producción. Por lo tanto, se hace necesario que, tanto profesionales como productores, tengan las herramientas necesarias para facilitar el uso de estas ecuaciones de predicción y modelos matemáticos.

La aplicación de estos modelos matemáticos, por su estructura simple, es fácil de entender y de usar, ayudan al nutricionista a establecer mejores y más rentables programas de alimentación; al respecto, D.C. Church^[1] señala que: “Aunque las operaciones matemáticas que se necesitan para formular raciones son relativamente sencillas, es un tema complicado debido a que se deben calcular varias incógnitas”, sin embargo, desde la aparición de Excel, se ha simplificado considerablemente el uso de estas técnicas, ya que esta hoja de cálculo facilita la ejecución de cálculos complejos y provee de un entorno que permite elaborar programas que almacenan, organizan, recuperan, procesan y transmiten los resultados con gran velocidad y eficiencia.

Excel tiene incorporadas gran cantidad de funciones lógicas y matemáticas, que incluyen breves ayudas conceptuales, pero suelen no ser suficientes para la generalidad de los usuarios, quienes pueden no captar el sentido y practicidad de cada aplicación al no disponer de ejemplos práctico de las mismas.

En el ámbito de la nutrición animal, con Excel podemos:

- Efectuar el análisis estadístico de investigaciones y experimentos.
- Desarrollar ecuaciones de predicción con la función regresión lineal múltiple.
- Aplicar las ecuaciones de predicción de nutrientes para alimentos locales.
- Elaborar planes de alimentación, adecuados a las condiciones propias, aplicando las ecuaciones de predicción de requerimientos nutricionales.
- Manejar extensas tablas de datos.

- Desarrollar programas para formulación de alimentos, desde el simple cuadrado de Pesaron hasta la programación lineal de mínimo costo.
- Y muchas otras aplicaciones que sería demasiado largo detallar.

Por lo expuesto, en este trabajo presentamos un ejemplo de formulación de raciones para nutrición animal, resuelto paso a paso, sobre la aplicación del método de ecuaciones simultáneas por el método matricial. El motivo para utilizar este método es mostrar al lector la facilidad con la que ahora podemos calcular sistemas de ecuaciones con varias incógnitas, que requerían bastante tiempo y, generalmente, abandonábamos los cálculos para emplear métodos más sencillos como el Cuadrado de Pearson o el de Ensayo y Error.

Ejemplo: Método matricial para 5 ingredientes y 4 nutrientes (5 x 5)

Utilizaremos el método matricial para calcular un alimento para pollos machos de 34 a 42 días (Fuente: Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos pp.166), con 5 ingredientes: Maíz, Aceite de soya, Harina de soya 45, Carbonato calcítico y Fosfato bicalcico, con los cuales buscamos una mezcla de 100 kg para balancear 4 nutrientes, las restricciones son:

Cantidad = 100 kg

Proteína = 17.86%

EM Aves = 3150 Kcal/kg

Calcio = 0,756%

Fósforo Disp. = 0,377

Consideraciones previas

Para lograr un resultado efectivo debemos tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para aplicar el método matricial de Excel el sistema debe tener 5 filas (cantidad + nutrientes) y 5 columnas (alimentos).
- En las tablas de alimentos y requerimientos, la proteína (PB%), calcio y fósforo disponible, generalmente están expresados en porcentaje, por ejemplo, 100 partes de maíz contienen 8,26 partes de proteína, lo que significa que 1 parte contendrá $8,26/100 = 0,0826$
- La energía metabolizable (EM) se presenta como Kilocalorías por kilogramo (Kcal/kg), en el ejemplo del maíz 3381, para obtener un sistema matricial coherente, se debe llevar este valor a su unidad, de esta manera, $3381/1000=3,381$.

- En el ejemplo, el requerimiento de EM es de 3150 Kilocalorías por kilogramo, siguiendo el razonamiento anterior, tenemos $3150/1000= 3,150$, como el requerimiento es de 100 partes, multiplicamos $100 \times 3,150= 315$ EM Kcal/kg (Celda G4 del ejemplo).
- Los ingredientes que se incorporan a la mezcla deben contener los nutrientes necesarios como para satisfacer las restricciones (Requerimientos), por ejemplo, si las restricciones contemplan un alto contenido de [lisina](#) y no se incluye una fuente de la misma, el sistema no encuentra un resultado coherente.

Introducción de datos

Con las consideraciones citadas, procedemos a introducir nuestros datos en una hoja nueva tal como se muestra en la siguiente figura:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Alimento	Maiz	Soya, Aceite	Soya Harina (45%)	Carbonato calcitico	Fosfato Bicalcico	Restricción
2	Cantidad kg	1	1	1	1	1	100
3	PB%	0,0826	0	0,453	0	0	17,86
4	EM Kcal/kg Aves	3,381	8,79	2,256	0	0	315
5	Calcio %	0,0011	0	0,0024	0,384	0,255	0,756
6	Fósforo Disp %	0,0008	0	0,0018	0	0,185	0,377

El rango B2:F2, fila 2 Cantidad kg , es 1, para efectos del cálculo matricial.

El rango de celdas B3:F6 contiene, en las filas, el valor del nutriente que corresponde, en las columnas, a cada alimento.

El rango (columna) G2:G6, contiene las restricciones o requerimientos que buscamos satisfacer con el sistema.

Invertir matriz

Como primer paso seleccionamos el rango B9:F13, que contiene 5 filas con 5 columnas, y hacemos clic en el asistente para funciones de Excel (fx), seleccionamos la función **MINVERSA** y, en recuadro Matriz introducimos, mediante el cursor del mouse o manualmente, el rango B2:F6, que se encuentra delimitado por la línea gruesa e la figura anterior.

	A	B	C	D	E	F	G
7							
8		MATRIZ INVERSA					MMULT
9	Maiz						
10	Soya , Aceite						
11	Soya Harina (45%)						
12	Carbonato calcitico						
13	Fosfato Bicalcico						
14							

Presione simultáneamente, las teclas CTRL.>mayúsculas>Enter (Ojo, no haga clic en Aceptar, (Excel no calculara la matriz.) y el resultado de la matriz inversa es el que se observa en la figura siguiente.

	A	B	C	D	E	F	G
7							
8		MATRIZ INVERSA					MMULT
9	Maiz	2,095402626	-3,39439558	-0,238384827	-5,45677767	-3,80499632	
10	Soya , Aceite	-0,707917369	0,580205237	0,194302317	1,843534816	1,285491844	
11	Soya Harina (45%)	-0,382075622	2,826439459	0,043467079	0,9949886	0,693802862	
12	Carbonato calcitico	-6,59267E-05	0,000572908	7,50019E-06	2,604338351	-3,58940731	
13	Fosfato Bicalcico	-0,005343708	-0,01282202	0,00060793	0,013915906	5,415108929	
14							

Multiplicar matrices

Como siguiente paso, seleccionamos las celdas G9:G13 y, en el asistente para funciones, seleccionamosMMULT, en el recuadro Matriz 1 introducimos el rango B9:F13 (matriz inversa) y en el recuadro Matriz 2 el rango G2:G6 (columna Restricción).

Para hacer que Excel efectúe el cálculo matricial, presionamos simultáneamente, CTRL.>Mayús.>Enter.

Para comprobar si las cantidades del resultado cumplen la restricción de cantidad = a 100, en la celda G14 efectuamos la suma del rango G9:G13 mediante el botón auto suma (Σ),



El resultado que vemos en la columna G, de la figura precedente, nos indica la cantidad de cada alimento que debe incorporarse a la mezcla para obtener el requerimiento de nutrientes que buscamos obtener.

	A	B	C	D	E	F	G
7							
8		MATRIZ INVERSA					MMULT
9	Maiz	2,095402626	-3,39439558	-0,238384827	-5,45677767	-3,80499632	68,27
10	Soya , Aceite	-0,707917369	0,580205237	0,194302317	1,843534816	1,285491844	2,65
11	Soya Harina (45%)	-0,382075622	2,826439459	0,043467079	0,9949886	0,693802862	26,98
12	Carbonato calcitico	-6,59267E-05	0,000572908	7,50019E-06	2,604338351	-3,58940731	0,62
13	Fosfato Bicalcico	-0,005343708	-0,01282202	0,00060793	0,013915906	5,415108929	1,48
14							100,00

Comprobar el contenido de nutrientes de la mezcla calculada

Si bien el resultado no proporciona las cantidades de alimento que conformaran la mezcla, todavía nos falta comprobar si efectivamente éstas satisfacen nuestro requerimiento en cuanto al contenido de nutrientes, en consecuencia, en las celdas siguientes de nuestra hoja de trabajo, procederemos a insertar las fórmulas que se muestran en las figuras siguientes :

	A	B	C	D
16	Alimento	Valor Bs p/kg	Cantidad kg	PB
17	=A9	2	=G9	=C17*B3
18	=A10	9	=G10	=C18*C3
19	=A11	3,5	=G11	=C19*D3
20	=A12	0,8	=G12	=C20*E3
21	=A13	2	=G13	=C21*F3
22	TOTAL =		=SUMA(C17:C21)	=SUMA(D17:D21)

Continuación de columna D

	E	F	G
16	EM	Ca	F disp
17	=C17*B4	=C17*B5	=C17*B6
18	=C18*C4	=C18*C5	=C18*C6
19	=C19*D4	=C19*D5	=C19*D6
20	=C20*E4	=C20*E5	=C20*E6
21	=C21*F4	=C21*F5	=C21*F6
22	=SUMA(E17:E21)	=SUMA(F17:F21)	=SUMA(G17:G21)

Resumen de la fórmula obtenida

Una vez que ha concluido la introducción de las fórmulas el resultado se presenta de la manera que muestra la siguiente figura:

	A	B	C	D	E	F	G
16	Alimento	Valor Bs p/kg	Cantidad kg	PB	EM	Ca	F disp
17	Maíz	2	68,27	5,638716229	230,8050795	0,075091863	0,054612264
18	Soya , Aceite	9	2,65	0	23,33130857	0	0
19	Soya Harina (45%)	3,5	26,98	12,22128377	60,86361189	0,064748523	0,048561392
20	Carbonato calcitico	0,8	0,62	0	0	0,238723302	0
21	Fosfato Bicalcico	2	1,48	0	0	0,377436312	0,273826344
22	TOTAL =		100,00	17,86	315	0,756	0,377

Observe lo siguiente:

Celda C22 = 100 Kgrs de mezcla alimenticia

Celda D22 = 17,86 % de proteína

Celda E22 = 315 Kcal EM en 100 gr (315 x10= 3150 EM Kcal/kg)

Celda F22 = 0,756 % calcio

Celda G22 = 0,377 % Fósforo disponible

Por lo tanto, el sistema ha encontrado una solución factible.