

# BALANCEO DE RACIONES A MÍNIMO COSTO

MVZ EPA Alejandro Zalapa Ríos. 2011. Enviado por el autor.  
Emilio Carranza 268 centro. cp 60250. Paracho Michoacán, México.  
Cel 452 122 93 07. [alzari\\_62@hotmail.com](mailto:alzari_62@hotmail.com)  
[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

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

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo, pretende mostrar una técnica nueva en el balanceo de raciones, considerando, que en la actualidad, las computadoras son herramientas accesibles y además necesarias en cualquier proceso de la vida cotidiana. Digo nuevo, porque no lo he visto en algún artículo de manera descrita y/o específica.

Este método está basado en la programación lineal, usando el método simplex, desarrollado por Dantzing 1947. Los modelos matemáticos lineales constan de una función objetivo lineal que puede servir para maximizar utilidades o producción de una empresa agropecuaria o industrial, o bien para minimizar costos (caso concreto de la formulación de raciones); constan además de un conjunto de igualdades o desigualdades lineales conocidas también como restricciones, a las cuales se sujeta la función objetivo. Es decir, la solución óptima, cuando es factible, tiene que darse en el marco de restricciones. (Trujillo F.V.)

En la actualidad, existe un número extenso de Software basados en el presente método, que facilitan la transformación de números sin orden en raciones balanceadas para animales, con bastante rapidez y una certeza increíble. Aunque son métodos bastante buenos, y es aconsejable adquirirlos para toda aquella gente inmersa en el proceso de balanceo, no me voy a dedicar a ellos aquí, pues ellos tendrán su red de comercialización y su sistema de venta determinado. Aquí me voy a referir a un sistema de la hoja de Cálculo Excel, que se encuentra en cualquier computadora equipada con Microsoft, y que en realidad es el común denominador de todos los equipos de computo, este sistema es llamado Solver. Voy a ser lo bastante descriptivo en cuanto a la técnica de trabajo en una computadora, y no voy a ser muy descriptivo, en cuanto a la técnica matemática del método, pues no es el objetivo del presente trabajo, basare las descripciones en una primera parte en la activación de Solver en dos versiones de Microsoft, la segunda parte en el análisis local, la tercera en la lógica de las ecuaciones, y posteriormente al utilizar la computadora, observare con bastante precisión el lugar de la celda, o sea Columna con letra y fila con número, para que de manera inicial se pueda realizar o seguir el ejercicio. Activar Solver y realizar un primer proceso, será meticuloso, lento y un poco difícil, pero una vez familiarizado con la técnica es bastante sencillo utilizar el sistema.

## ACTIVACIÓN DE SOLVER

En el menú Herramientas, hay que fijarse si aparece el comando Solver. Si no aparece, se deberá instalar el complemento o macro automática Solver: en el cuadro de diálogo Complementos, hay que seleccionar la casilla de verificación Solver. Si Solver no aparece en la lista del cuadro de diálogo Complementos, se hace clic en Examinar y se localiza la unidad, la carpeta y el nombre de archivo Solver.xla que, normalmente, está ubicado en la carpeta Macros/Solver, o se ejecuta el programa de instalación si no se puede localizar el archivo; Esto es en office 2003. Para office 2007; Se abre el programa Excel, se recurre al botón de office, en el extremo superior izquierdo del usuario, se tecléa y en la parte inferior derecha aparecen 2 ventanas pequeñas, la primera en ese orden dice opciones de Excel, se tecléa este y aparece una ventana, en la parte izquierda de esta en relación al usuario, aparece complementos, nueva ventana, aparece ir, en la parte inferior, se tecléa y aparece una ventana pequeña, donde se lee Solver, y aceptar. En este momento está activo. Considerar que esto se hará una sola vez.

## ANÁLISIS LOCAL

En el caso del Balanceo de raciones, voy a usar un ejemplo real, sencillo y que uso en escritorio para hacer mezclas, para productores del GGAVATT (Grupo de Ganaderos para la Validación y Transferencia de Tecnología), San Felipe de los Herreros, de la localidad del mismo nombre, de el municipio de Charapan, del Estado de Michoacán México, en la Meseta Purépecha.

Cuadro 1.- Base de datos				
		MS	Proteína B	EM Mega calorías/kg
1	Balanceado 12	86.00	12.00	1.80
2	mazorca molida de maíz y rastrojo	86.00	7.80	2.58
	Necesidades nutritivas	7.2 Kg/día	11.1	2.61

Estos eran los alimentos (Cuadro 1), con que el productor trabajaba al llegar su servidor al grupo, disponían del maíz (Molido de Planta Integral), y a 6 Kilómetros compraban un balanceado de 12% de PC.

Cuadro 2	MS	Partes	PC	PC total	EM	EM total	Costo Kg.	Costo T
Balanceado 12	86.00	0.25	12.00	3	1.80	0.45	3.63	0.90625
maíz (Molido Planta Integ)	86.00	0.75	7.80	5.85	2.58	1.935	2.00	1.5
				8.85		2.385		2.40625

En el cuadro 2 se observa que los productores mezclaban 0.25 partes de balanceado y 0.75 partes de maíz planta entera; No se satisface la Proteína Cruda, de 11.1 % requerido (NRC 1968), solo se llega a 8.85 %, en cuanto a la Energía Metabolizable, EM, se obtiene 2.38 Mega calorías por Kilogramo, cuando es requerido 2.61 Mega calorías de EM/Kg. De alimento. El Precio del Kilogramo preparado arroja un precio de \$ 2.40.

Todo este análisis es necesario realizar al llegar y querer solucionar un problema de alimentación. Nos dimos entonces a la tarea de buscar alimentos que se encuentren en la región, que sean baratos por su calidad nutritiva y que tengan la tendencia a reducirnos costos y elevar valor nutritivo de la mezcla. Encontramos eliminando muchas opciones por las razones ya descritas, Un concentrado comercial de 40% de Proteína, Pollinaza, Molido de Maíz de planta Integral, y Maíz molido grano. Ver base de datos de cuadro siguiente.

Observamos que se estandarizo a MS de 1, pues es lo que contiene en 1 Kilogramo de Materia seca del alimento al respecto, cabe hacer la observación, que estos alimentos encontraron el equilibrio higroscópico en la región y se encuentran a 87% de Materia seca por 13% de humedad. También se marco el precio por Kg. De materia seca. Aquí una observación, para la comunidad internacional, actualmente un Dólar equivale a 15 Pesos Mexicanos.

### SISTEMA DE ECUACIONES: PLANTEAMIENTO

Base de datos cuadro 3							
	pollinaza	maíz integro molido	concentrado 40	Maíz grano.	Suma	Requerimiento	
MS	1	+ 1	+ 1	+ 1	Sumatoria =	100	
PC	0.25	+ 0.078	+ 0.4	+ 0.1	Sumatoria =	11.1	
EM	2.42	+ 2.58	+ 1.93	+ 3.34	Sumatoria =	261	
precio	1.8	+ 2	+ 5	+ 2	Sumatoria =	Mínimo costo	

Pasó 1 en la celda MS o Materia seca (cuadro 3) se estandariza o se formula en base a 1 materia seca igualada y la suma debe dar uno o la suma deseada, aquí es 100.

Paso 2 se plantea la proteína cruda de la pollinaza, el maíz integro molido, el concentrado 40 y el maíz grano, con referencia a una unidad, y la sumatoria debe cumplir un requerimiento de 11.1 porcentual.

Paso 3 se plantea al igual en cuanto a Energía Metabolizable. Y con un requerimiento de 2.61 mega calorías Total de 1 kg, en este caso 261 Mega calorías en 100 Kg.

Y por último paso el precio y como su sumatoria el mínimo costo.

Luego entonces se requiere que la suma de los ingredientes sea igual al requerimiento, y que la suma de los costos sea de un mínimo precio.

a) Plantear la base de datos en Excel. (ventana 1)

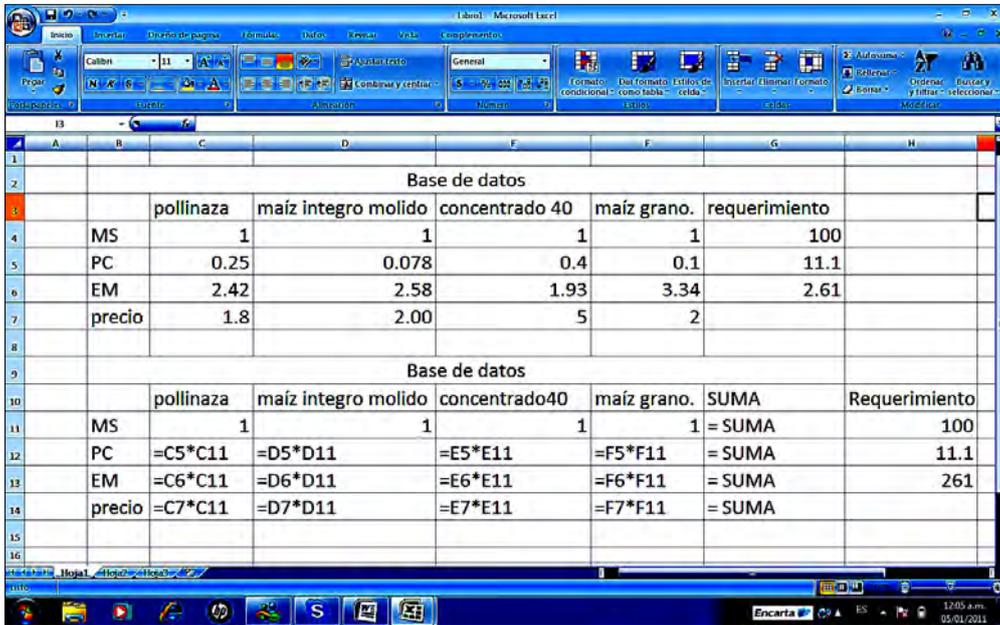
The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'Base de datos' table entered into a spreadsheet. The table is structured as follows:

	pollinaza	maíz integro molido	Concentrado 40	maíz grano.	requerimiento
MS	1	1	1	1	100
PC	0.25	0.078	0.4	0.1	11.1
EM	2.42	2.58	1.93	3.34	2.61
precio	1.8	2.00	5	2	

(Ventana 1)

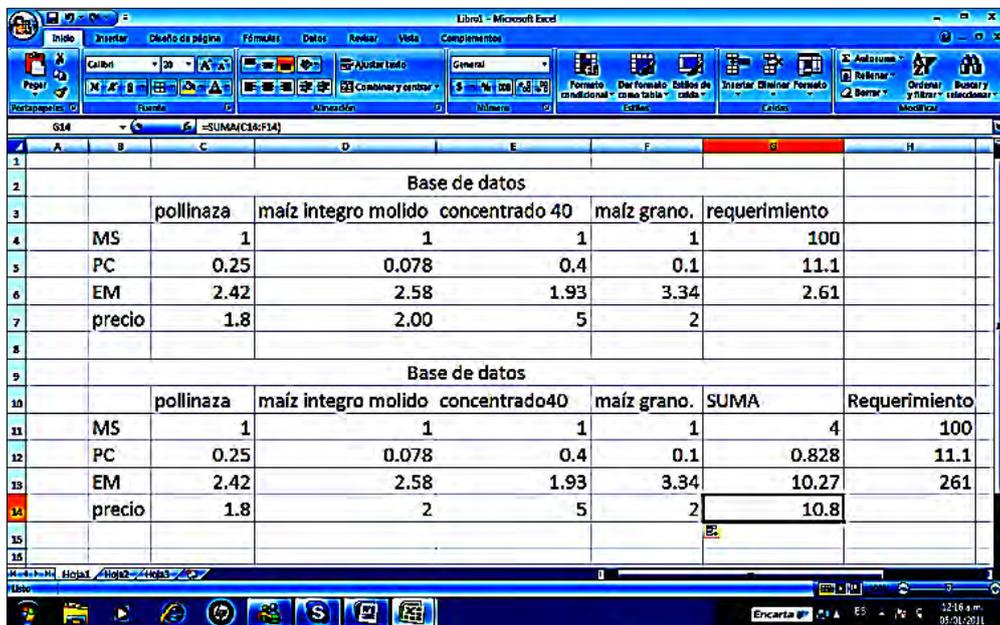
b) Pegando formulas.

Las formulas se pegan repitiendo el cuadro base de datos en la parte de abajo respetando una fila, pero ahora mandan solo formulas, que Excel tomara como referencia para ajustar la función objetivo y restricciones. (Ventana 2).



(Ventana 2)

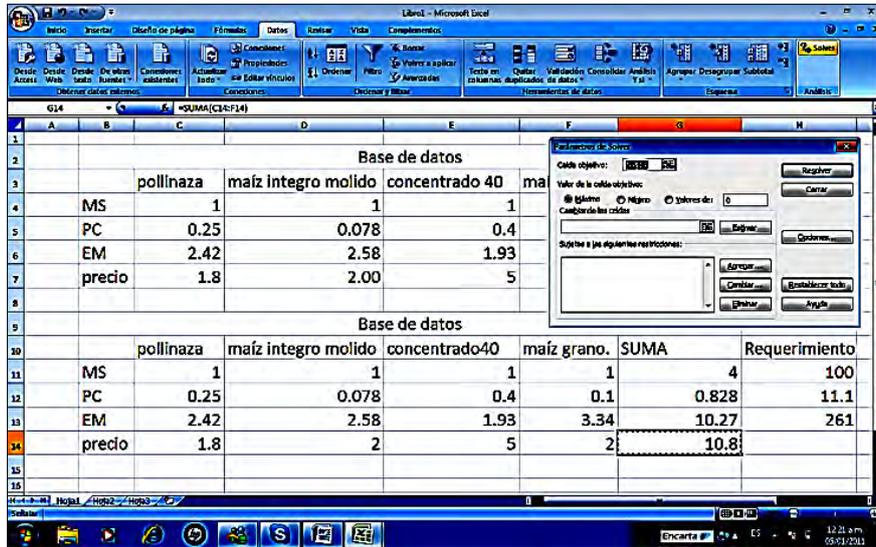
Como se observa, la materia seca es 1 y multiplica a la PC de la base de datos, o sea la celda C5, que esta multiplicada por la materia seca de la base de datos segunda o celda C11, lo mismo sucede con cada nutriente y a su vez con cada ingrediente, lógicamente el cuadro nunca lo veremos así, al pegar formulas, en la suma de MS por ejemplo tendremos 4, y así sucesivamente, o sea de momento veremos la sumatoria sencilla, ventana 3.



(Ventana 3).

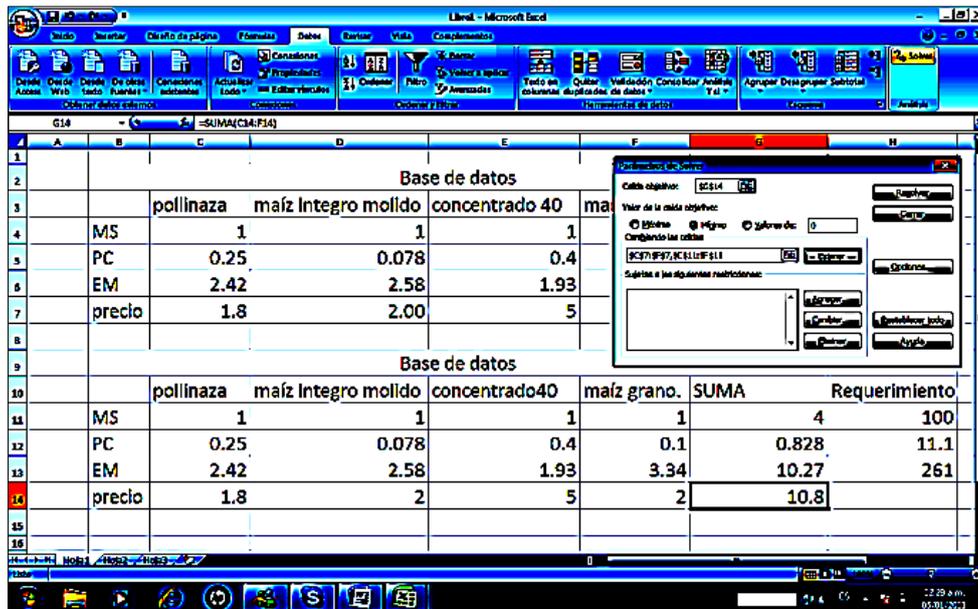
Observar que las sumas son sencillas; sin embargo, en este momento está planteado el ejercicio, con la lógica necesaria. E inicia el proceso de Solver.

c)Configuras o accedes en menú de herramientas a Datos, observar selección en la Imagen (en blanco), posteriormente en el extremo derecho, aparece el comando Solver que ya fue activado (amarillo), y te aparece la ventana que observas, pero para todo esto se selecciona la celda objetivo, que corresponde a la celda cuyo precio deseas minimizar, que aquí es la celda G14, y aparecerá como seleccionada en celda objetivo del recuadro interno. Ventana 4.



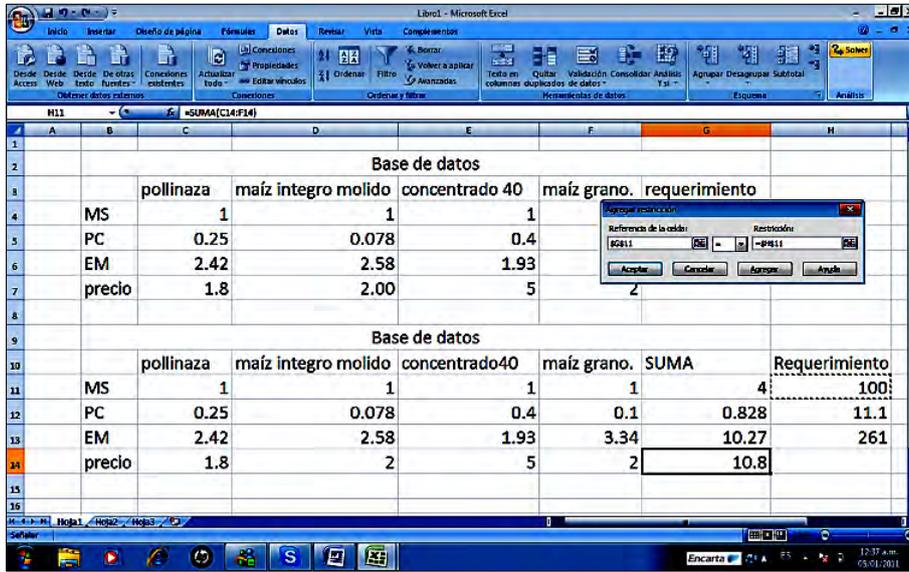
Ventana 4

Posteriormente se aplica el paso de configurar la página; se minimiza el valor de la celda objetivo y se tecléa sobre la función objetivo, el cual en automático estimara las celdas a convertir, que en este caso, son las cuatro celdas de MS en cada ingrediente. Ventana 5.



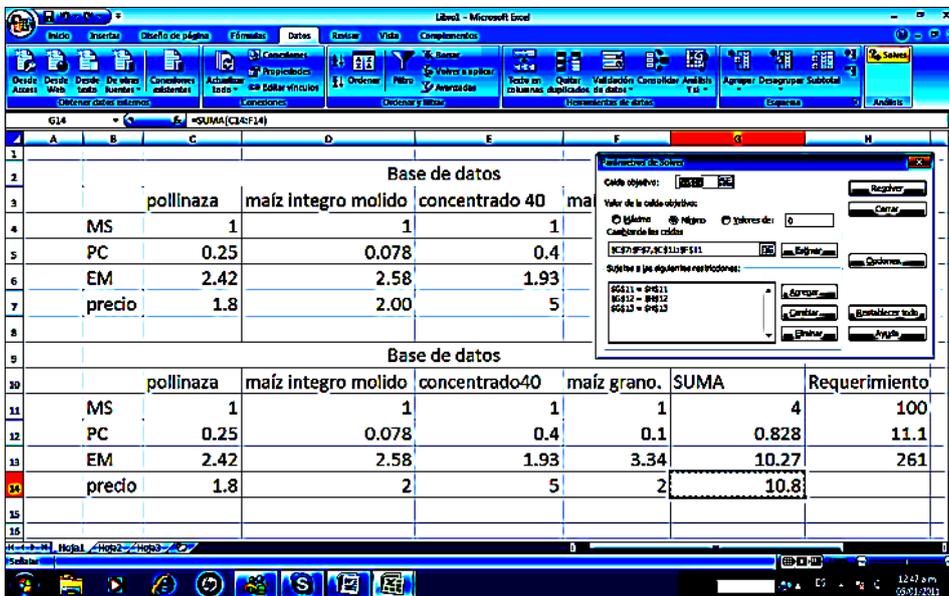
Ventana 5

Posteriormente se tecléa agregar, aquí te aparecen las restricciones, por lógica, deseas que la suma de MS o sea 4 (celda G11), sea igual a 100 (Celda H11), y así sucesivamente cada ingrediente igual a su requerimiento. Se observa una nueva ventana de menor tamaño, con dos ventanas laterales del mismo tamaño y una opción central, en la ventana primera, seleccionas o colocas la celda G11, en el centro seleccionas la opción = y en la celda ultima tecléas H11, quieres que la suma de las materias secas sea igual 100, y así sucesivamente con la Proteína Cruda, y la Energía Metabolizable, tecléando en cada proceso intermedio agregar y al final de restricciones aceptar. Ventana 6 y 7.



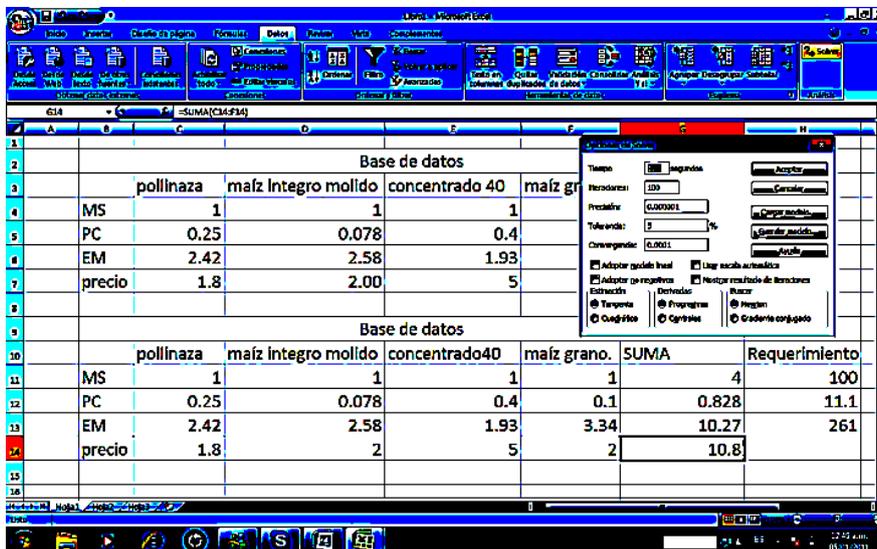
Ventana 6.

Te aparecerá la siguiente ventana, al terminar de aplicar restricciones. Ventana 8.



Ventana 8.

Teclas opciones y aparece otra ventana 9.



Ventana 9

En ella teclearas adoptar no negativos, posteriormente aceptar y te regresara a la ventana 8 donde teclearas Resolver.

	pollinaza	maíz integro molido	concentrado 40	maíz grano.	requerimiento
MS	1	1	1	1	100
PC	0.25	0.078	0.4	0.1	11.1
EM	2.42	2.58	1.93	3.34	2.61
precio	1.8	2.00	5	2	

	pollinaza	maíz integro molido	concentrado40	maíz grano.	SUMA	Requerimiento
MS	18.1913	74.0315893	0	7.7771127	100.000001	100
PC	4.547825	5.774463965	0	0.7777113	11.09999998	11.1
EM	44.02294	191.0015004	0	25.975557	261.0000004	261
precio	32.74434	148.0631786	0	15.554225	196.3617422	

Ventana 10.

En la ventana 10, la operación nos arroja un precio de \$ 1.96 por kilogramo de alimento, en este caso se satisfacen tanto la energía como la proteína, la ración contiene 11.1% de proteína, y 2.61 Mega calorías de Energía Metabolizable por Kilogramo de alimento.

Sin embargo y de acuerdo a mi criterio, considerando que el nivel de NNP o Nitrógeno no Proteico, es alto, pues es ideal en un tercio de la proteína, situación que ya se discutirá en otro artículo, deseo disminuir el uso de pollinaza a máximo 15%.

Entonces en el punto de agregar restricciones, estas se agregaron solo en un nivel, que fueron columnas, más específicamente la G y H, en este caso yo intentaría restringir la celda donde Cruza Pollinaza y MS (C11), y el ideal sería poner La celda, el signo  $\leq 0 =$  y el valor 15 (15%), sin embargo, al hacer lo lógico, Solver te dice que no es posible porque la celda ya está en proceso de cálculo, ¿Entonces? Uso una estrategia diferente, en la celda donde cruza PC y Pollinaza (C12), calculo cuanto PC me aportarían 15% de Pollinaza, que sería igual a  $.25 \text{ por } 15 = 3.75$ . Entonces agrego una restricción, pongo en restricciones en ventana de referencia de celda, la celda donde se encuentra la PC de la Pollinaza (C12), a continuación en signos pongo  $o \leq o =$  y en la ventana final o Restricción, escribo 3.75, sigo el procedimiento del primer ejercicio y me queda como sigue. Ventana 11.

	pollinaza	maíz integro molido	concentrado40	maíz grano.	SUMA	Requerimiento
MS	15	74.82626824	1.653926338	8.5198054	100	100
PC	3.75	5.836448923	0.661570535	0.8519805	11.1	11.1
EM	36.3	193.0517721	3.192077832	28.45615	261	261
precio	27	149.6525365	8.269631689	17.039611	201.961779	

Ventana 11.

Al observar el cuadro 9 vemos que a mi gusto de 15% de pollinaza, 75% de planta de Maíz entera molida en seco, 1.6% de concentrado 40 Marca X, y 8.5% de maíz grano, satisfago las necesidades de 11.1% de PC y 2.61 Mega calorías de energía Metabolizable por kilogramo de alimento, a un precio de 2.02 pesos, contra 2.41 pesos

que gastaba un productor sin satisfacer los requisitos. Aunque partiéramos del supuesto que la producción, va a ser igual, y me refiero a la ganancia de peso por día, en un cálculo aproximado, un bovino con peso medio 350 Kg. (inicia la engorda en 300 kg. Y lo sacamos de 400 Kg), este animal consumirá el 3% de su peso vivo en Materia Seca por día, o sea  $350 \times 3\%$ , 10.5 Kilogramos por día, considerando una engorda de 100 días, tendremos un consumo de 1050 Kilogramos por animal, el productor tiene 15 becerros en engorda, lo que nos da un total de 15,750 kilogramos de alimento en esta engorda, ahorrando 39 centavos por kilogramo, obtenemos un total de ahorro por concepto de alimento, de \$ 6,142.5 pesos, que divididos por día sería un ahorro diario de \$ 61.5 pesos, lo que una familia modesta usa para vivir. Esto sin considerar, que la ganancia de peso será mayor ahora, esto no está validado aun, pero es lógico.

Tal vez tantos datos nos asusten al inicio, pero la verdad es que fui muy meticuloso en el lenguaje y la explicación. Familiarizándose con el método, un ejercicio se realiza después de planteado en 2 o 3 minutos.

Vale la pena usar esta herramienta en campo, pero es limitante de aprendizaje a productores, pero no así a técnicos de campo y menos aún a administradores o nutriólogos, ambos ya conocerán la herramienta.

Con respecto a las limitaciones, yo hice un ejercicio pequeño, pero con seguridad, Solver te resuelve un ejercicio con muchos ingredientes y restricciones.

#### BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Aditivos y Vitaminas Mexicanas, SA. De CV. "Tabla de Ingredientes" México 2002.
- 2.- MVZ, MPA. Sergio C. Ángeles campos. MVZ, MPA. Luis Corona Gochi. MVZ, EPB, MPA. J. Ismael Escamilla Gallegos. MVZ, MPA. Lucas G. Melgarejo Velázquez. MVZ, MC. A. Kurt Spross Suárez. Alimentación Animal (Forrajes y concentrados). Área Bovinos. UNAM-DSUAED 2005
- 3.- MVZ. Yolanda Castañeda Nieto. IAZ. Epigmenio Castillo Gallegos. MVZ, MES. José Antonio Fernández Rodiles. IAF. Jesús Jarillo Rodríguez. MVZ. MPA. Lucas G. Melgarejo Velázquez. Alimentación Animal (Manejo de pastizales). Área Bovinos. UNAM-DSUAED 2005
- 4.- MVZ. Arturo Alonso Pesada. MVZ, MPA. Nora Aymani Guevara. MVZ José Alfredo Carranza Velázquez. LA Lae Chantal G Ruiz Guerrero. "Administración Pecuaria", Área Bovinos. UNAM-DSUAED 2005
- 5.- MVZ, MNA. A. Kurt Spross Suárez. Alimentación Animal (Alimentación). Área Bovinos. UNAM-DSUAED 2007
6. – National Research Council United States-Canadian Tables of Feed Composition: Nutritional Data for United States and Canadian Feeds, Third Revision (1982)
7. – National Research Council. United States-Canadian Tables of nutrient requirements of beef cattle: Nutritional Data for United States and Canadian Feeds, Third Revision (1982)
- 8.- Trujillo FV. 1979. Formulación de Raciones Editorial Mac Graw Hill. México.

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