UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

FORMULACION DE RACIONES PARA GANADO.

T E S I S

Que para obtener el Titulo de

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a n:

Maria Isabel Rodriguez Vidal

Luis Rodolfo Acevedo Castro

Asesor: M.V.Z. Enrique Arista Puigferrat

México, D. F. 1984

I N D I C E

C O N T E N I D O

I INTRODUCCION

La alimentación adecuada de las diferentes especies animales presentan al técnico una serie de problemas a resolver, principiando por la especie animal y el tipo de explotación a que se debe someter a estas especies; posteriormente el tipo de alimentos disponibles y el conocimiento nutritivo de estos alimentos.

El siguiente paso es el formular una dieta de acuerdo a los datos obtenidos como son:

a.- Requerimientos nutricionales de la especie, variedad de que se trate, considerando la edad, peso y función zootécnica.

b.- Costo de los diferentes alimentos, en relación al aporte de valores nutricionales que posean.

Una vez recabados los datos necesarios se procederá a balancear la ración, o sea a determinar la proporción adecuada de las diferentes materias primas para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal de que se trate. Para poder calcular esta relación existen varios sistemas de formulación matemática, como son; Cuadrado de Pearson, Balanceo por el método de eliminación de Gauss-Jordan (ecuaciones simultáneas), Sistema de tanteo, Regla de Cramer (determinantes) y Programación Lineal (métodos numéricos).

La variabilidad de dietas para rumiantes es inmensa, ésta depende básicamente de las características fisiológicas de las diferentes fases zootécnicas de la explotación de los bovinos lecheros empezando desde la formulación de sustitutos de leche para pre-rumiantes, hasta la elaboración de dietas utilizando forrajes de mala calidad o raciones con un alto contenido de concentrado.

Esta variabilidad complica grandemente la formulación para un desarrollo óptimo debido a que generalmente no se cuenta con información que indique las verdaderas necesidades del ganado así como del no disponer de información relacionada con el análisis químico proximal y del análisis de digestibilidad de los principales alimentos utilizados para la formulación de las dietas del ganado. Es indudable que la alimentación de las vacas lecheras en especial, ofrece aspectos difíciles de resolver ya que no todas producen igual y no todas consumen la misma cantidad de alimento, además la existencia de un hato con diferentes cursos de lactación, edad, peso y nivel de producción. Esto ha motivado a establecer varias dietas que se utilicen en una forma más exacta que cubre los requerimientos nutritivos y asegurando el consumo de elementos nutritivos que permitan una óptima producción.

En explotaciones intensivas de ganado porcino, resulta de especial importancia el conocimiento de las necesidades nutritivas de éstos ya que los animales tienen menos posibilidades de elegir sus -

alimentos que las otras especies de ganado y en su mayor parte solo - pueden consumir lo que les suministra el encargado de la granja; por lo general este consiste en alimentos concentrados y una pequeña proporción de fibras. Tales circunstancias se vuelven más decisivas a - causa de que los cerdos crecen con más velocidad (en relación con el peso de su cuerpo) que los otros animales domésticos mayores y producen descendencia a más temprana edad, factores que han sido acentuados bajo la moderna producción.

Las necesidades alimenticias de los porcinos como en las otras especies, varía según el propósito con que se mantienen estos animales (cerdos en finalización, iniciación, reproductores, gestación étc) pero en general existen ciertos requisitos nutritivos básicos para todas las clases de porcinos como es Proteína, Energía, Minerales y vitaminas. Esto desde el punto de vista económico es muy importante porque el alimento representa aproximadamente el 75 % del costo total - de la producción de carne de cerdo.

La alimentación desempeña indiscutiblemente, bajo varios aspectos un papel de primera importancia en la cría de los animales en general y particularmente en la cría de aves.

En efecto, el suministro de raciones equilibradas, es decir - capaces de satisfacer todas las exigencias nutritivas de las aves, - constituye el medio principal que les permite manifestar en la medida más elevada su propia capacidad productiva, expresión del patrimo nio genético individual.

La alimentación representa un factor económico importante, influyendo entre otras cosas, en sentido positivo o negativo sobre las características organolépticas y en la composición de los productos avícolas, es decir carne y huevo.

En la actualidad, el tipo de aves que se halla a disposición de los avicultores y los modernos sistemas de cría intensiva imponen cada vez más, la necesidad de disponer de dietas equilibradas que tengan en cuenta las exigencias nutritivas de las aves en relación con la edad, la raza, el cruzamiento, la dirección productiva y el sistema de cría.

II OBJETIVO

El objetivo del presente estudio, es el diseñar un manual de formulación de raciones para el ganado que pueda ser utilizado como base primordial por los alumnos de la materia de Nutrición Animal de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

III DESARROLLO DE TEMA

INTRODUCCION

Dentro del marco que encierra este trabajo de tesis, esta el elaborar y actualizar los métodos y técnicas de formulación de dietas para ganado, realizando un análisis de cada uno de ellos y ejemplarizándolos.

Con esto se pretende elevar el nivel académico en el área de Nutrición Animal de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, a nivel Licenciatura y promover de esta manera la superación de un mejor número de profesionales que laboran en la industria ganadera por medio de información actualizada y especializada.

A. UN PROBLEMA SIMPLE CON UN SOLO ALIMENTO

Una de las situaciones más simples encontradas, es cuando un alimento se encuentra disponible y se quiere saber que cantidad requiere comer un animal. Supongamos que este alimento es un heno de alfalfa y que nosotros queremos conocer que cantidad necesita comer un bovino de 200 Kg. y que gana un promedio de 0.25 Kg por día. Si revisamos las tablas del N.R.C. (1978) para bovinos productores de carne, nos encontramos los siguientes datos;

a.- Para un bovino de 200 Kg. se requiere;

1.- 4.57 Kg. de Materia seca (M.S.)

2.- 0.45 Kg. de Proteína cruda (P.C.)

3.- 2.56 Kg. de Total de Nutrientes Digestibles (T.N.D.)

La cantidad de heno de alfalfa requerida dependerá de la calidad nutritiva del heno, si consideramos el típico valor del heno de alfalfa cortado al 10 % de la floración nos encontramos con los siguientes datos de su análisis químico; M.S. (89.2 %), P.C. (17.1%) y T.N.D. (56%), estos dos últimos datos obtenidos sobre base seca.

Por lo tanto la cantidad de heno de alfalfa requerido para un adecuado consumo de Proteína Cruda es de 0.45/0.171 = 2.63 Kg. y la cantidad requerida para un adecuado consumo de T.N.D. es de -

2.56/0.57 = 4.57 Kg. Como se podrá notar la cantidad de heno de alfalfa requerida está determinada simplemente por la división de los requerimientos (P.C. y T.N.D.) entre la concentración de los nutrientes del alimento a suministrar.

Si las tablas del N.R.C. indican que un bovino de 200 Kg. con una ganancia de 0.25 Kg. diarios necesita una ración con un 10 % de proteína cruda, es muy claro que el heno de alfalfa con un 17.1 % de proteína cruda proporciona un exceso de proteína, pero si comparamos el valor del T.N.D. del heno de alfalfa con los requerimientos de T.N.D. para esta situación nos encontraremos que el heno de alfalfa es inferior a los requisitos, por lo cual si la alfalfa no llena los requisitos de T.N.D., el bovino probablemente no gane el peso requerido.

En este ejemplo si se requiere ajustar las necesidades de consumo de M.S. del animal, tendríamos lo siguiente:

M.S. requerida 4.57/0.892 M.S. del heno de alfalfa = 5.12 Kg.

5.12 Kg. de alfalfa aporta los siguientes nutrientes:

a.- 5.12 X 0.892 = 4.57 Kg. de M.S.

b.- 4.57 X 0.171 = 0.78 Kg. de P.C.

c.- 4.57 X 0.560 = 2.56 Kg. de T.N.D.

De estos datos encontraríamos que el heno de alfalfa suministrado al 100 por 100 ó 100 % de la capacidad digestiva del bovino, suministra la cantidad adecuada de T.N.D. pero suministra un exceso de proteína de 0.330 Kg.

B. CUADRADO DE PEARSON SENCILLO EN LA FORMULACION DE RACIONES

El cuadrado de Pearson es un procedimiento simple el cual lo puede realizar cualquier persona que tenga conocimientos elementales de Matemáticas. El procedimiento se fundamenta en la utilización de un grupo de alimentos o un alimento, con una concentración de nutriente inferior al valor del nutriente buscado, combinado con un grupo de alimentos o un alimento, con una concentración de nutriente superior al valor del nutriente buscado. Procederemos a explicar este método a través de unos ejemplos:

B.1 Balancear una dieta para cerdos en finalización cuyo peso vivo promedio (P.V. $\overline{X}$) es de 80 Kg.; se cuenta para la alimentación con pasta de soya y sorgo cuyos valores en proteína cruda son de 45 % y 8 % respectivamente.

B.1.1 Los requerimientos de proteína cruda para un cerdo de 80 Kg. son de un 14 % del total de la ración (tablas del N.R.C.)

B.1.2 Uso del cuadrado de Pearson:

P.C. % de la pasta de soya = 45 %

P.C. % del sorgo = 8 %

Se coloca del lado izquierdo los alimentos con sus respectivos porcentajes de proteína cruda, en el centro se coloca el requerimiento del cerdo de dicho nutriente (P.C.) y se procede a restar los valores poniendo los resultados en forma cruzada, para formar un cuadrado.

P.C. % P. soya	45			6	partes de P. soya
		(−)	14	(+)	
P.C. % sorgo	8			31	partes de sorgo
	37		⟷	37	partes totales

(la flecha indica la dirección para restar)

B.1.3 El resultado indica 6 partes de soya y 31 partes de sorgo o expresados como porcentajes;

% de P. soya = 6 / 37 X 100 = 16.22 %

% de sorgo = 31 / 37 X 100 = 83.78 %

100.00 %

B.1.4 El resultado de las partes obtenidas debe coincidir con el resultado de la resta entre los valores nutricionales de las materias primas que se encuentran situadas en el lado izquierdo de nuestro cuadro. Si es así, significa que el balance es viable.

$$
\begin{array}{ccccc}
 & 45 & & 6 & \\
(-) & & 14 & & (+) \\
 & 8 & & 31 & \\
 & \overline{} & & \overline{} & \\
 & 37 & \longleftrightarrow & 37 &
\end{array}
$$

B.1.5 **Determinadas las partes para cada ingrediente o grupo de ingredientes, se procede a verificar el aporte de proteína cruda.**

P. soya	16.22 % X 0.45	(P.C. de la soya) =	7.299
sorgo	83.78 % X 0.08	(P.C. del sorgo) =	6.701
	100 %		14 %

B.1.6 **Reporte del alimento a elaborar en base seca.**

INGREDIENTE	%	P.C. %
Pasta de soya	16.22	7.299
Sorgo	83.78	6.701
Total	100	14

El mismo procedimiento puede ser utilizado para los requerimientos de energía y minerales.

Como característica de este procedimiento se requiere que uno o la mezcla de los alimentos de una variable posea un valor superior al requerimiento del nutriente y que el otro alimento o mezcla de los alimentos de la otra variable posea un valor inferior al requerimiento del nutriente.

B.2 Balancear un alimento para bovinos al 16 % de proteína cruda se cuenta para la formulación con los siguientes ingredientes:

GRUPO DE SUPLEMENTOS PROTEICOS

INGREDIENTE	P.C. %	P.C. gr.
Pasta de soya	44	440
Pasta de coco	30	300
Pasta de cártamo	34	340
Pasta de ajonjolí	28	280
Harina de pescado	65	650

GRUPO DE CEREALES

INGREDIENTE	P.C. %	P.C. gr.
Maíz	9	90
Trigo	10	100
Cebada	11	110
Sorgo	9.5	95

B.2.1 Uso del cuadrado de Pearson:

P.C. % de la pasta de cártamo = 34 %

P.C. % del sorgo = 9.5 %

P.C. % P. cártamo	34		6	partes de P. cártamo
	(-)	16	(+)	
P.C. % trigo	10		18	partes de trigo
	24	⟷	24	partes totales

B.2.2 El resultado indica 6 partes de cártamo y 18 partes de trigo o expresados como porcentajes:

% de pasta de cártamo = 6 / 24 X 100 = 25 %

% de trigo = 18 / 24 X 100 = 75 %

100 %

B.2.3. Determinadas las partes para cada ingrediente o grupo de ingredientes, se procede a verificar el aporte protéico de la mezcla.

P. cártamo	25 %	X 0.34 (P.C. del cártamo)	= 8.5 %
Trigo	75 %	X 0.10 (P.C. del trigo)	= 7.5 %
	100 %		16 %

B.2.4 Reporte del alimento a elaborar en base seca.

INGREDIENTE	%	P.C. %
Pasta de cártamo	25	8.5
Trigo	75	7.5
Total	100	16

B.3 Formular un alimento para un bovino productor de leche con un peso de 500 Kg. y producción de 20 Kg. de leche con 3.5 % de grasa, para Energía.

B.3.1 Necesidades nutritivas (tablas del N.R.C. 1978)

NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

PESO	M.S. Kg.	T.N.D. Kg.	E.D. Mcal.	E.M. Mcal.
500	15	3.72	16.39	14.06

NECESIDADES DE PRODUCCION (20 Kg. con 3.5 % de grasa)

T.N.D. Kg.	E.D. Mcal.	E.M. Mcal.
6.08	26.8	23.2

NECESIDADES DIARIAS TOTALES

PESO	M.S. Kg.	T.N.D. Kg.	E.D. Mcal.	E.M. Mcal.
500	15	9.80	43.19	37.26

B.3.2 Necesidades energéticas por Kg. de materia seca (M.S.):

T.N.D. = 9.80 / 15 = 0.65 = 65 %

E.D. = 43.19 / 15 = 2.88 (Mcal.)

E.M. = 37.26 / 15 = 2.48 (Mcal.)

B.3.3 Valor energético de los alimentos a utilizar en la formulación de una dieta (datos en base seca).

ALIMENTO	M.S. Kg.	T.N.D. %	E.D. Mcal.	E.M. Mcal.
Alfalfa	20	57	2.47	2.04
Grano de sorgo	89	84	3.58	3.16

B.3.4 Uso del cuadrado de Pearson.

T.N.D. de la alfalfa = 57 %

T.N.D. del grano de sorgo = 84 %

T.N.D. % del sorgo 84 → 8 partes de sorgo

(-) 65 (+)

T.N.D. % de alfalfa 57 → 19 partes de alfalfa

27 ⟷ 27

B.3.5 El resultado indica 19 partes de alfalfa y 8 partes del grano de sorgo e expresados como porcentajes:

% de la alfalfa = 19 / 27 X 100 = 70.37 %

% del G. sorgo = 8 / 27 X 100 = 29.63 %

100 %

B.3.6 El aporte de la mezcla es:

Alfalfa 70.37 % X 0.57 (T.N.D. alfalfa) = 40.11 %

G. sorgo 29.63 % X 0.84 (T.N.D. sorgo) = 24.89 %

100 % ... 65 %

B.3.7 Reporte del alimento a elaborar en base seca.

ALIMENTO	%	BASE SECA Kg.	T.N.D. %
Alfalfa	70.37	70.37	40.11
G. sorgo	29.63	29.63	24.89
Total	100	100	65

C. FORMULACION BAJO LA TECNICA DE TRUJILLO

Esta técnica nos muestra un sistema de balanceo de raciones - en el cual solo podremos dar solución a una sola necesidad con una - gran variedad de combinaciones,(esto estara determinado por el número de ingredientes utilizados) esto se logra mediante la elaboración de unas tablas donde aparecerán los valores calculados de nuestros ingre dientes a utilizar y sus combinaciones posibles.

Iniciamos con la agrupación de nuestros nutrientes en dos cua dros(energeticos y proteicos) con las siguientes condiciones:

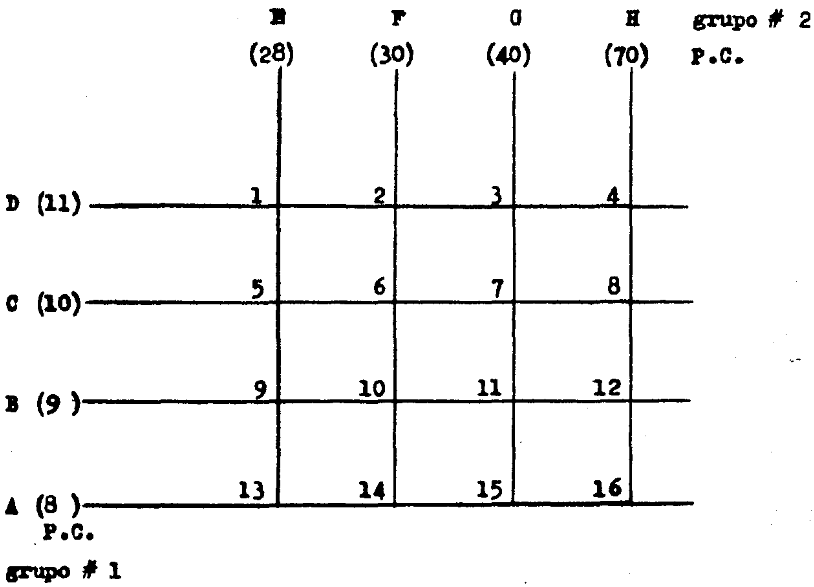
1) Un grupo deberá tener el contenido proteico mayor al busca do y el otro deberá ser menor.(en este caso el primero mayor y el - segundo menor a 18 % de P.C.)

2) Los valores proteicos de cada grupo deberán ser colocados en orden progresivo.

I.- ENERGETICOS	P.C. %
A.- Maíz	8
B.- Sorgo	9
C.- Trigo	10
D.- Avena	11

II.- PROTEICOS	P.C. %
E.- Ajonjolí	28
F.- Cartamo	30
G.- Soya	40
H.- Pescado	70

Teniendo ya nuestros dos grupos de alimentos e identificados con una letra se procede a elaborar una gráfica que consta de líneas horizontales y verticales que cruzan entre sí, (el número de líneas - estará determinado por el número de ingredientes utilizados, en este caso 8, por lo tanto serán 4 horizontales y 4 verticales) y cada una representada por un ingrediente como a continuación se muestra:



Como podemos notar las líneas horizontales corresponden a - nuestro grupo número "1" y las verticales al grupo número "2" cada - uno con su contenido de proteina.

Habiendo formado nuestro diagrama, el siguiente paso es deter minar el valor de los puntos de intersección entre los alimentos de la izquierda con los superiores y viceversa, a estas intersecciones denominaremos rectas, por ejemplo:

RECTA A —— 13 , nos referimos a la línea marcada con la letra "A" y a su intersección en el punto número 13 donde intersecta con la linea que corresponde a la letra "E" y con la cual se obtendrá el valor de la recta, esto se logra mediante la elaboración de un cuadrado de Pearson con los valores de los alimentos que corresponden a la recta A —— 13 , A (Maíz) y E (Ajonjolí).

Ejemplo : recta A —— 13 , es la intersección de los alimen- "A" y "E" en el punto 13.

A —— Maíz 8 ↘ ↗ 10 = 50 —— valor recta A——13

(-) 18 (+)

E —— Ajonjolí 28 ↙ ↘ 10 = 50

20 ⟷ 20 100 %

Recta A —— 14, es la intersección de los alimentos "A" y "F" en el punto 14 .

A —— Maíz 8 ↘ ↗ 12 = 54.55 —— valor recta A —— 14

(-) 18 (+)

F —— Cartamo 30 ↙ ↘ 10 = 45.45

22 ⟷ 22 100 %

Este procedimiento se lleva a cabo con cada uno de los alimentos y sus cuatro posibles combinaciónes, de esta forma se llenará una tabla de valores como a continuación se muestra.

RECTA	VALOR	RECTA	VALOR
A - 13	50.00	E - 1	41.18
A - 14	54.55	E - 5	44.44
A - 15	68.75	E - 9	47.37
A - 16	83.87	E - 13	50.00
B - 9	52.63	F - 2	36.84
B - 10	57.14	F - 6	40.00
B - 11	70.96	F - 10	42.86
B - 12	85.24	F - 14	45.45
C - 5	55.56	G - 3	24.14
C - 6	60.00	G - 7	26.67
C - 7	73.33	G - 11	29.04
C - 8	86.67	G - 15	31.25
D - 1	58.82	H - 4	11.86
D - 2	63.16	H - 8	13.33
D - 3	75.86	H - 12	14.76
D - 4	88.14	H - 16	16.13

Ya teniendo los valores de las combinaciones entre nuestros - alimentos ahora daremos valor a las combinaciones entre las intersecciones que ya tenemos numeradas, de la siguiente forma :

HORIZONTAL ---- partiendo del número 1 :

1 - 2, 1 - 3, 1 - 4, 2 - 3, 2 - 4, 3 - 4 .

VERTICAL -------- partiendo tambien del número 1 :

1 - 5, 1 - 9, 1 - 13, 5 - 9, 5 - 13, 9 - 13 .

(lo mismo con cada una de las lineas horisontales y verticales)

Ahora bien, para saber el valor de cada una de nuestras combinaciones debemos restar el valor que ya tienen los puntos de intersección, por ejemplo, si tenemos la combinación 1 - 2, el valor de 1 corresponde al valor dado en las tablas anteriores "D - 1" y a 2 el valor de "D - 2", como a continuacion se muestra :

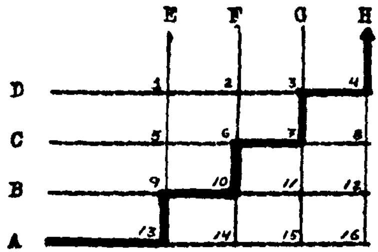
1 -- corresponde a D - 1 valor --- 58.82
(-)
2 -- corresponde a D - 2 valor --- 63.16

valor de la combinación 1 - 2 --- 4.34

Se realiza la misma operación con cada una de las combinaciones, a continuación mostramos la tabla de valores de estas :

combinación	valor	combinación	valor	combinación	valor	combinación	valor
1-2	4.34	5-6	4.44	9-10	4.51	13-14	4.55
1-3	17.04	5-7	17.77	9-11	18.33	13-15	18.75
1-4	29.32	5-8	31.11	9-12	32.61	13-16	33.87
2-3	12.70	6-7	13.33	10-11	13.82	14-15	14.20
2-4	24.98	6-8	26.67	10-12	28.10	14-16	29.32
3-4	12.28	7-8	13.34	11-12	14.28	15-16	15.12
1-5	3.26	2-6	3.16	3-7	2.53	4-8	1.47
1-9	6.19	2-10	6.02	3-11	4.90	4-12	2.90
1-13	8.82	2-14	8.61	3-15	7.11	4-16	4.27
5-9	2.93	6-10	2.86	7-11	2.37	8-12	1.43
5-13	5.56	6-14	5.45	7-15	4.58	8-16	2.80
9-13	2.63	10-14	2.59	11-15	2.21	12-16	1.37

Ya teniendo nuestros valores realizaremos unos problemas de balanceo de raciones. Esto se realiza trazando una linea en la gráfica número 1, que principie en cualesquiera de los alimentos de la izquierda, con la condición que la línea deberá ir hacia la derecha y hacia arriba, nunca retroceder ni descender, enseguida se dara un ejemplo:



Con la línea gruesa marcamos la trayectoria, esta toca algunos puntos de intersección y combinaciones que son las que tomaremos en cuenta para formular nuestra dieta, que en este caso sera al 18 % de proteina cruda. Enseguida ordenamos los alimentos marcados en la trayectoria de la línea gruesa :

INGREDIENTE	RECTA	%	P.C. %
Maíz	A - 13	50.00	4.00
Ajonjolí	9 - 13	02.63	0.74
Sorgo	9 - 10	04.51	0.41
Cartamo	6 - 10	02.86	0.86
Trigo	6 - 7	13.33	1.33
Soya	3 - 7	2.53	1.01
Avena	3 - 4	12.28	1.35
Pescado	H - 4	11.86	8.30
TOTAL	—	100.00	18.00

Como se puede observar si se sigue la trayectoria de la líneatrazada y se toman los valores de los puntos por los que pasa nos da el 100 % de la dieta, y si determinamos el valor de proteína que aporta cada uno, nos cubre los requerimientos que se fijen.

La ventaja de este sistema radica en que podemos omitir algún ingrediente y balancear nuestra dieta trazando una línea que no tomara en cuenta este ingrediente, a continuación un ejemplo mostrando este caso :

C.1 Balancear una dieta para cerdos en etapa de iniciación al 18 % de proteína cruda, utilizando las mismas tablas y suponiendo que no contamos con maíz para balancear nuestra dieta.

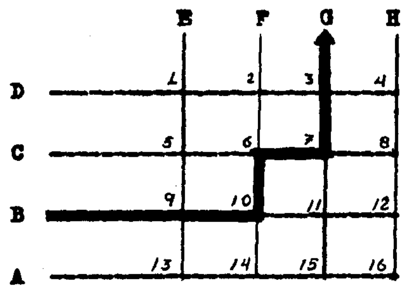


Tabla de valores que intervienen en esta dieta.

INGREDIENTE	RECTA	%	P.C. %
Sorgo	B - 10	57.14	5.14
Cartamo	6 - 10	2.86	0.86
Trigo	6 - 7	13.33	1.33
Soya	G - 7	26.67	10.67
TOTAL	——	100.00	18.00

Como podemos observar el eliminar un alimento no altera nuestro balanceo.

C.2 Balancear una dieta para bovinos de engorda al 18 % de proteína cruda por el método de Trujillo :

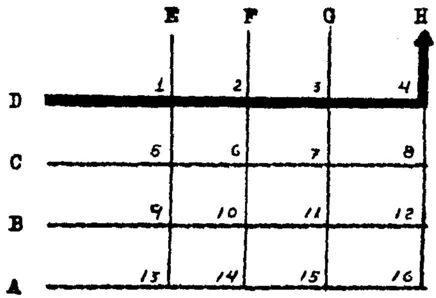


Tabla de valores de las rectas que intervienen en esta dieta.

INGREDIENTE	RECTA	%	P.C. %
Avena	D - 4	88.14	9.70
Pescado	H - 4	11.86	8.30
TOTAL	——	100.00	18.00

Como podemos notar se pueden realizar una gran variedad de combinaciones, la desventaja radica en que solo podemos balancear para un requerimiento y este es fijo, en este caso 18 % de proteína cruda lo cual indica que para balancear una dieta al 16 % de P.C. o mayor del 18 % requerimos formular otra serie de tablas con valores calculados al porcentaje al que se quiera balancear.

D. METODO DE ECUACIONES PARA UNA INCOGNITA

Para la solución de esta ecuación se dará un valor determinado a una de las variables, para así poder encontrar el valor de la segunda variable. A continuación se muestran unos ejemplos:

D.1 Balancear un alimento para cerdos en finalización cuyo peso vivo promedio (P.V. $\bar{X}$) es de 80 Kg. Se cuenta para la alimentación con pasta de soya y sorgo cuyos valores en proteína cruda son de 45 % y 8 % respectivamente. Los requerimientos de Proteína cruda para un cerdo de 80 Kg. son de un 14 % del total de la ración (tablas del N.R.C. 1978).

D.1.1 Planteamiento del problema:

Se le designa "x" al sorgo con 8 % de P.C.

Se le designa "y" a la pasta de soya con 45 % P.C.

Por lo tanto: $8x + 45y = 14$ ...... ecuación (1)

D.1.2 Encontrar el valor de una de las variables:

1) $x + y = 14$

2) 14 = 100 % del nutriente

3) entonces: $x + y = 100$

4) despejando "x" se tiene:

$x = 100 - y$ ó ($x = 1 - y$) ...... ecuación (2)

D.1.3 Se sustituye el valor de "x" en la ecuación (1), (se convier ten los valores de porcentaje a gramos) :

$$0.08\ (1 - y) + .45\ y = .14$$

$$0.08 - 0.08\ y + .45\ y = .14$$

$$- 0.08\ y + .45\ y = .14 - 0.08$$

$$0.37\ y = 0.06$$

$$y = \frac{0.06}{0.37} = .162162$$

$$y = .162162$$

D.1.4 El valor de "y" se sustituye en la ecuación (2)

$$x = 1 - .162162$$

$$x = 0.837838$$

D.1.5 Se sustituyen los valores de "x" y de "y" en la siguiente ecuación:

$$x + y = 1$$

$$.837838 + 162162 = 1$$

$$83.7838\ \% + 16.2162 = 100\ \%$$

También se puede sustituir en la ecuación (1) (convertidos los valores de porcentaje a gramos), entonces tendríamos:

$$0.08\ x + .45\ y = .14$$

$$0.08\ (.837838) + .45\ (.162162) = .14$$

$$.06703 + .07297 = .14$$

D.1.6 Reporte del alimento a elaborar en base seca:

INGREDIENTE	%	P.C. %
Sorgo	83.7838	6.703
P. soya	16.2162	7.297
Total	100	14

D.2 Balancear un alimento para cerdos en engorda con un requerimiento de proteína cruda de un 15 %. Se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	P.C. %
Sorgo	8
Soya	50

D.2.1 Planteamiento del problema:

Se le designa "x" al sorgo con 8 % P.C.

Se le designa "y" a la soya con un 50 % P.C.

Por lo tanto: $0.08\,x + 0.50\,y = .15$ ...... ecuación (1)

(el porcentaje de los valores de P.C. se transforman a gramos corriendo el punto dos lugares a la izquierda o sea dividiendo entre 100).

D.2.2 Encontrar el valor de una de las variables:

1) $x + y = 15$

2) $15 = 100$ % del nutriente

3) entonces: $x + y = 100$

4) despejando "x" se tiene:

$x = 100 - y$ ó $(x = 1 - y)$ ...... ecuación (2)

D.2.3 Se sustituye el valor de "x" en la ecuación (1) y tenemos lo siguiente:

$$0.08\ (1 - y) + 0.50\ y = .15$$

$$0.08 - 0.08\ y + 0.50\ y = .15$$

$$-0.08\ y + 0.50\ y = .15 - 0.08$$

$$0.42\ y = 0.07$$

$$y = \frac{0.07}{0.42} = .1667$$

$$y = .1667$$

D.2.4 El valor de "y" se sustituye en la ecuación (2)

$$x = 1 - .1667$$

$$x = .8333$$

D.2.5 Se sustituyen los valores de "x" y de "y" en la siguiente ecuación:

$$x + y = 1$$

$$.8333 + .1667 = 1$$

$$83.33\ \% + 16.67\ \% = 100\ \%$$

También se puede sustituir en la ecuación (1), entonces tendríamos:

$$0.08\ (.8333) + 0.50\ (.1667) = .15$$

$$.066664 + .083336 = .15$$

D.2.6 Reporte del alimento a elaborar en base seca;

INGREDIENTE	%	P.C. %
Sorgo	83.33	6.6664
Soya	16.67	8.3336
Total	100	15

E. METODO DE ELIMINACION PARA RESOLVER ECUACIONES DE UNA INCOGNITA

A continuación se menciona otra forma de resolver estos problemas, ahora por el método de eliminación.

E.1 Balancear un alimento para cerdos en finalización cuyo peso vivo promedio (P.V. $\overline{X}$) es de 80 Kg. Se cuenta para la alimentación con pasta de soya y sorgo cuyos valores en proteína cruda son de 45 % y 8 % respectivamente. Los requerimientos de proteína cruda para un cerdo de 80 Kg. son de un 14 % del total de la ración (tablas del N.R.C. 1978).

E.1.1 Planteamiento del problema:

Se le designa "x" a la pasta de soya con 45 % P.C.

Se le designa "y" al sorgo con 8 % de P.C.

Por lo tanto: $.45\ x + .08\ y = .14$ ...... ecuación (1)

(se transforman los valores de P.C. de porcentaje a gramos dividiendo entre 100).

E.1.2 Se procede a eliminar la primera incógnita; se toma el valor del coeficiente de la primera variable, en este caso es de .45 y se multiplica por − 1 y este valor va a multiplicar a la siguiente ecuación:

$$x + y = 1$$

entonces: $-\ .45\ x - .45\ y = -\ .45$ ...... ecuación (2)

E.1.3 A la ecuación (1) se le suma la ecuación (2) y se elimina la primera variable;

$$\begin{aligned} .45\,\cancel{x} + .08\,y &= .14 \\ -\,.\cancel{45}\,x - .45\,y &= -\,.45 \\ \hline -\,0.37\,y &= -\,.31 \end{aligned}$$

E.1.4 Se despeja "y" y nos queda;

$$y = \frac{-\,0.31}{-\,0.37}$$

$$y = .837837$$

E.1.5 Se sustituye el valor de "y" en la ecuación (1)

$$.45\,x + .08\,(.837837) = .14$$

$$.45\,x + .067026 = .14$$

$$.45\,x = .14 - .067026$$

$$.45\,x = .072974$$

$$x = \frac{.072974}{.45}$$

$$x = .162163$$

E.1.6 Sustituyendo "x" y "y" en la ecuación (1) tenemos;

$$.45\,(.162163) + .08\,(.837837) = .14$$

$$.07297 + .06703 = .14$$

E.1.7 Reporte del alimento a elaborar en base seca;

INGREDIENTE	%	P.C. %
P. soya	16.2163	7.297
Sorgo	83.7837	6.703
Total	100	14

E.2 Balancear un alimento para cerdos en engorda con un requerimiento de proteína cruda de un 15 %. Se cuenta con los siguientes ingredientes : sorgo con un 8 % de P.C. y soya con un 50 % de P.C.

E.2.1 Planteamiento del problema;

Se le designa "x" al sorgo con un 8 % de P.C.

Se le designa "y" a la soya con un 50 % de P.C.

Por lo tanto: $0.08\ x + 0.50\ y = .15$ ...... ecuación (1)

(se transforman los valores de P.C. de porcentaje a gramos dividiendo entre 100).

E.2.2 Se procede a eliminar la primera incógnita; se toma el valor del coeficiente de la primera variable, en este caso es de 0.08 y se multiplica por − 1 y este valor va a multiplicar a la siguiente ecuación:

$$x + y = 1$$

entonces: $-\ 0.08\ x - 0.08\ y = -\ 0.08$ ...... ecuación (2)

E.2.3 A la ecuación (1) se le suma la ecuación (2) y se elimina la primera variable:

$$\begin{array}{r} \cancel{0.08\ x} + 0.50\ y = .15 \\ \underline{-\ \cancel{0.08\ x} - 0.08\ y = -\ 0.08} \\ 0.42\ y = 0.07 \end{array}$$

E.2.4 Se despeja "y" y nos queda:

$$y = \frac{0.07}{0.42}$$

$$y = .16667$$

E.2.5 Se sustituye el valor de "y" en la ecuación (1):

$$0.08\ x + 0.50\ (.16667) = .15$$

$$0.08\ x + 0.083333 = .15$$

$$0.08\ x = .15 - 0.083333$$

$$0.08\ x = 0.066666$$

$$x = \frac{0.066666}{0.08}$$

$$x = 0.83333$$

E.2.6 Sustituyendo "x" y "y" en la ecuación (1) tenemos:

$$0.08\ (0.83333) + 0.50\ (0.16667) = .15$$

$$.06667 + .08333 = .15$$

E.2.7 Reporte del alimento a elaborar en base seca:

INGREDIENTE	%	P.C. %
Sorgo	83.333	6.667
Soya	16.667	8.333
Total	100	15

F. USO DEL CUADRADO DE PEARSON EN OTRAS SITUACIONES

Frecuentemente existen situaciones donde se desea tener una cantidad de un ingrediente en la ración, por ejemplo, en algunas raciones para cerdas, la harina de alfalfa es incluída a niveles relativamente altos para poder restringir el consumo de nutrientes y alimento.

F.1 Supongamos que deseamos formular una ración con un 15 % de P.C. en la cual se tenga que incluir un 20 % de harina de alfalfa (aporta 10 % de P.C.) y tenemos para poder formular esta ración maíz grano con un valor de 10 % de P.C. y un suplemento proteico comercial con un 40% de P.C., ahora, si se va a incluir el 20 % de harina de alfalfa esto representará el 20 % de la ración total y aportará un total de 2 % de P.C., por lo cual la formula a plantear será :(15 % P.C. - 2 % P.C.de H. de alfalfa = 13 % P.C.) en un total de(100 % de la ración - 20 % de H. de alfalfa = 80 % del total de la ración), bajo este planteamiento se requiere dividir el total de proteína restante entre la cantidad de alimento por meter quedando esta expresión de la siguiente manera:

$$\frac{13}{0.80} = 16.25 \% \text{ P.C.}$$

F.1.1 Una vez obtenido este valor se procede a plantear la solución a proteína utilizando los ingredientes disponibles para esto:

Suplemento proteico 40% → 16.25 → 6.25 = 20.83

(-) (+)

Maíz 10% ← 16.25 → 23.75 = 79.17

30 ⟷ 30 100.00

F.1.2 Estos valores corresponden :

Suplemento proteico .... 20.83 %

Maíz .... 79.17 %

F.1.3 Estos valores deben ser ajustados al valor real, esto es multiplicando el valor del maíz por .80 (cantidad no fijada):

Maíz = 79.17 X 0.80 = 63.34 valor real en % del ingrediente

F.1.4 Se realiza el mismo procedimiento para encontrar el valor real del suplemento proteico :

S. proteico = 20.83 X 0.80 = 16.66 valor real en % del ingrediente.

F.1.5 Los valores reales de los ingredientes de la mezcla suman :

Maíz .... 63.34 %
S. proteico ... 16.66 %
80.00 %

F.1.6 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	COMPROBACION	P.C. %
H. de alfalfa	20.00	(20.00 X 10/ 100)	2.000
Maíz	63.34	(63.34 X 10/ 100)	6.335
S. proteico	16.66	(16.66 X 40/ 100)	6.665
TOTAL	100.00		15.000

F.2 Formular una ración para cerdos en etapa de engorda, con un - requerimiento de 13 % de P.C. en el cual se incluya un 20 % de Maíz - (9 % P.C.), y tenemos para formular esta racíon: Ajonjoli con un 44.2% de P.C. y Sorgo con un 11% de P.C. Ahora se incluye el 20 % de Maíz lo que representa el 20 % de la ración total (aportara un total de 1.8 % de P.C.), por lo cual la formula a plantear será: (13 % de P.C. - 1.8 % de P.C. = 11.2 % de P.C.), en un total de 100 % de la ración - 20 % del Maíz = 80 % del total de la ración , bajo este planteamiento se - requiere dividir el total de proteína restante entre la cantidad de - alimento por meter quedando la expreción de la siguiente manera:

$$\frac{11.2}{.80} = 14\ \%\ \text{de P.C.}$$

(materia seca restante)

F.2.1 Una vez obtenido este valor se procede a plantear la solución a proteína utilizando losingredientes disponibles para esto :

Ajonjoli	44.2%	(-) 14 (+)	3	=	9.0362
Sorgo	11.0		30.2	=	90.9638
	33.2	⟷	33.2		100.0000

F.2.2 Estos valores corresponden :

Ajonjoli .... 9.0362 %

Sorgo .... 90.9638 %

F.2.3 Estos valores deben ser ajustades al valor real, esto es multi plicando por .80 materia seca restante:

Ajonjoli	9.0362	X	.80	=	7.23 %
Sorgo	90.9638	X	.80	=	72.77 %
					80.00 %

F.2.4 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	COMPROBACION	P.C. %
Maíz	20.00	(20.00 X 9 / 100)	1.80
Ajonjoli	7.23	(7.23 X 44.20 /100)	3.20
Sorgo	72 .77	(72.77 X 11.00/100)	8.00
TOTAL	100.00		13 .00 %

F.3 Formular una dieta para pollos con un requerimiento de 16% de P.C. en el cual se incluya un 15 % de sorgo (8.9 % de P.C.) y tenemos para formular esta ración: alfalfa con 24 % de P.C., maíz con 9 % de P.C.. Ahora, se incluye el 15 % de sorgo lo que representa el 15 % de la ración total (aportara un total de 1.33 de P.C. %) por lo cual la fórmula a plantear será : (15 % de P.C. - 1.33% = 13.665 % de P.C.) en un total de (100 % de la ración - 15 % de sorgo = 85 % del total de la ración), bajo este planteamiento se requiere dividir el total de la proteína restante entre la cantidad de alimento por meter quedando de la siguiente manera :

$$\frac{13.665}{.85 \text{ (M.S. restante)}} = 16 \text{ \% P.C.}$$

F.3.1 Una vez obtenido este valor se procede a plantear la solución a proteína utilizando los ingredientes disponibles para esto :

Alfalfa	24%			7	= 46.7 %
	(-)	16	(+)		
Maíz	9%			8	= 53.3 %
	15	⟷		15	100.0 %

F.3.2 Esto corresponde :

Alfalfa .... 53.3 %

Maíz .... 46.7 %

F.3.3 Estos valores se ajustan al valor real, multiplicandolos por .85 :

Alfalfa	46.7	X	.85	=	39.695 %
Maíz	53.3	X	.85	=	45.305 %
					85.000 %

F.3.4 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	COMPROBACION	P.C. %
Sorgo	15	(15 X 8.9 /100)	1.33
Alfalfa	39.695	(39.695 X 24 /100)	9.60
Maíz	45.305	(45.305 X 9.0/100)	4.07
TOTAL	100.000 %		15.00 %

F.4 Formular una ración para cerdos en etapa de engorda con un requerimiento del 13 % de P.C., en el cual se incluya un 21 % de sorgo - (11 % de P.C.) y tenemos para formular esta ración : Maíz con 9 % de - P.C., Garbanzo con 17.5 %. Ahora, se incluye el 21 % de sorgo lo que - representa el 21 % de la ración total (aportará un 2.31 % de P.C.), - por lo cual la fórmula a plantear será : (13 % de P.C. - 2.31 % de P.C. = 10.69 % de P.C.) en un total de (100 % de la ración - 21 % del sorgo = 79 % del total de la ración), bajo este planteamiento se requiere - dividir el total de la proteína restante entre la cantidad de alimento por meter, quedando la expresión como sigue :

$$\frac{10.69}{.79 \text{ (materia seca restante)}} = 13.53 \text{ \% de P.C.}$$

F.4.1 Una vez obtenido este valor se procede a plantear la solución a proteína utilizando los ingredientes disponibles para esto :

Maíz	9 %			3.97		= 46.7058
		(-)	13.53		(+)	
Garbanzo	17.5%			4.53		= 53.2942
	8.5	⟷		8.5		100.0000 %

F.4.2 Estos valores corresponden :

Maíz .... 46.7058 %

Garbanzo .... 53.2942 %

F.4.3 Estos valores se ajustan al valor real, esto es multiplicandolos por .79 :

Maíz	46.7058 X .79 = 36.897 %
Garbanzo	53.2942 X .79 = 42.103 %
	79.000 %

F.4.4 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	COMPROBACION	P.C. %
Sorgo	21	(21 X 11 /100)	2.31
Maíz	36.897	(36.897 X 9 /100)	3.32
Garbanzo	42.103	(42.103 X 17.5 /100)	7.37
TOTAL	100.000 %		13.00 %

G. USO DEL CUADRADO DE PEARSON EN UNA VARIEDAD DE SITUACIONES

El cuadrado de Pearson puede ser utilizado en otra variedad de situaciones, supongamos que por ejemplo, se desea tener una mezcla y una cantidad grande de alimento y que esta mezcla final nos aporte una cantidad específica de Proteína cruda, (nosotros podemos utilizar cantidades iguales o variables de ingredientes para llenar estas necesidades) podríamos utilizar una mezcla entre heno de alfalfa, maíz, sorgo, trigo y calcular la cantidad aportada de P.C. en esta mezcla y suplementar en el caso debido con una mezcla de ingredientes proteicos para cubrir la cantidad específica de P.C.

G.1 Con los ingredientes de la mezcla mencionada anteriormente, formular una dieta con el 18 % de P.C. :

INGREDIENTES	P.C. %
Heno de alfalfa	16
Maíz	8
Sorgo	10
Trigo	9

G.1.1 Ahora bién, teniendo el porcentaje de proteína cruda de cada uno de nuestros ingredientes y para determinar la cantidad en volumen se designa el 25 % de cada uno (de esta manera se obtiene el 100 % de la dieta más no el requerimiento de proteína), posteriormente se multiplica el porcentaje designado a cada ingrediente (25 %) por el porcentaje de P.C. que contenga dicho ingrediente y se divide entre 100, este nos da la cantidad de P.C. aportada por cada uno de los ingredientes de la mezcla:

INGREDIENTE	%					P.C. % APORTADA
Heno de alfalfa	25	X	16	—	100 =	4
Maíz	25	X	8	—	100 =	2
Sorgo	25	X	10	—	100 =	2.5
Trigo	25	X	9	—	100 =	2.25
	100					10.75 (la denominaremos "A")

G.1.2 Con esto determinamos que existe un déficit por lo que será necesario adicionar un suplemento proteico en la dieta, en este caso soya (40% P.C.) al que denominaremos "B", entonces tenemos que:

$$A + B = 18$$

(A) 10.75 %		22	X 100 — 29.25 =	75.21 %
(-)	18	(+)		
(B) 40 %		7.25	X 100 — 29.25 =	24.79 %
29.25	⟷	29.25		100 %

G.1.3 Estos valores deben ser ajustados al valor real por lo que se multiplica el valor de "A" por la cantidad de P.C. aportada y se realiza el mismo procedimiento para "B" ;

(A) 75.21 X 0.1075 = 8.084 %

(B) 24.79 X 0.40 = 9.916 %

18 %

G.1.4 Reporte de la mezcla final;

INGREDIENTE	%	P.C. %
Soya	24.79	9.916
H. alfalfa	18.80	3.008
Maiz	18.80	1.504
Trigo	18.80	1.692
Sorgo	18.80	1.880
Total	100 %	18 %

G.2 Formular un alimento para cerdos en iniciación al 18 % P.C. - utilizando los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	P.C. %
Avena	9.9
Maíz grano	10.0
Arroz	8.2
H. alfalfa	8

G.2.1 Se determina el porcentaje de adición en la mezcla de cada - uno de los ingredientes y su aporte de P.C.:

INGREDIENTE	%					P.C. % APORTADA
Avena	40	X	9.9	—	100 =	3.96
Maíz grano	40	X	10	—	100 =	4.00
Arroz	10	X	8.2	—	100 =	0.82
H. alfalfa	10	X	8	—	100 =	0.80
	100					9.58 (la denominaremos "A")

G.2.2 Se determina que hay un déficit de P.C. y se procede a la adición de un suplemento proteico para cubrir el déficit, en este caso utilizaremos pasta de cacahuate (50 % P.C.) y le denominaremos "B" entonces tenemos que:

$$A + B = 18$$

(A)	9.58 %		32	X	100	—	40.42 =	79.17 %
(-)		18	(+)					
(B)	50 %		8.42	X	100	—	40.42 =	20.83 %
	40.42		40.42					100 %

G.2.3 Ajustamos estos valores al valor real:

(A) 79.17 X .0958 = 7.584

(B) 20.83 X .50 = 10.416

18 %

G.2.4 Reporte de la mezcla final:

INGREDIENTE	%	P.C. %
Avena	31.668	3.135
Maíz grano	31.668	3.167
Arroz	7.917	0.649
H. alfalfa	7.917	0.634
P. cacahuate	20.830	10.415
Total	100 %	18 %

G.3 Formular un alimento al 16 % P.C. utilizando los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	P.C. %
Rastrojo de avena	4.4
Maiz grano	10.0
H. alfalfa	17
Sorgo	12.2
Arroz	8.2
Algodón	44.8

G.3.1 Se determina el porcentaje de adición en la mezcla de cada uno de los ingredientes y su contribución en P.C. :

INGREDIENTE	%					P.C. % APORTADA
R. avena	10	X	4.4	—	100 =	0.44
Maiz grano	20	X	10	—	100 =	2.00
H. alfalfa	10	X	17	—	100 =	1.70
Sorgo	20	X	12.2	—	100 =	2.44
Arroz	30	X	8.2	—	100 =	2.46
P. algodón	10	X	44.8	—	100 =	4.48
	100					13.52 (la denominaremos "A")

G.3.2 Se determina que existe un déficit de P.C. y se procede a la adición de un suplemento proteico para cubrir el déficit, en este caso soya (40 % P.C.) y le denominaremos "B" entonces tenemos que;

A + B = 18

(A) 13.52 %		24	X	100	—	26.48 =	90.7 %
(-)	16	(+)					
(B) 40 %		2.48	X	100	—	26.48 =	9.3 %
26.48		26.48					100 %

G.3.3 Ajustamos estos valores al valor real;

(A) 90.7 X .1352 = 12.28

(B) 9.3 X .40 = 3.72

16 %

G.3.4 Reporte de la mezcla final;

INGREDIENTE	%	P.C. %
R. avena	9.07	.39
Maíz grano	18.14	1.82
H. alfalfa	9.07	1.55
Sorgo	18.14	2.22
Arroz	27.21	2.24
P. algodón	9.07	4.06
Soya	9.30	3.72
Total	100 %	16 %

H. TECNICA DE SUSTITUCION PARA UNA SOLA NECESIDAD

En este metodo se requiere de un ingrediente de sustitución para una dieta en la cual existe un deficit.

H.1 Formular un alimento al 16 % de P.C. utilizando ingredientes fijos :

Premezcla mineral, vitaminica y aditivos .... 4 %

Harina de pescado .... 3 %

H.1.1 Ingrediente semifijo :

Sorgo .... 93 %

INGREDIENTE	M.S.	%	P.C.%	P.C. Kg
Premezcla	100	4	0	0
H. pescado	92	3	60	1.8
Sorgo	90	93	9	8.37
TOTAL	—	100	—	10.17
Requerimiento	—	100	16	16.00
DEFICIT	—	0	—	5.83

H.1.2 Ingrediente de sustitución disponible :

Pasta de soya .... 40 % P.C.

H.1.3 Para conocer la cantidad de pasta de soya que se requiere utilizar para sustituir, en este caso al sorgo, y cubrir las necesidades, se requiere conocer el diferencial de sustitución, que se obtiene de la resta entre kilogramos de pasta de soya menos kilogramos de sorgo :

P. de soya	P.C.	40 %	en Kg =	0.400
				(–)
Sorgo	P.C.	9 %	en Kg =	0.090
				0.310

H.1.4 Ahora bien, para conocer la cantidad de pasta de soya a utilizar se requiere aplicar la siguiente operación :

$$\frac{\text{Kg del nutriente faltante} = 5.83}{\text{Diferencial de sustitución} = .310} = 18.80$$

La cantidad de pasta de soya a utilizar es 18.80 Kg

H.1.5 La cantidad final de sorgo sera igual a la establecida (93 %) menos la cantidad de pasta de soya a sustituir (18.80 Kg) :

$$93 - 18.80 = 74.2$$

Corresponde a sorgo 74.2

H.1.6 Reporte mezcla final :

INGREDIENTE	M.S.	%	P.C. %	P.C. Kg
Premezola	100	4	0	0
H. pescado	92	3	60	1.8
Sorgo	90	74.2	9	6.68
P. pescado	92	18.80	40	7.52
TOTAL	—	100.00	—	16.00

I. DOBLE CUADRADO DE PEARSON

Generalmente la formulación de dietas para ganado no solo contempla la solución a un nutriente, sino que se utiliza con gran frecuencia la formulación para dos nutrientes; en este caso se aplica el método del Doble Cuadrado de Pearson. (básicamente los nutrientes balanceados son energía y proteína).

I.1.1 Supongamos por ejemplo, que deseamos formular un alimento al 12 % de P.C. y 3.2 Mcal de E.D.; bajo estas circunstancias, se necesitará utilizar una mezcla que posea un valor igual al 12 % de P.C. y mayor a 3.2 Mcal de E.D., y para la otra mezcla debera dar 12 % de P.C. y ser menor a 3.2 Mcal de E.D.; una vez realizado estas mezclas los resultados de ambas son integrados a un tercer Cuadrado de Pearson para formular el alimento con los requerimientos establecidos.

I.1.2 Contamos con los siguientes ingredientes :

INGREDIENTE	M.S. %	P.C. %	E.D Mcal
H. alfalfa	90	16	2.5
Ensilaje maíz	28	8	3.08
Sorgo	89	10	3.9
Avena	89	13	3.7
P. girasol	92	42	3.3
Urea	100	281	0

I.1.3 Para seleccionar los ingredientes que resuelvan un alimento al 12 % de P.C. y menor a 3.2 Mcal de E.D., podríamos utilizar una variedad de combinaciones para la solución, en este caso utilizamos la -

combinación entre H. de alfalfa y Ensilaje de maíz, posteriormente - utilizaremos la combinación de ingredientes que resuelvan 12 % de P.C. y que nos den una mayor cantidad de E.D. por lo que utilizaremos la mezcla entre Sorgo y Urea como posible combinación:

MEZCLA "1"

H. de alfalfa 16 % → 4 = 50 % partes de H. alfalfa

(-) 12 (+)

E. de maíz 8 % → 4 = 50 % partes de E. de maíz

8 ⟷ 8 100 %

I.1.4 Se calcula E.D. Mcal. :

H. de alfalfa	50 %	X	2.5 (E.D.)	=	1.25
E. de maíz	50 %	X	3.08 (E.D.)	=	1.54
			Mcal de E.D.	=	2.79

I.1.5 Mezcla "2"

Sorgo 10 % → 269 = 99.26 % partes de Sorgo

(-) 12 (+)

Urea 281 % → 2 = 0.74 % partes de Urea

271 ⟷ 271 100.00 %

I.1.6 Se calcula E.D. Mcal. :

Sorgo	99.26 %	X	3.9 (E.D.)	=	3.97
Urea	0.74 %	X	0 (E.D.)	=	0
			Mcal de E.D.	=	3.87

I.1.7 Una vez establecidas las dos mezclas utilizaremos otro cuadrado de Pearson para resolver la tercera mezcla que nos dará la formula buscada (12 % P.C. y 3.2 Mcal de E.D.).

Mezcla "1"	2.79		0.67	=	62.037
	(-)	3.2	(+)		
Mezcla "2"	3.87		0.41	=	37.903
	1.08	⟷	1.08		100.000 %

I.1.8 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE		%	P.C. %	E.D.
H. alfalfa	62.037 partes mezcla 1 en la cual 50 % es de H de alfalfa.	31.0185	4.9628	.7754
H.de maíz	62.037 partes mezcla 1 en la cual 50 % es de H. de maíz.	31.0185	2.4814	.9553
Sorgo	37.963 partes mezcla 2 en la cual 99.26 % es de sorgo.	37.6821	3.7682	1.4695
Urea	37.903 partes mezcla 2 en la cual	0.2809	0.7893	.0000
		100.0000	12.000	3.2000

I.2 Otro problema con el cual se desea formular un alimento al 14 % de P.C. y 2.8 Mcal de E.D. mediante la utilización del doble cuadrado de Pearson:

I.2.1 Ingredientes a utilizar :

INGREDIENTE	M.S.	P.C. %	E.D.
Cebada	88	4.1	2.16
Maíz grano	89	10	3.92
H. carne	93	57	3.00
H. alfalfa	90	16	2.50

I.2.2 MEZCLA "1" :

Cebada	4.1 (-)		43 (+)	=	81.285
		14			
H. carne	57		9.9	=	18.715
	52.9	⟷	52.9		100.000 %

I.2.3 Calculo de E.D. (Mcal) :

Cebada	81.285	X	2.16/ 100 =	1.755
H. carne	18.715	X	3.00/ 100 =	0.561
			E.D. (Mcal)	2.316

I.2.4 Mezcla "2" :

Maíz grano	10		2	=	33.333
	(–)	14	(+)		
H. alfalfa	16		4	=	66.667
	6	⟷	6		100.000 %

I.2.5 Cálculo de E.D. (Mcal) :

Maíz grano	33.333	X	3.92	/	100	=	1.306
H.alfalfa	66.667	X	2.5	/	100	=	1.666
						E.D. (Mcal)	2.972

I.2.6 Establecidas las dos mezclas, utilizamos otro cuadrado de Pearson para resolver la tercera mezcla que nos dará la formula buscada:

Mezcla 1	2.310		0.172	=	26.219
	(–)	2.8	(+)		
Mezcla 2	2.972		0.484	=	73.781
	0.656	⟷	0.656		100.000

I.2.7 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE		%	P.C.%	E.D.
Cebada	26.219 partes mezcla 1 en la cual 81.285 es de cebada.	21.313	.874	.460
H. carne	26.219 partes mezcla 1 en la cual 18.715 es de H. carne.	4.906	2.796	.147
Maíz grano	73.781 partes mezcla 2 en la cual 33.333 es de maíz.	24.593	2.460	.964
H. alfalfa	73.781 partes mezcla 2 en la cual 66.667 es de H. de alfalfa.	49.188	7.870	1.229
		100.000	14.00	2.800

I.3 Realisamos otro ejemplo del doble cuadrado de Pearson, en este caso formular una dieta para cerdos al destete con un 18 % de P.C. y - un 3.4 Kcal de E.D. :

I.3.1 Ingredientes a utilisar :

INGREDIENTE	M.S.	P.C. %	E.D.
H. avena	90	4.4	2.29
P. girasol	92	42.0	3.30
Trigo	89	11.1	3.92
G. trigo	90	29.1	4.00

I.3.2 MEZCLA "1" :

H. avena	4.4			24	= 63.829
	(–)	18	(+)		
P. girasol	42			13.6	= 36.171
	37.6	⟷		37.6	100.000 %

I.3.3 Se calcula E.D. (Kcal) :

H. avena 63.829 X 2.29/ 100 = 1.4616

P.girasol 36.171 X 3.3 / 100 = 1.1930

E.D. (Kcal) 2.654

I.3.4 MEZCLA "2" :

Trigo	11.1		11.1	=	61.667
	(-)	18	(+)		
G.trigo	29.1		6.9	=	38.333
	18	⟷	18		100.000 %

I.3.5 Calcular E.D. (Mcal) :

G. trigo	61.667	X	3.92	/ 100	=	2.417
Trigo	38.333	X	4	/ 100	=	1.533
				E.D. (Mcal)		3.950

I.3.6 Ya teniendo nuestras dos mezclas, realizamos una tercera mez - cla para la solución final :

Mezcla 1	2.654		0.55	=	42.438 %
	(-)	3.4	(+)		
Mezcla 2	3.950		0.740	=	57.562 %
	1.296	⟷	1.296		100.000

I.3.7 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE		%	P.C. %	E.D.
H. avena	42.438 partes mezcla 1 en la cual 63.829 es de H. avena.	27.088	1.192	0.620
P. girasol	42.438 partes mezcla 1 en la cual 36.171 es de P. girasol.	15.350	6.448	0.506
Trigo	57.562 partes mezcla 2 en la cual 61.667 es de trigo.	35.497	3.940	1.391
G. trigo	57.562 partes mezcla 2 en la cual 38.333 es de G. trigo.	22.065	6.420	0.883
		100.000	18.00	3.400

J. ECUACIONES SIMULTANEAS PARA DOS NECESIDADES (INCOGNITAS)

A continuación se resolverán los problemas anteriores de doble cuadrado de Pearson, mediante ecuaciones simultáneas por el método de eliminación, en la secuencia en que se encuentran:

J.1 Generalmente en la formulación de dietas para ganado, no solo se contempla la solución a un nutriente sino que se utiliza con gran frecuencia la formulación para dos nutrientes, básicamente nutrientes energéticos y proteicos; a continuación se pondrá un ejemplo:

J.1.1 Se desea formular un alimento al 12 % P.C. y 3.2 Mcal. E.D., para ello se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	M.S. %	P.C. %	E.D. Mcal.
H. alfalfa	90	16	2.5
Silo maíz	28	8	3.08
Sorgo	89	10	3.9
Avena	89	13	3.7
P. girasol	92	42	3.3
Urea	100	281	0

J.1.2 Seleccionados los ingredientes se procede a dar las cantidades de cada uno en porcentaje y en base a este se determinará la cantidad aportada de P.C. y E.D. de cada uno y posteriormente se plantea la ecuación:

INGREDIENTE	P.C. %	E.D. Mcal		%		APORTE DE : P.C. %	APORTE DE : E.D. Mcal
H. alfalfa	16	2.5	X	50	/ 100	8	1.25
Silo maiz	8	3.08	X	50	/ 100	4	1.54
						12	2.79
Sorgo	10	3.9	X	99	/ 100	9.9	3.861
Urea	281	0	X	1	/ 100	2.81	0
						12.71	3.861

J.1.3 Se plantean las ecuaciones:

$$a + b = 12 \qquad 12\,a + 12.71\,b = 12 \quad \ldots\ldots(1)$$

$$a + b = 3.2 \qquad 2.79\,a + 3.861\,b = 3.2 \quad \ldots(2)$$

J.1.4 Se determina el factor que multiplicado por toda la ecuación 1 y sumado a la ecuación 2, elimine una de las incógnitas, en este caso "a" ;

$$12\,X + 2.79 = 0$$

$$12\,X = -2.79 \qquad (\,X = \text{factor buscado})$$

$$X = \frac{-2.79}{12} = -0.2325$$

J.1.5 Se multiplica el factor X por la ecuación 1 :

$$-0.2325\ (12\ a + 12.71\ b = 12) = -2.79\ a - 2.955\ b = -2.79 \quad ..(3)$$

J.1.6 Se suma la ecuación 3 con la 2 y se elimina la primera incógnita:

$$\begin{array}{rcl} -2.79\ a - 2.955\ b & = & -2.79 \\ 2.79\ a + 3.861\ b & = & 3.2 \\ \hline 0 \qquad .906\ b & = & 0.41 \end{array}$$

J.1.7 Se despeja "b" :

$$b = \frac{0.41}{.906} = .45253$$

J.1.8 Se sustituye el valor de "b" en la ecuación 1 para encontrar "a" :

$$12\ a + 12.71\ b = 12$$

$$12\ a + 12.71\ (.45253) = 12$$

$$12\ a + 5.7516 = 12$$

$$12\ a = 12 - 5.7516$$

$$12\ a = 6.2484$$

$$a = \frac{6.2484}{12} = .5207$$

J.1.9 Comprobación: se sustituye el valor de "a" y "b" en la ecuación 1 y 2 .

$$12\ a + 12.71\ b = 12 \quad ..... (1)$$

$$12\ (.5207) + 12.71\ (.4525) = 12$$

$$6.2486 + 5.7514 = 12$$

$$2.79\ a + 3.81\ b = 3.2 \quad .... (2)$$

$$2.79\ (.5207) + 3.861\ (.4525) = 3.2$$

$$1.4528 + 1.7472 = 3.2$$

J.1.10 Reporte de la mezcla final:

INGREDIENTE		%	P.C. %	E.D. Mcal
H.alfalfa	52.07 % en el cual 50 % es de H. alfalfa.	26.035	4.165	.650
S. maíz	52.07 % en el cual 50 % es de S. maíz.	26.035	2.082	.802
Sorgo	45.253 % en el cual 99 % es de sorgo.	44.800	4.481	1.748
Urea	45.253 % en el cual 1 % es de urea.	.452	1.272	0
Total		97.322	12	3.2

J.1.11 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente:

a) Si elaboramos 97, 970, 9700 Kg, cada Kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje lo que equivale cada ingrediente como se indica a continuación;

H. alfalfa 97.322 — 100 %

26.035 — X

X = 26.751

S. maíz 97.322 — 100 %

26.035 — X

X = 26.751

Sorgo 97.322 — 100 %

44.800 — X

X = 46.033

Urea 97.322 — 100 %

.452 — X

X = .465

INGREDIENTE	%
H. alfalfa	26.751
S. maíz	26.751
Sorgo	46.033
Urea	.465
Total	100

J.2 Se desea formular un alimento al 12 % P.C. y 3.2 Mcal E.D para ello se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	M.S. %	P.C. %	E.D. Mcal
H. alfalfa	90	16	2.5
S. maíz	28	8	3.08
Sorgo	89	10	3.9
Avena	89	13	3.7
P. girasol	92	42	3.3

J.2.1 Seleccionados los ingredientes, se procede a dar las cantidades de cada uno en porcentaje y en base a esto se determinará la cantidad aportada de P.C. y E.D. de cada uno y posteriormente se plantea la ecuación:

INGREDIENTE	P.C. %	E.D. Mcal		%	APORTE DE : P.C. %	APORTE DE : E.D. Mcal
H. alfalfa	16	2.5	X	50 / 100	8	1.25
S. maíz	8	3.08	X	50 / 100	4	1.54
					12	2.79
Sorgo	10	3.9	X	75 / 100	7.5	2.925
Avena	13	3.7	X	25 / 100	3.25	.925
					10.75	3.85

J.2.2 Se plantean las ecuaciones:

$$a + b = 12 \qquad 12\,a + 10.75\,b = 12 \quad \ldots\ldots (1)$$

$$a + b = 3.2 \qquad 2.79\,a + 3.85\,b = 3.2 \quad \ldots\ldots (2)$$

J.2.3 Se determina el factor que multiplicado por toda la ecuación 1 y sumado a la ecuación 2, elimine una de las incógnitas, en este caso "a" :

$$12\,X + 2.79 = 0$$

$$12\,X = -\,2.79 \qquad (\ X = \text{factor buscado}\ )$$

$$X = \frac{-\,2.79}{12} = -\,0.2325$$

J.2.4 Se multiplica el factor X por la ecuación 1 :

$$-\,0.2325\,(12\,a + 10.75\,b = 12) = -\,2.79\,a - 2.499\,b = -\,2.79 \quad \ldots (3)$$

J.2.5 Se suma la ecuación 3 con la 2 y se elimina la primera incógnita:

$$(+)\quad \begin{array}{rcl} -\,2.79\,a - 2.499\,b & = & -\,2.79 \\ 2.79\,a + 3.85\,b & = & 3.2 \\ \hline 0 \qquad 1.351\,b & = & .47 \end{array}$$

J.2.6 Se despeja "b" :

$$b = \frac{.47}{1.351} = .34789$$

J.2.7 Se sustituye el valor de "b" en la ecuación 1 para encontrar "a" :

$$12\ a + 10.75\ b = 12$$

$$12\ a + 10.75\ (.34789) = 12$$

$$12\ a + 3.7398 = 12$$

$$12\ a = 12 - 3.7398$$

$$12\ a = 8.2602$$

$$a = \frac{8.2602}{12} = .68835$$

J.2.8 Comprobación; se sustituye el valor de "a" y "b" en la ecuación 1 y 2.

$$12\ a + 10.75\ b = 12 \quad \ldots\ldots (1)$$

$$12\ (.68835) + 10.75\ (.34789) = 12$$

$$8.261 + 3.739 = 12$$

$$2.79\ a + 3.85\ b = 3.2 \quad \ldots\ldots (2)$$

$$2.79\ (.68835) + 3.85\ (.34789) = 3.2$$

$$1.920 + 1.339 = 3.2$$

J.2.9 Reporte de la mezcla final:

INGREDIENTE		%	P.C. %	E.D. Mcal
H. alfalfa	68.835 en el cual 50 % es de H. alfalfa.	34.41	5.508	.84
S. maíz	68.835 en el cual 50 % es de S. maíz.	34.41	2.754	1.04
Sorgo	34.789 en el cual 75 % es de Sorgo.	26.09	2.609	1.01
Avena	34.789 en el cual 25 %	8.69	1.129	.31
Total		103.60	12	3.2

J.2.10 En este resultado se ha sobrepasado el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente;

a) Si elaboramos 103, 1030, 10300 Kg., cada Kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje - lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación;

H. alfalfa 103.60 — 100 %

34.41 — X

X = 33.214

S. Maíz 103.60 — 100 %

34.41 — X

X = 33.214

Sorgo 103.60 — 100 %

26.09 — X

X = 25.183

Avena 103.60 — 100 %

8.69 — X

X = 8.389

INGREDIENTE	%
H. alfalfa	33.214
S. Maíz	33.214
Sorgo	25.183
Avena	8.389
Total	100

J.3 Formular una dieta para cerdos en engorda con un 18 % de P.C. y 3.4 Mcal de E.D. y se cuenta para ello con los siguientes ingredientes :

INGREDIENTE	M.S. %	P.C. %	E.D. Mcal
H. avena	90	4.4	2.29
H. pescado	92	67	3.2
Trigo	89	11.1	3.92
G. trigo	90	29.1	4

J.3.1 Seleccionados los ingredientes se procede a dar las cantidades de cada uno en porcentaje y en base a esto se determinará la cantidad aportada de P.C. y E.D. de cada uno y posteriormente se plantean las ecuaciones;

					APORTE DE :	
INGREDIENTE	P.C. %	E.D. Mcal		%	P.C. %	E.D. Mcal
H. avena	4.4	2.29	X	60 / 100	2.64	1.374
H. pescado	67	3.2	X	40 / 100	26.8	1.28
					29.44	2.654
Trigo	11.1	3.92	X	70 / 100	7.77	2.744
G. trigo	29.1	4	X	30 / 100	8.73	1.2
					16.5	3.944

J.3.2 Planteamiento de las ecuaciones;

$a + b = 18$ $\qquad$ $29.44\,a + 16.5\,b = 18$ ..... (1)

$a + b = 3.4$ $\qquad$ $2.654\,a + 3.944\,b = 3.4$ .... (2)

J.3.3 Se determina el factor que multiplicado por toda la ecuación 1 y sumado a la ecuación 2, elimine una de las incógnitas, en este caso "a" ;

$$29.44\ X + 2.654 = 0$$

$$29.44\ X = -2.654 \qquad (X = \text{factor buscado})$$

$$X = \frac{-2.654}{29.44} = -0.09014$$

J.3.4 Se multiplica el factor X por la ecuación 1 ;

$$-0.09014\ (29.44\ a + 16.5\ b = 18) = -2.654\ a - 1.487\ b = -1.622 \quad (3)$$

J.3.5 Se suma la ecuación 3 con la 2 y se elimina la primera incógnita;

$$\begin{array}{rr} (+) & -2.654\ a - 1.487\ b = -1.622 \\ & 2.654\ a + 3.944\ b = 3.4 \\ \hline & 0 \qquad 2.457\ b = 1.778 \end{array}$$

J.3.6 Se despeja "b" ;

$$b = \frac{1.778}{2.457} = .72364$$

J.3.7 Se sustituye el valor de "b" en la ecuación 1 para encontrar – "a" ;

$$29.44\,a + 16.5\,b = 18$$

$$29.44\,a + 16.5\,(0.72364) = 18$$

$$29.44\,a + 11.940 = 18$$

$$29.44\,a = 18 - 11.940$$

$$29.44\,a = 6.06$$

$$a = \frac{6.06}{29.44} = .20584$$

J.3.8 **Comprobación:** se sustituye el valor de "a" y "b" en la ecuación 1 y 2.

$$29.44\,a + 16.5\,b = 18 \quad ..... (1)$$

$$29.44\,(0.20584) + 16.5\,(0.72364) = 18$$

$$6.0599 + 11.9401 = 18$$

$$2.654\,a + 3.944\,b = 3.4 \quad ..... (2)$$

$$2.654\,(0.20584) + 3.944\,(0.72364) = 3.4$$

$$0.5460 + 2.8540 = 3.4$$

J.3.9 **Reporte de la mezcla final :**

INGREDIENTE		%	P.C. %	E.D. Mcal
H. avena	20.584 % en el cual 60 % es de H. avena.	12.350	.544	.283
H. pescado	20.584 % en el cual 40 % es de H. pescado.	8.233	5.516	.263
Trigo	72.364 % en el cual 70 % es de trigo.	50.654	5.622	1.986
G. trigo	72.364 % en el cual 30 % es de G. trigo.	21.709	6.318	.868
Total		92.946	18	3.4

J.3.10 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente:

a) Si elaboramos 92, 920, 9200 Kg., cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje - lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación:

H. avena 92.946 — 100 %

12.350 — X

X = 13.287

H. pescado 92.946 — 100 %

8.233 — X

X = 8.857

Trigo 92.946 — 100 %

50.654 — X

X = 54.499

G. trigo 92.946 — 100 %

21.709 — X

X = 23.357

INGREDIENTE	%
H. avena	13.287
H. pescado	8.857
Trigo	54.499
G. trigo	23.357
Total	100

K. BALANCEO DE RACIONES POR EL METODO DE DETERMINANTES (REGLA DE - CRAMER) PARA DOS NECESIDADES CON DOS INGREDIENTES.

K.1 Formular una dieta que contenga un 16 % de P.C. y 3 Mcal de - E.D. .

K.1.1 Contamos con los siguientes ingredientes :

INGREDIENTE	P.C. %	E.D. Mcal
Maíz	8	3.9
Sorgo	9	3.7
Soya	40	2.6
H. pescado	70	2.7

K.1.2 Para la solución de este problema, por este metodo se realizan los siguientes pasos: se seleccionan los ingredientes, en este caso - maíz, al que denominamos "X" y soya que denominamos "Y", a continuación se plantean las ecuaciones :

$$8\ x + 40\ y = 16$$

$$3.9\ x + 2.6 y = 3$$

coeficientes — términos independientes

K.1.3 Se toman los coeficientes de las incógnitas y se forma la - matriz "A" :

$$"A" = \begin{vmatrix} 8 & 40 \\ 3.9 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-) \\ (+) \end{matrix}$$

K.1.4 Se calcula el determinante, lo cual se logra multiplicando los coeficientes en cruz siguiendo el sentido de la flecha y al resultado se le designa el signo correspondiente (como esta indicado), posteriormente los dos resultados se suman y se obtiene el determinante general:

$$"A" = \begin{vmatrix} 8 & 40 \\ 3.9 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 156.0 \\ (+)\ \ 20.8 \end{matrix} = -135.2$$

K.1.5 Para encontrar la primera incógnita, se sustituyen los términos independientes en el lugar que ocupaban los coeficientes de la incognita que se desee calcular (en este caso "X"), se plantea la matriz y se calcula el determinante :

$$"X" = \begin{vmatrix} 16 & 40 \\ 3 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 120 \\ (+) \end{matrix} = -78.4$$

K.1.6 Posteriormente se divide el determinante de la matriz "X" entre el determinante de la matriz "A" y se encuentra el valor de la primera incognita en este caso (x) :

$$x = \frac{-78.4}{-135.2} = 0.5798925$$

K.1.7 Para encontrar la segunda incógnita, se sustituyen los términinos independientes en el lugar que ocupaban los coeficientes de la incognita que se desea calcular (en este caso "Y"), posteriormente se plantea la matriz y se calcula el determinante :

$$"Y" = \begin{vmatrix} 8 & 16 \\ 3.9 & 3 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-) & 62.4 \\ (+) & 24.0 \end{matrix} = -38.4$$

K.1.8 Posteriormente se divide el determinante de la matriz "Y" entre el determinante de la matriz "A" y se encuentra el valor de la segunda incógnita :

$$y = \frac{-38.4}{-135.2} = 0.2840215$$

K.1.9 Comprobación (se sustituyen los valores de "X" y "Y" en las ecuaciones) :

$$8\ (.57989) + 40\ (.28402) = 16$$
$$4.639 + 11.361 = 16.000$$

$$3.9(.57989) + 2.6(.2840215) = 3$$
$$2.262 + .7380 = 3.000$$

K.1.10 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	P.C.%	E.D.Mcal.
(x) Maíz	57.989	4.634	2.262
(y) Soya	28.40215	11.361	.738
TOTAL	86.391	16.000	3.000

K.1.11 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla ;

Para la solución de este problema podemos asumir lo siguiente :

a) Si elaboramos 86, 860, 8600 Kg. cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje lo que equivale cada ingrediente, por ejemplo :

Maíz	86.391 ——— 100%			
	57.989 ——— X	=	67.124 %	
Soya	86.391 ——— 100%			
	28.402 ——— X	=	32.876	
			100.000 %	

K.2 Balancear una dieta para cerdos en etapa de iniciación al 18 % de P.C. y 3.2 Mcal. de E.D. por el metodo de determinantes:

K.2.1 Se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	P.C. %	E.D. Mcal
Sorgo	12.2	3.54
H. de hueso	53	2.66

K.2.2 Se plantea la ecuación, en la cual denominamos "X" alsorgo y "Y" a la H. de hueso :

$$12.2\ x + 53\ y = 18$$

$$3.54\ x + 2.66 y = 3.2$$

K.2.3 Se toman los coeficientes de las incógnitas y se plantea la matriz "A"

$$\text{"A"} = \begin{vmatrix} 12.2 & 53 \\ 3.54 & 2.66 \end{vmatrix} \begin{array}{c} (-) \\ (+) \end{array}$$

K.2.4 Se calcula el determinante, lo cual se logra multiplicando los coeficientes en cruz siguiendo el sentido de la flecha y al resultado se le designa el signo correspondiente (como esta indicado), posteriormente los dos resultados se suman y se obtiene el determinante general:

$$\text{"A"} = \begin{vmatrix} 12.2 & 53 \\ 3.54 & 2.66 \end{vmatrix} \begin{array}{l} (-)\ 187.62 \\ (+)\ 32.452 \end{array} = -155.168$$

K.2.5 Para encontrar la primera incógnita, se sustituyen los términos independientes en el lugar que ocupaban los coeficientes de la incógnita que sedesee calcular (en este caso "X"), se plantea la matriz y se calcula el determinante :

$$\text{"X"} = \begin{vmatrix} 18 & 53 \\ 3.2 & 2.66 \end{vmatrix} \begin{array}{l} (-)\ 169.6 \\ (+)\ \ 47.88 \end{array} = -121.72$$

K.2.6 Posteriormente se divide el determinante de la matriz "X" entre el determinante de la matriz "A" y se encuentra el valor de la primera incógnita :

$$X = \frac{-121.72}{-155.168} = -0.7844400907$$

K.2.7 Para encontrar la segunda incógnita se sustituyen los terminos independientes en el lugar que ocupaban los coeficientes de la incógnita que se desea calcular (en este caso "Y"), posteriormente se plantea la matriz y se calcula el determinante :

$$\text{"Y"} = \begin{vmatrix} 12.2 & 18 \\ 3.54 & 3.2 \end{vmatrix} \begin{array}{l} (-)\ 63.72 \\ \end{array} = -24.68$$

K.2.8 Posteriormente se divide el determinante de la matriz "Y" entre el determinante de la matriz "A" y se encuentra el valor de la segunda incógnita :

$$Y = \frac{-24.68}{-155.168} = 0.159053434$$

K.2.9 Comprobación (se sustituyen los valores de "X" y "Y" en las - ecuaciones) :

$$12.2\ (.784440090) + 53\ (.159053434) = 18$$

$$9.570168 + 8.429832 = 18.0000$$

$$3.54\ (.784440090) + 2.66(.159053434) = 3.2$$

$$2.77691792 + .4230821344 = 3.200$$

K.2.10 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	P.C.%	E.D. Mcal
(x) Sorgo	78.444	9.5702	2.7769
(y) H. hueso	15.905	8.4298	.4231
TOTAL	94.349	18.0000	3.2000

K.2.11 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla; pa- la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente :

a) Si elaboramos 94, 940, 9400 Kg. cada kilogramo de la mezcla proporcionado nos resolvera los requerimientos deseados.

b) Esto significa , que nosotros podemos traducir a porcentaje lo que equivale cada ingrediente por ejemplo :

Sorgo 94.349 ——— 100%
78.444 ——— X = 83.143

H. hueso 94.349 ——— 100%
15.905 ——— X = 16.857

100.000 %

K.3 Por el mrtodo de determinantes, formular una dieta al 18 % de- P.C. y 3.0 Mcal de E.D.

K.3.1 Ingredientes :

INGREDIENTES	P.C.%	E.D Mcal
Cebada	8.1	3.0
P. soya	40	2.6

K.3.2 Se plantea la ecuación :

$$x\ 8.1 + y\ 40 = 18$$
$$x\ 3.0 + y\ 2.6 = 3.0$$

K.3.3 Se forma la matriz "A" con los coeficientes :

$$\text{"A"} = \begin{vmatrix} 8.1 & 40 \\ 3.0 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{array}{c} (-) \\ \\ (+) \end{array}$$

K.3.4 Se calcula el determinante de "A" :

$$\text{"A"} = \begin{vmatrix} 8.1 & 53 \\ 3.0 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{array}{l} (-)\ 124 \\ \\ (+)\ 21.06 \end{array} = -102.94$$

K.3.5 Calculamos la primera incógnita (en este caso "X"):

$$\text{"X"} = \begin{vmatrix} 18 & 40 \\ 3.0 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{array}{l} (-)\ 120 \\ \\ (+)\ 46.8 \end{array} = -73.2$$

K.3.6 Dividimos el determinante de la matriz "X" entre el determinan te de la matriz "A" :

$$X = \frac{-73.2}{-102.94} = .7110938411$$

K.3.7 **Calculamos la segunda incógnita ("Y") :**

$$"Y" = \begin{vmatrix} 8.1 & 18 \\ 3.1 & 3.0 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 55.8 \\ (+)\ 24.3 \end{matrix} = -31.5$$

K.3.8 **Dividimos el determiante de la matriz "Y" entre el determinante de la matriz "A" :**

$$Y = \frac{-31.5}{-102.94} = .3060034972$$

K.3.9 **Comprobación :**

$$8.1\ (.7110938411) + 40\ (.3060034972) = 18$$
$$5.759860113 + 12.24013989 = 18.0000$$
$$3.1\ (.7110938411) + 2.6\ (.3060034972) = 3$$
$$2.204390907 + .7956090927 = 3.00000$$

K.3.10 **Reporte de la mezcla final :**

INGREDIENTE	%	P.C. %	E.D.Mcal
(x) Cebada	71.109	5.759	2.204
(y) P.soya	30.600	12.241	.796
TOTAL	101.709	18.000	3.0000

K.3.11 **Este resultado sobrepasa el 100 % de la mezcla; para la solución de este problema podemos asumir lo siguiente :**

a) Si elaboramos 101, 1010, 10100 Kg. cada kilogramo del ali -

mento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje lo que equivale cada ingrediente por ejemplo :

Cebada	101.709 ———	100 %		
	71.109 ———	X	=	69.914
P.soya	101.709 ———	100 %		
	30.600 ———	X	=	30.086
				100.000 %

K.4 BALANCEO DE RACIONES POR EL METODO DE DETERMINANTES (REGLA DE CRAMER) CON INGREDIENTES FIJOS, PARA DOS NECESIDADES CON DOS INGREDIENTES.

K.4.1 Formular una dieta que contenga un 16 % de proteína cruda y 3 Kcal. de Energía Digestible. Se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	P.C. %	E.D.Kcal.
Maíz	8	3.9
Sorgo	9	3.7
soya	40	2.6
H. pescado	70	2.7

Como ingredientes fijos tenemos:

INGREDIENTE	% AL QUE SE FIJA	P.C. %	E.D. Kcal
Cloruro de sodio (NaCl)	2	—	—
Aditivos	.2	—	—
H. alfalfa	5	17	2.47

K.4.2 Para la solución de este problema primeramente tendremos que restar a los requerimientos establecidos la cantidad de P.C. y E.D. aportada por los ingredientes fijos, como a continuación se muestra :

INGREDIENTE	% FIJADO	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio (NaCl)	2	—	—
Aditivos	.2	—	—
H. alfalfa	5	.85	.0209

Se le resta a 16 % el porcentaje de P.C. aportada por los ingredientes fijos (en este caso solo de H. alfalfa) y el resultado será el nuevo requerimiento al que se va a balancear la dieta :

$$16\ \% - .85\ \% = 15.15\ \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la E.D. :

$$3\ \text{Mcal.} - .0209\ \text{Mcal} = 2.979\ \text{Mcal.}$$

Por lo tanto, nuestro alimento será balanceado a 15.15 % de P.C. y 2.979 Mcal de E.D.; ya teniendo nuestros valores procederemos a balancear la ración siguiendo los pasos de la regla de Cramer.

K.4.3 Se seleccionan los ingredientes, en este caso maíz y soya; denominamos "x" al maíz y "y" a la soya y posteriormente se plantean las ecuaciones:

$$8\ x + 40\ y = 15.15$$

$$3.9\ x + 2.6\ y = 2.979$$

K.4.4 Se plantea la matriz y se obtiene el determinante general:

$$A = \begin{vmatrix} 8 & 40 \\ 3.9 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 156 \\ (+)\ 20.8 \end{matrix} = -135.2$$

K.4.5 Sustituímos los términos independientes para encontrar la primera incógnita:

$$x = \begin{vmatrix} 15.15 & 40 \\ 2.979 & 2.6 \end{vmatrix} \quad \begin{matrix} (-)\ 119.16 \\ (+)\ 39.39 \end{matrix} \quad = -\ 79.77$$

Este valor obtenido se divide entre el valor de "A" (determinante) y encontramos el valor de la primera incógnita:

$$x = \frac{-\ 79.77}{-\ 135.2} = .5900147929$$

K.4.6 Se calcula la segunda incógnita:

$$y = \begin{vmatrix} 8 & 15.15 \\ 3.9 & 2.979 \end{vmatrix} \quad \begin{matrix} (-)\ 59.085 \\ (+)\ 23.832 \end{matrix} \quad = -\ 35.253$$

El valor obtenido se divide entre el valor de la determinante "A" y encontramos el valor de la segunda incógnita:

$$y = \frac{-\ 35.253}{-\ 135.2} = .2607470414$$

K.4.7 Comprobación: Sustituímos los valores de las incógnitas en la siguiente ecuación:

$$8\,x + 40\,y = 15.15$$

$$8\,(.5900147929) + 40\,(.2607470414) = 15.15$$

$$4.720118343 + 10.42988166 = 15.15$$

A este resultado le sumamos lo que corresponde a ingredientes fijos (P.C.) :

$$15.15 + .85 = 16$$

Se realiza la misma operación para E.D. :

$$3.9\ x + 2.6\ y = 2.979$$

$$3.9\ (.5900147929) + 2.6\ (.2607470414) = 2.979$$

$$2.301057692 + .6779423076 = 2.979$$

A este resultado le sumamos lo que corresponde a ingredientes fijos (E.D.) :

$$2.9791 + .0209 = 3.000$$

K.4.8 Reporte de la mezcla final

INGREDIENTE	%	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio	2	——	——
Aditivos	.2	——	——
H. alfalfa	5	.85	.020
Maiz	59.0014	4.721	2.302
Soya	26.0747	10.429	.678
Total	92.2761	16	3

K.4.9 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente:

a) Si elaboramos 92, 920, ó 9200 Kg., cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación:

Cloruro de sodio (NaCl)	92.2761	—	100 %
	2	—	X
	X = 2.167		
Aditivos	92.2761	—	100 %
	.2	—	X
	X = .216		
H. alfalfa	92.2761	—	100 %
	5	—	X
	X = 5.418		
Maiz	92.2761	—	100 %
	59.0014	—	X
	X = 63.941		
Soya	92.2761	—	100 %
	26.0747	—	X
	X = 28.258		

INGREDIENTE	%
Cloruro de sodio	2.167
Aditivos	.216
H. alfalfa	5.418
Maiz	63.941
Soya	28.258
Total	100

K.5 Formular una dieta para cerdos en etapa de engorda, que contenga un 18 % de P.C. y 3.2 Mcal de E.D., contando con los siguientes ingredientes;

INGREDIENTE	P.C. %	E.D. Mcal
Soya	40	2.6
Cebada	4.1	2.16
H. pescado	67	3.2
Trigo	11.1	3.92

Como ingredientes fijos tenemos;

INGREDIENTE	% AL QUE SE FIJA	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio (NaCl)	2	—	—
Aditivos	.2	—	—
Maíz	3	8	3.9

K.5.1 Para la solución de este problema primeramente tendremos que restar a los requerimientos establecidos la cantidad de P.C. y E.D - aportada por los ingredientes fijos, como a continuación se muestra;

INGREDIENTE	% FIJADO	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio (NaCl)	2	——	——
Aditivos	.2	——	——
Maíz	3	.24	.117

Se le resta a 18 % el porcentaje de P.C. aportada por los ingredientes fijos (en este caso solo del maíz) y el resultado será el nuevo requerimiento al que se va a balancear la dieta;

$$18\ \% - .24\ \% = 17.76\ \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la E.D. :

$$3.2\ \text{Mcal} - .117\ \text{Mcal} = 3.083\ \text{Mcal.}$$

Por lo tanto, nuestro alimento será balanceado a 17.76 % de P.C. y 3.083 Mcal de E.D.; ya teniendo nuestros valores procederemos a balancear la ración siguiendo los pasos de la regla de Cramer.

K.5.2 Se seleccionan los ingredientes, en este caso trigo y soya; denominamos "x" al trigo y "y" a la soya y posteriormente se plantean las ecuaciones:

$$11.1\ x + 40\ y = 17.76$$

$$3.92\ x + 2.6\ y = 3.083$$

K.5.3 Se plantea la matriz y se obtiene el determinante general:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 11.1 & 40 \\ 3.92 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 156.8 \\ (+)\ 28.86 \end{matrix} = -127.94$$

X.5.4 Sustituímos los términos independientes para encontrar la primera incógnita:

$$x = \begin{vmatrix} 17.76 & 40 \\ 3.083 & 2.6 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 123.32 \\ (+)\ 46.176 \end{matrix} = -\ 77.144$$

Este valor obtenido se divide entre el valor de "A" (determinante) y encontramos el valor de la primera incógnita:

$$x = \frac{-\ 77.144}{-\ 127.94} = .60297$$

X.5.5 Se calcula la segunda incógnita:

$$y = \begin{vmatrix} 11.1 & 17.76 \\ 3.92 & 3.083 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 69.619 \\ (+)\ 34.221 \end{matrix} = -\ 35.398$$

El valor obtenido se divide entre el valor de la determinante "A" y encontramos el valor de la segunda incógnita:

$$y = \frac{-\ 35.398}{-\ 127.94} = .27667$$

X.5.6 Comprobación: Sustituímos los valores de las incógnitas en la siguiente ecuación:

$$11.1\ x + 40\ y = 17.76$$

$$11.1\ (.60297) + 40\ (.27667) = 17.76$$

$$6.693 + 11.067 = 17.76$$

A este resultado le sumamos lo que corresponde a ingredientes fijos (P.C.) :

$$17.76 + .24 = 18$$

Se realiza la misma operación para E.D. :

$$3.92\ x + 2.6\ y = 3.083$$

$$3.92\ (.60297) + 2.6\ (.27667) = 3.083$$

$$2.3636 + .7194 = 3.083$$

A este resultado le sumamos lo que corresponde a ingredientes fijos (E.D.) :

$$3.083 + .117 = 3.2$$

K.5.7 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio	2	——	——
Aditivos	.2	——	——
Maíz	3	.24	.117
Trigo	60.297	6.693	2.3637
Soya	27.667	11.067	.7193
Total	93.164	18	3.2

K.5.8 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente:

a) Si elaboramos 93, 930, ó 9300 Kg., cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje - lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación:

Cloruro de sodio (NaCl)	93.164 — 100 % 2 — X X = 2.147	
Aditivos	93.164 — 100 % .2 — X X = .214	
Maíz	93.164 — 100 % 3 — X X = 3.220	
Trigo	93.164 — 100 % 60.297 — X X = 64.722	
Soya	93.164 — 100 % 27.667 — X X = 29.697	

INGREDIENTE	%
Cloruro de sodio	2.147
Aditivos	.214
Maíz	3.220
Trigo	64.722
Soya	29.697
Total	100

K.6 Formular una dieta que contenga un 22 % de P.C. y 2.9 Mcal de E.D.; contamos con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	P.C. %	E.D. Mcal
Cebada	4.1	2.16
Urea	281	0
P. algodón	44.8	3.3
P. girasol	49	3.35

Como ingredientes fijos tenemos:

INGREDIENTE	% AL QUE SE FIJA	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio (NaCl)	2	—	—
Aditivos	.2	—	—
H. pescado	3	67	3.2

K.6.1 Para la solución de este problema primeramente tendremos que restar a los requerimientos establecidos la cantidad de P.C. y E.D aportada por los ingredientes fijos, como a continuación se muestra:

INGREDIENTE	% FIJADO	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio (NaCl)	2	—	—
Aditivos	.2	—	—
H. pescado	3	2.01	.096

Se le resta a 22 % el porcentaje de P.C. aportada por los ingredientes fijos (en este caso solo de H. pescado) y el resultado será el nuevo requerimiento al que se va a balancear la dieta:

$$22\ \% - 2.01\ \% = 19.99\ \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la E.D. :

$$2.9\ \text{Mcal} - .096\ \text{Mcal} = 2.80\ \text{Mcal}$$

Por lo tanto, nuestro alimento será balanceado a 19.99 % de P.C. y 2.80 Mcal de E.D.; ya teniendo nuestros valores procederemos a balancear la ración siguiendo los pasos de la regla de Cramer.

K.6.2 Se seleccionan los ingredientes, en este caso cebada y pasta de algodón; denominamos "x" a la cebada y "y" a la pasta de algodón y posteriormente se plantean las ecuaciones:

$$4.1\,x + 44.8\,y = 19.99$$

$$2.16\,x + 3.3\,y = 2.80$$

K.6.3 Se plantea la matriz y se obtiene el determinante general:

$$A = \begin{vmatrix} 4.1 & 44.8 \\ 2.16 & 3.3 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 96.768 \\ (+)\ 13.53 \end{matrix} = -\ 83.238$$

K.6.4 Sustituimos los términos independientes para encontrar la primera incógnita:

$$x = \begin{vmatrix} 19.99 & 44.8 \\ 2.80 & 3.3 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 125.44 \\ (+)\ 65.967 \end{matrix} = -\ 59.473$$

Este valor obtenido se divide entre el valor de "A" (determinante) y encontramos el valor de la primera incógnita:

$$x = \frac{-\,59.473}{-\,83.238} = 0.71449$$

K.6.5 Se calcula la segunda incógnita:

$$y = \begin{vmatrix} 4.1 & 19.99 \\ 2.16 & 2.80 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-)\ 43.178 \\ (+)\ 11.48 \end{matrix} = -\,31.698$$

El valor obtenido se divide entre el valor del determinante "A" y encontramos el valor de la segunda incógnita:

$$y = \frac{-\,31.698}{-\,83.238} = 0.38081$$

K.6.6 Comprobación: Sustituímos los valores de las incógnitas en la siguiente ecuación:

$$4.1\,x + 44.8\,y = 19.99$$

$$4.1\,(0.71449) + 44.8\,(0.38081) = 19.99$$

$$2.929 + 17.061 = 19.99$$

A este resultado le sumamos lo que corresponde a ingredientes fijos (P.C.) :

$$19.99 + 2.01 = 22$$

La misma operación se realiza para E.D. :

$$2.16\,x + 3.3\,y = 2.80$$

$$2.16\,(0.71449) + 3.3\,(0.38081) = 2.80$$

$$1.543 + 1.257 = 2.80$$

A este resultado le sumamos lo que corresponde a ingredientes fijos (E.D.) :

$$2.80 + 0.096 = 2.9$$

K.6.7 Reporte de la mezcla final;

INGREDIENTE	%	P.C. %	E.D. Mcal
Cloruro de sodio	2	—	—
Aditivos	.2	—	—
H. pescado	3	2.01	.096
Cebada	71.449	2.93	1.548
P. algodón	38.081	17.06	1.256
Total	114.73	22	2.9

K.6.8 En este resultado se sobrepasa el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente;

a) Si elaboramos 114, 1140, 11400 Kg., cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje - lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación;

Cloruro de sodio (NaCl)

$$\frac{\begin{array}{ccc} 114.73 & — & 100\ \% \\ 2 & — & X \end{array}}{X = 1.743}$$

Aditivos 114.73 — 100 %

.2 — X

X = .174

H. pescado 114.73 — 100 %

3 — X

X = 2.615

Cebada 114.73 — 100 %

71.449 — X

X = 62.276

P.algodón 114.73 — 100 %

38.081 — X

X = 33.192

INGREDIENTE	%
Cloruro de sodio (NaCl)	1.743
Aditivos	.174
H. pescado	2.615
Cebada	62.276
P. algodón	33.192
Total	100

L. TECNICA DE SUSTITUCION PARA DOS INGREDIENTES

L.1 Formular un alimento al 22 % de P.C. y 1.1 de lisina .

L.1.1 Ingredientes fijos :

Premezcla mineral, vitaminica y aditivos ..... 3 %

H. de pescado (60% de P.C. y 5.6% de lisina).. 10%

L.1.2 Ingrediente semifijo :

Sorgo (9% de P.C. y .24% de lisina)........... 87%

L.1.3 Mezcla y deficit de los ingredientes anteriores :

INGREDIENTE	%	P.C.%	P.C.Kg	lisina%	lisina(Kg)
Premezcla	3	0	0	0	0
H.pescado	10	60	6	5.6	0.56
Sorgo	87	9	7.83	.24	0.2088
TOTAL	100	—	13.83	—	0.7688
Requerimiento	100	22	22.00	1.1	1.1
DEFICIT	—	—	8.17	—	0.3312

L.1.4 Ingrediente de sustitución disponible :

P. de soya .... 40 % de P.C. y 2.6 lisina

L.1.5 Como primera fase se balancea el deficit en lisina y posteriormente en proteína cruda (el ingrediente en el cual vamos a sustituir en este caso es sorgo).

1 Kg de pasta de soya = 0.028 Kg de lisina
(-)
1 Kg de sorgo = 0.0024Kg de lisina

Diferencial de sustitución 0.0256Kg de lisina

$$\frac{\text{Deficit del nutriente en Kg}}{\text{Diferencial de sustitución}} \quad \frac{0.3312}{0.0256} = 12.94 \text{ Kg P.de soya}$$

Siendo 12.94 Kg de P.soya lo que necesitamos para cubrir el requerimiento de lisina, este valor se le resta al porcentaje del nutriente en el que vamos a sustituir :

Sorgo 87.00
(-)
P.de soya 12.94

74.06

Siendo 74.06 el valor con el que interviene el sorgo.

L.1.6 Reporte de la mezcla:

INGREDIENTES	%	P.C. %	P.C. %	LISINA %	LISINA(Kg)
Premezcla	3	0	0	0	0
H. pescado	10	60	6	5.6	0.56
P. soya	12.94	40	5.176	2.8	0.36232
Sorgo	74.06	9	6.665	.24	0.17774
TOTAL	100.00	—	17.841	——	1.10000
Requerimiento	100.00	22	22.000	——	1.1
DEFICIT	——	—	4.159	——	——

Como podemos observar nuestra dieta quedo balanceada en lisina pero en P.C. existe un deficit, siendo menor al inicial.

L.1.7 Para finalizar nuestro problema, procedemos a balancear proteína y para esto se debera buscar un ingrediente que por su economia y alto contenido proteico nos permita realizar una segunda sustitución, la cual nos permita alcanzar el valor proteico deseado y a su vez no nos altere el nivel de lisina :

L.1.8 Ingrediente de sustitución disponible :

Gluten de maís .... 30 % de P.C. y 2.6 % lisina

L.1.9 Para balancear proteína cruda, al ingrediente de sustitución le restamos el ingrediente en el que vamos a sustituir, en este caso sorgo:

1 Kg de gluten de maís	= .300 Kg de P.C. (30%)
	(-)
1 Kg de sorgo	= .090 Kg de P.C. (9%)
Diferencial de sustitución	.21 Kg de P.C.

$$\frac{\text{Deficit del nutriente en Kg} \quad 4.159}{\text{diferencial de sustitución} \quad 0.210} = 19.8 \text{ Kg de P.C.}$$

Siendo 19.8 Kg la cantidad de gluten de maís a sustituir por kilogramo de sorgo, este valor se resta al porcentaje del nutriente en el que vamos a sustituir :

Sorgo	74.06% P.C.
	(-)
Gluten de maís	19.8 % P.C.
	54.26% P.C.

Siendo 54.26 el valor con el que interviene el sorgo y 19.8 el valor con el que interviene el gluten de maíz.

L.1.10 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	P.C. %	P.C. Kg	LISINA %	LISINA (Kg)
Premezcla	3	—	—	—	—
H. pescado	10	60	6	5.6	0.56
Soya	12.94	40	5.1760	2.8	0.36232
G. maíz	19.8	30	5.9406	.4	0.07604
Sorgo	54.26	9	4.8834	.24	0.10164
TOTAL	100.00	—	22.0000	—	1.10000

LL. BALANCEO DE RACIONES POR EL METODO DE DETERMINANTES (REGLA DE CRAMER) PARA TRES NECESIDADES CON TRES INGREDIENTES.

LL.1 Formular una dieta para borregos de engorda al 18 % de P.C., 13 % de F.C. (fibra cruda) y 3 Mcal de E.D.

LL.1.1 Se cuenta con los siguientes ingredientes :

INGREDIENTES	P.C. %	F.C. %	E.D.Mcal
(X)-Avena	9.9	12.1	3.40
(Y)-Cebada	4.1	42.2	2.16
(Z)-H. hueso	53.0	2.3	2.66

LL.1.2 Planteamiento de las ecuaciones :

$$\begin{array}{lrcl}
 & 9.9\,x + 4.1\,y + 53\,z & = & 18\ \% \quad \text{Terminos} \\
\text{Coeficientes} & 12.1\,x + 42.2\,y + 2.3\,z & = & 13\ \% \quad \text{Indepen-} \\
 & 3.40\,x + 3.16\,y + 2.66\,z & = & 3\ \text{Mcal} \quad \text{dientes.}
\end{array}$$

LL.1.3 Ya teniendo nuestro planteamiento, se calcula el determinante general, esto se logra formando la matriz en la cual deberan repetirse las dos primeras hileras de los coeficientes en el extremo derecho y se multiplican en forma cruzada como se marca con las flechas, tomando en cuenta que los resultados obtenidos del lado izquierdo tendrán signo negativo y los de lado derecho positivo; como a continuación se muestra :

9.9	4.1	53	9.9	4.1	
12.1	42.2	2.3	12.1	42.2	
3.40	2.16	2.66	3.40	2.16	
(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)
-7604.44	-49.61088	-131.9626	+ 1111.2948	+ 32.062	+ 1385.208

El determinante general se obtiene de la suma de los valores obtenidos :

Determinante general = -5257.4486

LL.1.4 Lo mismo se hace para obtener los valores de las incógnitas - X,Y,Z, pero tomando en cuenta que debemos sustituir los términos independientes (requerimientos buscados) en la literal que corresponda en este caso "X" :

18	4.1	53	18	4.1	
13	42.2	2.3	13	42.2	
3	2.16	2.66	3	2.16	
(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)
-6709.8	-90.2016	-141.778	+2020.536	+ 28.29	+ 1488.24

El valor de "X" se obtiene de la suma de los resultados anteriores :

X = - 3404.7136

Para obtener el valor real de "X" se divide el valor obtenido entre el determinante general :

$$X = \frac{-3404.7136}{-5257.4486} = .647598$$

LL.1.5 Se calcula "Y" de la misma forma, pero ahora sustituimos los terminos independientes en la segunda literal :

9.9	18	53	9.9	18
12.1	13	2.3	12.1	13
3.40	3	2.66	3.40	3

(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)
- 2342.6	- 68.904	-579.348	+ 342.342	+ 140.76	+ 1923.9

El valor de "Y" se obtiene de la suma de los resultados ante - riores :

$$Y = -583.626$$

Para obtener el valor real de "Y" se divide el valor obtenido entre el determinante general :

$$Y = \frac{-583.626}{-5257.4486} \quad .1110093$$

LL.1.6 Se calcula "Z" de la misma forma, pero ahora sustituimos los terminos independientes en la tercera literal :

9.9	4.1	18	9.9	4.1
12.2	42.2	13	12.1	42.2
3.40	2.16	3	3.40	2.16

(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)
-2582.64	-277.992	-148.83	+ 1253.34	+ 131.22	+ 470.448

El valor de "Y" se obtiene de la suma de los resultados ante - riores :

$$Z = -1104.454$$

Para obtener el valor real de "Z" se divide el valor obtenido entre el determinante general :

$$Z = \frac{-1104.454}{-5257.4486} = .2100741$$

LL.1.7 Comprobación, esto se logra sustituyendo los valores obtenidos en las ecuaciones :

9.9 (.647598)	+	4.1 (.1110093)	+	53 (.2100741)	=	18
6.411	+	.45513	+	11.1339	=	18.00
12.1 (.647598)	+	42.2 (.1110093)	+	2.3 (.2100741)	=	13
7.8359	+	4.648	+	.48317	=	13.00
3.40 (.647598)	+	2.16(.1110093)	+	2.66(.2100741)	=	3
2.20183	+	.2397	+	.5587	=	3.000

LL.1.8 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	P.C.%	P.C.%	E.D.Mcal
Avena	64.7598	6.41	7.83	2.19
Cebada	11.1009	.46	4.68	.25
H.hueso	21.0074	11.13	.49	.56
TOTAL	96.8681	18.00	13.00	3.00

LL.1.9 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla; para la solución de este problema podemos asumir lo siguiente :

a) Si elaboramos 96, 960, 9600 Kg, cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje lo que corresponde a cada ingrediente como a continuación se indica:

Avena 96.563 ——— 100 %

64.759 ——— X = 67.063

Cebada	96.563 ———	100 %		
	11.100 ———	X	=	11.496
H.hueso	96.563 ———	100 %		
	21.007 ———	X	=	21.755

LL.2 Balancear una dieta para cerdos en etapa de engorda al 16 % de P.C. , 12 % F.C. y 3.5 Mcal de E.D.

LL.2.1 Se cuenta con los siguientes ingredientes :

INGREDIENTES	P.C. %	F.C. %	E.D.Mcal
(X) Maíz	10	2.2	3.9
(Y) H. alfalfa	17	30.9	2.47
(Z) Soya	51.5	6.7	3.57

LL.2.2 Planteamiento de las ecuaciones :

$$\text{Coeficientes} \quad \begin{array}{rlrlrll} 10 & x & +\ 17 & y & +\ 51.5 & z & = 16 \\ 2.2 & x & +\ 30.9 & y & +\ 6.7 & z & = 12 \\ 3.9 & x & +\ 2.47 & y & +\ 3.57 & z & = 3.5 \end{array} \quad \text{Terminos Independientes}$$

LL.2.3 Se plantea la matriz y se calcula el determinante general :

$$\begin{array}{ccccc} 10 & 17 & 51.5 & 10 & 17 \\ 2.2 & 30.9 & 6.7 & 2.2 & 30.9 \\ 3.9 & 2.47 & 3.57 & 3.9 & 2.47 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccccc} (-) & (-) & (-) & (+) & (+) & (+) \\ -6206.265 & -165.49 & -133.518 & +1103.13 & +444.21 & +279.851 \end{array}$$

La suma de los valores obtenidos nos dará el determinante general :

Determinante General = − 4678.082

LL.2.4 Se sustituyen los terminos independientes en la matriz para calcular "X" :

$$
\begin{array}{ccccc}
16 & 17 & 51.5 & 16 & 17 \\
12 & 30.9 & 6.7 & 12 & 30.9 \\
3.5 & 2.47 & 3.57 & 3.5 & 2.47
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{cccccc}
(-) & (-) & (-) & (+) & (+) & (+) \\
-5569.725 & -264.784 & -728.28 & +1765.008 & +398.65 & +1526.46
\end{array}
$$

La suma de estos valores obtenidos, nos darán el valor de "X":

$$X = -2872.671$$

Para obtener el valor real de "X", se divide el valor anterior de x entre el determinante general:

$$X = \frac{-2872.671}{-4678.082} = .6140702$$

LL.2.5 Se calcula "Y" de la misma forma, pero ahora sustituimos los terminos independientes en la segunda literal :

$$
\begin{array}{ccccc}
10 & 16 & 51.5 & 10 & 16 \\
2.2 & 12 & 6.7 & 2.2 & 12 \\
3.9 & 3.5 & 3.57 & 3.9 & 3.5
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{cccccc}
(-) & (-) & (-) & (+) & (+) & (+) \\
-2410.2 & -234.5 & -125.664 & +428.4 & +418.08 & +396.55
\end{array}
$$

La suma de estos valores obtenidos, nos darán el valor de "Y":

$$Y = -1527.334$$

Para obtener el valor real de "Y" se divide el valor anterior de x entre el determinante general :

$$Y = \frac{-1527.334}{-4678.082} = .3264872$$

LL.2.6 Por ultimo calculamos "Z" de la misma forma, pero ahora sustituimos los terminos independientes en la tercer literal :

10	17	16	10	17
2.2	30.9	12	2.2	30.9
3.9	2.47	3.5	3.9	2.47

(-) (-) (-) (+) (+) (+)

-1928.16 - 296.4 - 130.9 + 1081.5 + 795.6 + 86.944

La suma de estos valores obtenidos, nos darán el valor de "Z"

$$Z = -391.416$$

Para obtener el valor real de "Z", se divide el valor anterior de z entre el determinante general :

$$Z = \frac{-391.416}{-4678.082} = .083670$$

LL.2.7 Reporte de la mezcla final :

INGREDIENTE	%	P.C. %	F.C. %	E.D.Mcal
Maíz	61.407	6.141	1.351	2.395
H. alfalfa	32.648	5.550	10.088	.806
Soya	8.367	4.309	.561	.299
TOTAL	102.422	16.000	12.000	3.500

LL.2.8 Este resultado sobrepasa el 100 % de la mezcla; para la solución de este problema podemos asumir lo siguiente :

a) Si elaboramos 102, 1020, 10200 Kg, cada kilogramo de alimento proporcionado cubrira los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación :

Maíz	102.422	———	100%		
	61.407	———	X	=	59.955
H.alfalfa	102.422	———	100 %		
	32.648	———	X	=	31.876
Soya	102.422	———	100 %		
	8.367	———	X	=	8.169
					100.000 %

LL.3 Formular una dieta para novillos al 18 % de P.C., 16% de F.C. y 3.0 Mcal de ED.

LL.3.1 Se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	PC %	FC %	ED Mcal
X- Melaza caña	3	0	3.4
Y- H. avena	4.4	41	2.29
Z- Urea	281	0	0

LL.3.2 Se plantean las ecuaciones:

$$\begin{array}{rcl} & 3\,X + 4.4\,Y + 281\,Z = 18 & \text{Términos} \\ \text{Coeficientes} & 0\,X + 41\,Y + 0\,Z = 16 & \text{Independientes} \\ & 3.4\,X + 2.29\,Y + 0\,Z = 3 & \end{array}$$

LL.3.3 Se plantea la matriz y se calcula el determinante general:

$$\begin{array}{cccccc} 3 & 4.4 & 281 & 3 & 4.4 & \\ 0 & 41 & 0 & 0 & 41 & \\ 3.4 & 2.29 & 0 & 3.4 & 2.29 & \\ (-) & (-) & (-) & (+) & (+) & (+) \\ -\ 39171.4 & -\ 0 & -\ 0 & +\ 0 & +\ 0 & +\ 0 \end{array}$$

La suma de los valores obtenidos nos dará el determinante general:

Determinante General = − 39171.4

LL.3.4 Se sustituyen los términos independientes en la primer literal para calcular "X" :

18	4.4	281	18	4.4
16	41	0	16	41
3	2.29	0	3	2.29

(–)	(–)	(–)	(+)	(+)	(+)
– 34563	– 0	– 0	+ 0	+ 0	+ 10295.84

Se obtiene el valor de X de la suma de los valores anteriores:

$$X = -24267.16$$

Para obtener el valor real de "X", se divide el valor anterior entre el determinante general:

$$X = \frac{-24267.16}{-39171.4} = .6195121$$

LL.3.5 **Se calcula "Y" de la misma forma, pero ahora sustituímos los términos independientes en la segunda literal:**

3	18	281	3	18
0	16	0	0	16
3.4	3	0	3.4	3

(–)	(–)	(–)	(+)	(+)	(+)
– 15286.4	– 0	– 0	+ 0	+ 0	+ 0

Se obtiene el valor de y de la suma de los valores anteriores:

$$Y = -15286.4$$

Para obtener el valor real de "Y", se divide el valor anterior entre el determinante general:

$$Y = \frac{-15286.4}{-39171.4} = .3902439024$$

LL.3.6 Por último calculamos "Z" de la misma forma, pero ahora sustituímos los términos independientes en la tercer literal;

$$
\begin{array}{cccccc}
 & 3 & 4.4 & 18 & 3 & 4.4 \\
 & 0 & 41 & 16 & 0 & 41 \\
 & 3.4 & 2.29 & 3 & 3.4 & 2.29 \\
(-) & (-) & (-) & (+) & (+) & (+) \\
-\ 2509.2 & -\ 109.92 & -\ 0 & +\ 369 & +\ 239.36 & +\ 0
\end{array}
$$

La suma de los valores anteriores nos dan el valor de Z :

$$Z = -\ 2010.76$$

Para obtener el valor real de "Z", se divide el valor anterior entre el determinante general;

$$Z = \frac{-\ 2010.76}{-\ 39171.4} = .0513323496$$

LL.3.7 Reporte de la mezcla final;

INGREDIENTE	%	P.C. %	F.C. %	E.D. Mcal
Melaza caña	61.951	1.859	0	2.106
H. avena	39.024	1.718	16	.894
Urea	5.133	14.423	0	0
Total	106	18	16	3

LL.3.8 Este resultado sobrepasa el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente ;

a) Si elaboramos 106, 1060, 10600 Kg, cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje - lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación:

Melaza de caña	106	———	100 %		
	61.951	———	X	=	58.4443
H. de avena	106	———	100 %		
	39.024	———	X	=	36.8150
Urea	106	———	100 %		
	5.133	———	X	=	4.8424
Total					100 %

M. METODO DE ECUACIONES SIMULTANEAS PARA TRES NECESIDADES CON TRES IN GREDIENTES.

M.1 Formular un alimento para una vaca que pesa 500 Kg. cuya producción es de 17 Kgs. de leche con 3.5 % de grasa y es de 4o. parto.

M.1.1 REQUERIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO

PESO	MS (Kg)	PC (g)	ED (Mcal)	FC (%)	FC (Kg)
500	16	432	16.39	15	2.400

REQUERIMIENTOS POR KG. DE LECHE (3.5 % DE GRASA)

PESO	MS (Kg)	PC (g)	ED (Mcal)	FC (%)	FC (Kg)
—	—	82	1.34	—	—

REQUERIMIENTOS TOTALES

PESO	MS (Kg)	PC (g)	ED (Mcal)	FC (%)	FC (Kg)
500	16	1826	39.17	1.5	2.4

M.1.2 Para conocer las necesidades por Kg. se hace el siguiente planteamiento;

$$P.C. = \frac{1.826}{16^{*}} = .114 = 11.4\ \%$$

* Total de Kg. (3.2 % del peso vivo) del animal.

$$E.D. = \frac{39.17}{16} = 2.478 \text{ Mcal}$$

$$F.C. = \frac{2.4}{16} = .15 = 15\ \%$$

M.1.3 Se seleccionan los ingredientes:

SORGO : 12.2 P.C. %

2.5 F.C. % = a

3.54 E.D. Mcal

AVENA : 9.9 P.C. %

12.1 F.C. % = b

3.40 E.D. Mcal

P. COCO 23 P.C. %

16.3 F.C. % = c

3.26 E.D. Mcal

M.1.4 Se plantean las ecuaciones:

P.C. $a + b + c = 11.4\ \%$

E.D. $a + b + c = 2.478$ Mcal

F.C. $a + b + c = 15\ \%$

$12.2\ a + 9.9\ b + 23\ c = 11.4$ 1

$3.54\ a + 3.40\ b + 3.26\ c = 2.478$ 2

$2.5\ a + 12.1\ b + 16.3\ c = 15$ 3

M.1.5 Se toman las dos primeras ecuaciones:

$$12.2\ a + 9.9\ b + 23\ c = 11.4$$

$$3.54\ a + 3.40\ b + 3.26\ c = 2.478$$

M.1.6 Ya teniendo las dos ecuaciones, se multiplica la primera ecuación por el valor de "c" de la segunda y viceversa:

$$12.2\ a + 9.9\ b + 23\ c = 11.4\ (3.26)$$

$$3.54\ a + 3.40\ b + 3.26\ c = 2.478\ (23)$$

M.1.7 Se realiza la operación:

$$\begin{array}{rrrrl} & 39.772\ a + & 32.274\ b + & \cancel{74.98\ c} & = 37.164 \\ - & 81.420\ a + & 78.200\ b + & \cancel{74.98\ c} & = 56.994 \\ \hline & -41.648\ a - & 45.926\ b & 0 & = -19.83 \end{array}$$

M.1.8 Se toma la primera ecuación y la tercera, posteriormente se multiplica la primera ecuación por el coeficiente de "c" de la tercera y viceversa:

$$12.2\ a + 9.9\ b + 23\ c = 11.4\ (16.3)$$

$$2.5\ a + 12.1\ b + 16.3\ c = 15\ (23)$$

M.1.9 Se realizan las operaciones:

$$\begin{array}{rrrrl} & 198.86\ a + & 161.37\ b + & \cancel{374.9\ c} & = 185.82 \\ - & 57.5\ a + & 278.3\ b + & \cancel{374.9\ c} & = 345 \\ \hline & 141.36\ a - & 116.93\ b & 0 & = -159.18 \end{array}$$

M.1.10 Se toman los valores del resultado de la resta del paso M.1.7 y M.1.9 y se multiplica la ecuación del paso M.1.7 por el coeficiente de "b" de la ecuación del paso M.1.9 y viceversa:

$$- 41.648\ a - 45.926\ b = - 19.83\ (-116.93)$$

$$141.36\ a - 116.93\ b = - 159.18\ (- 45.926)$$

M.1.11 Se realizan las operaciones:

$$\begin{array}{rl} & 4869.900\ a + \cancel{5370.127}\ b = 2318.721 \\ - & - 6492.099\ a + \cancel{5370.127}\ b = 7310.500 \\ \hline & 11361.999\ a \qquad 0 \qquad = - 4991.779 \end{array}$$

$$a = \frac{- 4991.779}{11361.999} = - .4393398$$

M.1.12 Para sacar el valor de "b" se sustituye en la ecuación del paso M.1.10:

$$- 41.648\ (-.4393398) - 45.926\ b = - 19.83$$

$$18.297623 - 45.926\ b = - 19.83$$

$$- 45.926\ b = - 19.83 - 18.297623$$

$$b = \frac{- 19.83 - 18.297623}{- 45.926}$$

$$b = \frac{- 38.127623}{- 45.926}$$

$$b = .8301969$$

M.1.13 Para sacar el valor de "c" se sustituye en la ecuación del paso M.1.4:

$$12.2\ (-.4393398) + 9.9\ (.8301969) + 23\ c = 11.4$$

$$-5.3599455 + 8.2189493 + 23\ c = 11.4$$

$$2.8590038 + 23\ c = 11.4$$

$$23\ c = 11.4 - 2.8590038$$

$$c = \frac{8.540997}{23}$$

$$c = 0.3713476$$

M.1.14 Comprobación: Se sustituye en la ecuación 1 del paso M.1.4 :

$$12.2\ (-.4393398) + 9.9\ (.8301969) + 23\ (.3713476) = 11.4$$

$$-5.3599455 + 8.2189493 + 8.5409948 = 11.4$$

M.1.15 Este método tiene solución única, puede dar resultados positivos o negativos; matemáticamente tiene solución el problema pero no tiene aplicación práctica cuando dá un resultado negativo (como en este caso que el valor de "a" es negativo).

M.2 Formular una dieta al 18 % P.C., 13 % F.C. y 3 Mcal E.D; para ello se cuenta con los siguientes ingredientes:

AVENA :	9.9	P.C. %		
	12.1	F.C. %	=	a
	3.4	E.D. Mcal		
CEBADA :	4.1	P.C. %		
	42.2	F.C. %	=	b
	2.16	E.D. Mcal		
H. HUESO:	53	P.C. %		
	2.3	F.C. %	=	c
	2.66	E.D Mcal		

M.2.1 Se plantean las ecuaciones:

P.C. $a + b + c = 18\ \%$

F.C. $a + b + c = 13\ \%$

E.D. $a + b + c = 3$ Mcal

$9.9\ a + 4.1\ b + 53\ c = 18$ 1

$12.1\ a + 42.2\ b + 2.3\ c = 13$ 2

$3.4\ a + 2.16\ b + 2.66\ c = 3$ 3

M.2.2 Se toman las dos primeras ecuaciones:

$9.9\ a + 4.1\ b + 53\ c = 18$

$12.1\ a + 42.2\ b + 2.3\ c = 13$

M.2.3 Ya teniendo las dos ecuaciones, se multiplica la primera ecuación por el coeficiente de "c" de la segunda y viceversa:

$$9.9\ a + 4.1\ b + 53\ c = 18\ (2.3)$$

$$12.1\ a + 42.2\ b + 2.3\ c = 13\ (53)$$

M.2.4 Se realiza la operación:

$$\begin{array}{rl} & 22.77\ a + 9.43\ b + \cancel{121.9}\ c = 41.4 \\ - & 641.3\ a + 2236.6\ b + \cancel{121.9}\ c = 689 \\ \hline & -618.53\ a - 2227.17\ b \quad 0 \quad = -647.6 \end{array}$$

M.2.5 Se toma la primera ecuación y la tercera, posteriormente se multiplica la primera ecuación por el coeficiente de "c" de la tercera y viceversa:

$$9.9\ a + 4.1\ b + 53\ c = 18\ (2.66)$$

$$3.4\ a + 2.16\ b + 2.66\ c = 3\ (53)$$

M.2.6 Se realizan las operaciones:

$$\begin{array}{rl} & 26.334\ a + 10.906\ b + \cancel{140.98}\ c = 47.88 \\ - & 180.2\ a + 114.48\ b + \cancel{140.98}\ c = 159 \\ \hline & -153.866\ a - 103.574\ b \quad 0 \quad = -111.12 \end{array}$$

M.2.7 Se toman los valores del resultado de la resta del paso M.2.4 y M.2.6 y se multiplica la ecuación del paso M.2.4 por el coeficiente de "b" de la ecuación del paso M.2.6 y viceversa:

$$-618.53\ a - 2227.17\ b = -647.6\ (-103.574)$$

$$-153.866\ a - 103.574\ b = -111.12\ (-2227.17)$$

M.2.8 Se realizan las operaciones:

$$
\begin{array}{r}
64063.626\ a + \cancel{230676.9\ b} = 67074.522 \\
-\quad 342685.73\ a + \cancel{230676.9\ b} = 247483.13 \\
\hline
-\ 278622.11\ a \qquad 0 \qquad = -\ 180408.61
\end{array}
$$

$$a = \frac{-\ 180408.61}{-\ 278622.11} = 0.6475028$$

M.2.9 Para obtener el valor de "b" se sustituye en la ecuación del - paso M.2.7:

$$-\ 618.53\ (0.6475028) - 2227.17\ b = -\ 647.6$$

$$-\ 400.4999 - 2227.17\ b = -\ 647.6$$

$$-\ 2227.17\ b = -\ 647.6 + 400.4999$$

$$b = \frac{-\ 647.6 + 400.4999}{-\ 2227.17}$$

$$b = \frac{-\ 247.1001}{-\ 2227.17}$$

$$b = 0.110948$$

M.2.10 Para sacar el valor de "c" se sustituye en la ecuación del pa so M.2.1

$$9.9\ (.6475028) + 4.1\ (.110948) + 53\ c = 18$$

$$6.4102777 + .4548868 + 53\ c = 18$$

$$6.8651645 + 53\ c = 18$$

$$53\ c = 18 - 6.8651645$$

$$c = \frac{11.134836}{53}$$

$$c = 0.2100912$$

M.2.11 Comprobación; Se sustituye en la ecuación 1 del paso M.2.1;

$$9.9\ (.6475028) + 4.1\ (.110948) + 53\ (.2100912) = 18$$

$$6.41028 + .45488 + 11.13484 = 18$$

M.2.12 Reporte de la mezcla final;

INGREDIENTE	%	P.C. %	F.C. %	E.D. Mcal
Avena	64.7502	6.4103	7.8348	2.2015
Cebada	11.0948	.4549	4.6820	.2397
H. hueso	21.0091	11.1348	.4832	.5588
Total	96.8541	18	13	3

M.2.13 En este resultado no se ha obtenido el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente;

a) Si elaboramos 96, 960, 9600 Kg., cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje - lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación;

Avena 96.8541 — 100 %

64.7502 — X

X = 66.8533

Cebada	96.8541 —	100 %
	11.0948 —	X
	X = 11.4552	
H.hueso	96.8541 —	100 %
	21.0091 —	X
	X = 21.6915	

INGREDIENTE	%
Avena	66.8533
Cebada	11.4552
H. hueso	21.6915
	100

M.3 Formular una dieta al 18 % P.C., 16 % F.C. y 3.1 Mcal E.D.; para ello se cuenta con los siguientes ingredientes:

Melaza de caña	3	P.C. %		
	0	F.C. %	=	a
	3.4	E.D. Mcal		
H. avena	4.4	P.C. %		
	41	F.C. %	=	b
	2.29	E.D. Mcal		
Urea	281	P.C. %		
	0	F.C. %	=	c
	0	E.D. Mcal		

M.3.1 Se plantean las ecuaciones:

P.C. $a + b + c = 18\ \%$

F.C. $a + b + c = 16\ \%$

E.D. $a + b + c = 3.1$ Mcal

$3\ a + 4.4\ b + 281\ c = 18$ 1

$0\ a + 41\ b + 0\ c = 16$ 2

$3.4\ a + 2.29\ b + 0\ c = 3.1$ 3

M.3.2 Se toman las dos primeras ecuaciones:

$$3\ a + 4.4\ b + 281\ c = 18$$

$$0\ a + 41\ b + 0\ c = 16$$

M.3.3 Ya teniendo las dos ecuaciones, se multiplica la primera ecuación por el coeficiente de "c" de la segunda y viceversa:

$$3\ a + 4.4\ b + 281\ c = 18\ (0)$$

$$0\ a + 41\ b + 0\ c = 16\ (281)$$

M.3.4 Se realiza la operación:

$$\begin{array}{r} 0\ a + 0\ b + 0\ c = 0 \\ -\quad 0\ a + 11521\ b + 0\ c = 4496 \\ \hline 0 \quad - 11521\ b \quad 0 = - 4496 \end{array}$$

M.3.5 Se toma la primera ecuación y la tercera, posteriormente se - multiplica la primera ecuación por el coeficiente de "c" de la tercera y viceversa:

$$3\ a + 4.4\ b + 281\ c = 18\ (0)$$

$$3.4\ a + 2.29\ b + 0\ c = 3.1\ (281)$$

M.3.6 Se realizan las operaciones:

$$\begin{array}{r} 0\ a + 0\ b + 0\ c = 0 \\ -\quad 955.4\ a + 643.49\ b + 0\ c = 871.1 \\ \hline - 955.4\ a - 643.49\ b \quad 0 = - 871.1 \end{array}$$

M.3.7 Se toman los valores del resultado de la resta del paso M.3.4 y M.3.6 y se multiplica la ecuación del paso M.3.4 por el coeficiente de "b" de la ecuación del paso M.3.6 y viceversa:

$$0\ a - 11521\ b = - 4496\ (- 643.49)$$

$$- 955.4\ a - 643.49\ b = - 871.1\ (- 11521)$$

M.3.8 Se realizan las operaciones:

$$
\begin{array}{lllll}
- & 0\ a & + 7413648.2\ b & = & 2893131 \\
 & 11007163\ a & + 7413648.2\ b & = & 10035943 \\
\hline
 & -11007163\ a & 0 & = & -7142812
\end{array}
$$

$$a = \frac{-7142812}{-11007163} = .6489239$$

M.3.9 Para obtener el valor de "b" se sustituye en la ecuación del - paso M.3.7 :

$$0\ (.6489239) - 11521\ b = -4496$$

$$0 - 11521\ b = -4496$$

$$b = \frac{-4496}{-11521} = .390243$$

M.3.10 Para obtener el valor de "c" se sustituye en la ecuación del - paso M.3.1

$$3\ (.6489239) + 4.4\ (.390243) + 281\ c = 18$$

$$1.9467717 + 1.7170692 + 281\ c = 18$$

$$3.6638409 + 281\ c = 18$$

$$281\ c = 18 - 3.6638409$$

$$281\ c = 14.33616$$

$$c = \frac{14.33616}{281} = 0.0510183$$

M.3.11 Comprobación: Se sustituye en la ecuación 1 del paso M.3.1 :

$$3\ a + 4.4\ b + 281\ c = 18$$

$$3\ (.6489239) + 4.4\ (.390243) + 281\ (0.0510183) = 18$$

$$1.9468 + 1.7170 + 14.3362 = 18$$

M.3.12 Reporte de la mezcla final:

INGREDIENTE	%	P.C. %	F.C. %	E.D. Mcal.
Melaza de caña	64.8923	1.947	0	2.2063
H. avena	39.0243	1.717	16	.8937
Urea	5.1018	14.336	0	0
Total	109.0184	18	16	3.1

M.3.13 Este resultado sobrepasa el 100 % de la mezcla; para la solución de este resultado podemos asumir lo siguiente:

a) Si elaboramos 109, 1090, 10900 Kg. cada kilogramo de alimento proporcionado nos dará los requerimientos deseados.

b) Esto significa que nosotros podemos traducir a porcentaje - lo que equivale cada ingrediente, como se indica a continuación:

Melaza caña 109.0184 —— 100 %

64.8923 —— X

X = 59.5241

H. avena 109.0184 — 100 %

39.0243 — X

X = 35.7960

Urea 109.0184 — 100 %

5.1018 — X

X = 4.6797

INGREDIENTE	%
Melaza de caña	59.525
H. avena	35.796
Urea	4.679
Total	100

N. FORMULACION DE RACIONES PARA GANADO UTILIZANDO LA TECNICA DE TANTEO.

N.1 Establecimiento de los requerimientos de los animales :

Para este efecto se debe considerar los requerimientos nutritivos para el estado fisiológico que guarden los animales, para tal efecto ejemplificaremos esto. Consideremos la necesidad de formular una dieta para una vaca adulta con un peso de 600 Kg. produciendo 25 Kg. de leche por dia y con un nivel del 4% de grasa, para ello debemos buscar los requerimientos, en la tabla de requerimientos nutritivos para ganado lechero. A titulo de ejemplo veremos los requerimientos diarios del ganado lechero para M.S., P.C., T.N.D., Ca, y P.

Tabla (1) Consumo probable y requerimientos por nutrientes de una vaca de 600 Kg. produciendo 25 Kg. de leche por día con un 4 % de grasa.

	CONSUMO M.S. Kg.+	P.C.	T.N.D.	Ca	P	F.C.++
MANTENIMIENTO	-	489	4.3	21	17	---
PRODUCCION	-	2175	8.15	67.5	45	---
TOTAL	19.5	2664	12.45	88.5	62	2.73

+ Estimado como 3.25 % de peso vivo.

++ Estimado como 13 % de la materia seca total.

Con un consumo de 19.5 Kg./día la ración deberá tener la siguiente composición para satisfacer los requerimientos :

8.3 % P.C., 64 % TND, 46 % Ca y .34 % P.

N.1.1 Determinar los alimentos disponibles y su composición :

A los efectos de conocer la composición de los ingredientes disponibles se puede recurrir a tablas; la mayoría han sido elaboradas para las condiciones de Estados Unidos y nos ofrecen valores aproximados.

Conociendo la composición de los alimentos podemos expresar su valor en términos del costo de los nutrientes que lo constituyen.

INGREDIENTE	M.S.	P.C. %	T.N.D.%	Ca %	P%	F.C. %
H. alfalfa	85	18	60	2.12	.23	28
Sorgo grano	89	81	80	.04	.31	2.2
Torta soya	89	50	63	.27	.63	6.0
Maíz grano	87	8	82	.03	.47	2.4
Maíz ensilado	40	8.1	65	.28	.21	26

N.1.2 Balancear la ración :

A tales efectos hay que tener presente que el forraje debe - constituir, en lo posible, por lo menos el 40 % de la ración total. Para este ejemplo consideraremos un porcentaje del 60 % de la ración.

Es necesario seguir la secuencia que a continuación se describe :

a) Colocar los requerimentos nutritivos del animal en cuestión:

Peso (Kg)	M.S. (Kg)	P.C. (g)	T.N.D. (Kg)	Ca (g)	P (g)	F.C. (Kg)
600	19.5	2664	12.45	88.5	62	2.73

b) Asignar cantidades al tanteo de los ingredientes disponi - bles y restar el aporte nutritivo a las necesidades. En este caso con- sideramos una ración con un mínimo del 60 % del forraje, esto equivale a 11.7 Kg de la M.S. total a consumir. De estos 11.7 Kg. de M.S. asig- nados como forraje hemos decidido utilizar 70 partes de heno de alfal- fa (3.2 Kg.) y 30 partes de ensilaje de maíz (3.5 Kg.) :

INGREDIENTE	M.S. (Kg)	P.C. (Kg)	T.N.D. (Kg)	Ca (g)	P (g)	F.C. (Kg) mínimo
Requerimientos	19.5	2664	12.45	18.5	62	2.73
H. alfalfa	8.2	1476	4.92	174.0	1886	2.3
FALTANTE	11.3	1188	7.53	85.5	43.14	.403
Ensilaje maíz	3.5	283.5	2.275	9.8	7.35	.91
FALTANTE	7.8	904.5	5.255	95.0	36.00	.48

c) Una vez asignada la cantidad fija del forraje, en este caso ha quedado un 40 % para la elaboración de un concentrado utilizando - como ingredientes torta de soya, grano de maíz y un suplemento mineral en base a fósforo y minerales traza. La cantidad de este concentrado - será 7.8 Kg de M.S., por lo tanto se deberá formular un alimento con - centrado que aporte los siguientes nutrientes por Kg de M.S. :

1) $P.C. = \dfrac{\text{Faltante} \quad 904.5}{M.S. \quad 7.8} = 116 = 11.6\ \%$

2) $T.N.D. = \dfrac{\text{Faltante} \quad 5.255}{M.S. \quad 7.8} = 0.674\ Kg.$

3) $\text{Déficit} = \dfrac{P.C. \quad 36}{M.S. \quad 7.8} = 4.62\ gr.$

d) Una vez determinadas las características del concentrado a elaborar por Kg de M.S. se procedera a utilizar cualquiera de las técnicas antes descritas. (dentro de este ejemplo no consideraremos el requerimiento de fósforo, posteriormente explicaremos como resolver el faltante si lo existe.)

Dentro de este ejemplo utilizaremos la técnica de ecuaciones simultáneas :

INGREDIENTE	NOTACION ALGEBRAICA	M.S.Kg.	P.C. g.	T.N.D. Kg.
Maís grano	A	87	80	82
Torta soya	B	89	500	63

1) $A + D = 116\ g.$

$A + D = .674$

2) $80\ A + 500\ B = 116$

$.82\ A + .63\ B = .674$

3) $(\ 80\ A + 500\ B = 116\ )\ \ .63$

$(.82\ A + .63\ B = .674)\ \ 500$

4) $50.4\ A + 315\ B = 73.08$

$410\ A + 315\ B = 337$

5) $\begin{array}{rl} & 50.4\ A + 337\ B = 73.08 \\ - & 410\ A + 337\ B = 337 \\ \hline & -359.6\ A = -263.92 \end{array}$

6) $A = \dfrac{-263.92}{-359.6} =$

7) $A = 0.734$

8) $.82\ A + .63\ B = .674$

9) $.82\ (0.734) + .63\ B = .674$

10) $.60188 + .63\ B = .674$

11) $.63\ B = .674 - .60188$

12) $B = \dfrac{.674 - .60188}{.63}$

13) $B = 0.1145$

14) $A = 0.734 = 73.4\ \% = 734\ g.$

$B = 0.1145 = 11.45\ \% = 1145\ g.$

TOTAL $0.8485 = 84.85\ \% = 8485\ g.$

15) **Comprobación :**

A = Maíz = 0.734

P.C. = 80 (0.734) = 58.72 g.

B = Soya = 0.1145

P.C. = 500 (0.1145) = <u>57.25 g.</u>

115.97

A = Maíz = 0.734

T.N.D. = .82 (0.734) = .60188

B = Soya = .1145

T.N.D. = .63 (.1145) = <u>.072135</u>

.674015

La comprobación es correcta, por lo tanto las cantidades de los ingredientes a utilizar serán las siguientes :

Maíz 0.734 (7.8) = 5.7252 Kg. de maíz

Soya 0.1145(7.8) = 0.8931 Kg.de soya

e) Una vez determinada la fórmula se procede a restar del faltante de nutrientes los ingredientes :

INGREDIENTES	M.S.Kg.	P.C.Kg.	T.N.D.Kg	Ca(g)	P(g)	F.C.Kg.
Faltante	7.8	904.5	5.255	95 +	36	.48 +
Maíz	5.7252	458.016	4.695	17.17	27	.126
Faltante	2.0748	446.484	0.56	112.17 +	9	.606 +
Soya	.8931	446.4	0.56	2.4	5.7	.054
	1.1817 ++	0	0	114.57 +	3.3 ++	.660 +

\+ Estos nutrientes sobrepasan las necesidades establecidas.
++ Estos nutrientes no cubren las necesidades establecidas.

f) Concluida nuestra fórmula surgen los siguientes interrogantes :

I) La materia seca no ha sido cubierta en su totalidad, no forzosamente se debe de cubrir la cantidad asignada (19.5 %), esta cantidad solo nos indica el consumo máximo permitido; sin embargo para completar las necesidades podríamos aportar a la fórmula un alimento de relleno (rastrojo de maíz, de avena etc.).

II) El fósforo especificado resultó faltante, en tres gramos, cantidad que resulta insignificante pero podemos observar que el nivel del nutriente calcio está sobrepasado (114.57), es decir que tenemos un desbalance calcio con respecto a fósforo (117.57),considerando los requerimientos iniciales para ambos nutrientes, por lo tanto sugerimos utilizar un suplemento de fósforo (fosfato monosódico: M.S. 87 % , - calcio 0 , Fósforo 25.8 %), dentro de la formulación del concentrado o a libre consumo.

La cantidad de fosfato monosódico será en este caso :

258 g. ———— 1000

117 g. ———— X = 453.5 g. de fosfato monosódico por animal.

III) La fibra cruda especificada ha sido superada con 660 g. del requerimiento inicial lo cual no significa ningun problema puesto que la cantidad asignada era un requerimiento mínimo a cumplir.

g) Determinadas las cantidades de la fórmula se procede a elaborar el concentrado correspondiente que resulta de una mezcla maíz-soya considerando o no el fosfato monosódico.

Cantidades a utilizar considerando el fosfato monosódico :

INGREDIENTE	Kg. (M.S.)
Maíz	5.7252
Soya	0.8931
Fosfato monosódico	.4535
TOTAL	7.0718 = 100 %

Cálculo de porcentaje de ingrediente por Kg. de M.S. :

Maíz = 7.0718 ——— 100 %
5.7252 ——— X = 80.96

Soya = 7.0718 ——— 100 %
0.8931 ——— X = 12.63

93.59

Fosfato monosódico = 100 - 93.59 = 6.41 %

La formula final en base seca quedaria de la siguiente manera :

INGREDIENTE	%	Kg.	P.C. %	T.N.D. Kg.	Ca(g)	P(g)	F.C. %
Maíz	80.96	.8096	6.48	.664	.24	3.8	17.8
Soya	12.63	.1263	6.315	.08	.34	.8	7.58
P. monosódico	6.41	.0641	—	—	—	14.3	—
TOTAL	100.00	1.0	12.795	.744	.58	18.9	25.38

h) La formula final a utilizar es la siguiente :

INGREDIENTE	Base seca Kg.	Base humeda Kg.
H. alfalfa	8.2	9.65
R. maíz	3.5	8.75
G. maíz	5.7252	6.58
Soya	.8931	1.003
P. monosódico (M.S. = 87 %)	.4535	.523
TOTAL	17.8787	26.5

Ñ. FORMULACION DE PREMEZCLAS

El término de premezcla se refiere a la combinación de pequeñas cantidades de ingredientes de la mezcla total.

Las dietas comerciales de premezclas se elaboran utilizando vitaminas, antibióticos, minerales traza y otros medicamentos de uso en la alimentación de los animales domésticos.

Estas premezclas ocupan una parte pequeñísima de la mezcla total y dentro de esta premezcla muchos ingredientes son adicionados en pocos gramos o miligramos.

Como podrá notarse, estos ingredientes se aplican en pequeñas cantidades lo cual dificulta la mezcla uniforme cuando se quieren aplicar directamente a la mezcla total.

La adición de premezclas vitamínicas y minerales de tipo comercial no siempre satisface los requerimientos de una ración particular; en rumiantes la situación forrajera es tan particular que en contados casos se adaptan estas fórmulas comerciales, otras veces los productos comerciales incrementan la ingestión de tal o cual ingrediente por parte del animal y provocan un desbalance y una carencia.

Existen también casos en los que hay deficiencias en un forraje que no alcanzan a ser satisfechas con cualquier premezcla de tipo comercial.

Las fórmulas comerciales para monogástricos necesitan también ser evaluadas antes de recomendarlas ya que no todas podrán satisfacer los requerimientos particulares de una explotación determinada.

Las vitaminas, minerales traza y aditivos alimenticios están siendo cada día más accesibles y su precio se ha reducido en forma considerable ultimamente, esto ha encaminado y mejorado la eficiencia de las fórmulas caseras.

La evaluación y dosificación de estos compuestos es de extrema importancia ya que son requeridos en cantidades pequeñísimas, algunos de ellos son tóxicos si son sobredosificados, otros condicionan su absorción a la presencia y cantidad de un tercero. Pero todos se deben encontrar perfectamente mezclados en la ración si se quiere realmente satisfacer el fin para el cual fueron preparados.

La investigación sobre microingredientes es abundante y la información proporcionada se encuentra en pesos y medidas del sistema métrico decimal o del sistema inglés (avoir Dupois), lo importante, por esto, familiarizarse con ambos sistemas antes de hacer la evaluación requerida en la inclusión de nuevos avances de investigación en las fórmulas de microingredientes.

Ñ.1 Preparación de la premezcla vitamínica:

Premezcla vitamínica para cerdos

Análisis de una premezcla comercial

Indicaciones: Premezcla vitamínica para cerdos de iniciación

Cantidad: Utilizar 5 Kg. de esta premezcla por tonelada

Contenido garantizado: Cada 5 Kg. contienen:

Vitamina A	....	2200000 UI
Vitamina D	....	220000 UI
Vitamina E	....	11 gramos
Riboflavina	....	3 gramos
Niacina	....	22 gramos
Ac. Pantoténico	......	13 gramos
Colina	....	1.1 gramos
Cianocobalamina	......	22 miligramos

Para poder realizar una mezcla semejante a la aquí presentada debemos consultar los requerimientos por Kilogramo, compararlos con los requerimientos por tonelada y verificar así la premezcla; determinadas mezclas comerciales no contienen la cantidad sugerida en ciertas vitaminas, pero en estos casos las compañías comerciales asumen que las vitaminas faltantes son aportadas por los ingredientes utilizados en la mezcla.

Ñ.1.1 Evaluación de la premezcla:

NUTRIENTE	REQUERIMIENTO POR KG (NRC)	REQUERIMIENTO POR TONELADA	CANTIDAD SUMINISTRADA EN 5 KG DE PREMEZCLA CERDOS INICIACION	EVALUACION
Vit. A	2200 UI	2200000	2200000	√
Vit. D	220 UI	220000	220000	√

NUTRIENTE	REQUERIMIENTO POR KG (NRC)	REQUERIMIENTO POR TONELADA	CANTIDAD SUMINISTRADA EN 5 KG DE PREMEZCLA CERDOS INICIACION	EVALUACION
Vit. E	11 mg	11 g	11 g	√
Riboflavina	3 mg	3 g	3 g	√
Niacina	22 mg	22 g	22 g	√
Ac. Pantoténico.	13 mg	13 g	13 g	√
Colina	1100 mg	1.1 Kg	1.1 Kg	√
Cianocobalamina.	22 mcg	22 mg	22 mg	√

Si una vez revisada la fórmula comercial, se observa un faltante, se revisará la fórmula de la ración (macromezcla) y en muchos casos podrá este déficit en la premezcla ser satisfecho ampliamente por los ingredientes que integran la misma.

Para poder preparar una premezcla semejante a la comercial, se determinan los requerimientos nutricionales por tonelada de alimento para una situación determinada y se buscan fuentes de vitaminas de uso comercial, se establece su concentración y especificamos la cantidad de premezcla que deseamos utilizar.

Ñ.1.2 Para ejemplificar esto formularemos una premezcla, a utilizar 5 Kilogramos por tonelada.

REQ'S/TON	FUENTE Y CONCENTRACION	CANTIDAD DE LA FUENTE
Vit. A 2200000 UI.	"Vit A 20" (20,000 UI/g)	0.110 Kg.
Vit. D 220000 UI.	"Vit D 50" (50,000 UI/g)	0.0044 Kg.
Vit. E 11 g	"Vit E 50" (50 g/Kg)	0.220 Kg.

REQ'S/TON		FUENTE Y CONCENTRACION	CANTIDAD DE LA FUENTE
Vit. B2	3 g	"Ribo 100" (100 g/Kg)	0.030 Kg
Niacina	22 g	"PP 500" (500 g/Kg)	0.044 Kg
Ac. pan tetenico	13 g	"Panto 100"(100 g/Kg)	0.130 Kg
Colina	1100 g	"Colina 75"(750 g/Kg)	1.467 Kg
Vit. B12	22 mg	"Cobal 50" (50 mg/Kg)	0.440
Vehículo		Aceite de trigo	2.555
TOTAL			5.0 Kg.

Ñ.2 Preparación de premezclas de micro minerales con sal

Para poder realizar estas premezclas se debe establecer los niveles requeridos por tonelada de alimento, fijar la o antidad deseada de premezcla por tonelada de alimento, evaluar las fuentes de micro minerales y obtener la concentración en porcentaje del ingrediente deseado, comparando el peso atómico del ingrediente con el peso molecular del compuesto que lo contiene y finalmente establecer las cantidades de cada fuente de ingrediente a utilizar, sumar los ingredientes, restarlos de la cantidad programada y el restante se adiciona de sal.

Ñ.2.1 Ejemplo, formular una premezcla de sal con minerales trasa * para cerdos, usando 5 Kg/ton. de alimento.

Niveles deseados por tonelada de alimento	Fuentes de micro minerales y concentración	Cantidad de cada fuente para añadir en 5 Kg de premezcla *
Cu 6 g/ton.	Sulfato de cobre marca "A" $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ (25.45%)	0.02358 Kg
Fe 100g/ton.	Sulfato ferroso marca "B" $FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$ (20.09%)	0.49776 Kg
I 0.2g/ton.	Yoduro de potasio marca "C" KI 95 % (72.62%)	0.00027 Kg
Mn 20g/ton.	Sulfato de manganeso marca "D" $MnSO_4$ 80% (29.1%)	0.06873 Kg
Zn 100g/ton.	Oxido de zinc marca "E" ZnO 95% (76.32%)	0.131027Kg
Sal fina	c.b.p. 5 Kg	4.278633Kg
TOTAL	———————	5.00000 Kg

* Resultado mezcla final.

Ñ.2.2 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Peso atómico

Cu	63.54	1 Cu	63.54
S	32.064	1 S	32.064
O	15.9994	9 O	143.9946
H	1.00797	10 H	10.0797
		Peso molecular	249.6783

$$\frac{63.54}{249.6783} \times 100 = 25.45\ \%\text{ de Cu puro}$$

$$\frac{6}{.2545} \times 23.58\text{ g de } CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

Ñ.2.3 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

Peso atómico

Fe	55.85	1 Fe	55.85
S	32.064	1 S	32.064
O	15.9994	11 O	175.9934
H	1.00797	14 H	14.1116
		Peso molecular	278.0190

$$\frac{54.94}{278.019} \times 100 = 20.09\ \%$$

$$\frac{100}{.2009} = 497.76\text{ g}$$

Ñ.2.4 KI : Peso atómico

K	39.102	1	K	39.102
I	126.90	1	I	126.90
		Peso molecular.		166.002

$$\frac{126.90}{166.002} X\ 100 = 76.44\% \ X\ .95 = 72.62\%$$

$$\frac{0.2}{0.7262} = .275 \text{ g}$$

Ñ.2.5 MnSO al 80% Peso atómico

Mn	54.94	1	Mn	54.94
S	32.064	1	S	32.064
O	15.9994	4	O	63.9976
		Peso Molecular		151.0016

$$\frac{54.94}{151.0016} X\ 100 = 36.38\% \ X\ .80 = 29.1\ \%$$

$$\frac{20}{291} = 68.73 \text{ g}$$

Ñ.2.6 ZnO al 95 % Peso atómico

Zn	65.37	1	Zn	65.37
O	15.9994	1	O	35.9994
				81.3694

$$\frac{65.37}{81.3694} X\ 100 = 80.34\% \ X\ .95 = 76.32\ \%$$

$$\frac{100}{.7632} = 131.027$$

* El resultado se encuentra en el cuadro inicial de este problema.

X.3 **Formulación de una mezcla de vitamina A y antibiótico**

Utilizar 5 kilogramos por tonelada para una dieta integral de finalización de ganado de engorda, la cual debe proporcionar 2222 U.I. de vitamina A por kilogramo y 11 mg de terramicina; para esta premezcla nosotros necesitamos 11 g de terramicina por tonelada y 2 222000 U.I. de vitamina A.

Los antibióticos de uso comercial pueden venir con diferentes concentraciones, variando de la fuente de pureza; los antibioticos más puros resultan ser más caros que las fuentes de antibióticos diluidos.

INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACION COMERCIAL	CONCENTRACION PREMEZCLAS TIPICAS USADAS
Vitaminas liposolubles:		
Acetato de vitamina A.	325000,500000,600000 U.I.	30000 U.I./g
Palmitato de vitana A.	325000 U.I./g	325000 U.I./g
Antibióticos:		
Terramicina	22110 g/Kg	22110 g/Kg
Aureomicina	23112 g/Kg	23112 g/Kg
Neoterramicina	44 g/Kg	44 g/Kg
Bacitracina	85 g /Kg	85 g/Kg
Eritromicina	100 g /Kg	100 g/Kg
Penicilina	290 g /Kg	290 g/Kg
Rumencin (monensin sódica)	60.180 g /Kg	60.180 g/Kg
Fosfato de tilosina	25 g/Kg	25 g/Kg

Para nuestra premezcla utilizaremos un producto específico que contiene 110 g de antibiótico por kilogramo y utilizaremos una fuente de vitamina A que contenga 620000 U.I./g; consecuentemente para la premezcla se requiere utilizar los ingredientes que a continuación se - muestran :

INGREDIENTE	REQUERIMIENTO POR Kg.	REQUERIMIENTO POR TONELADA	FUENTE Y CONCENTRACION	CANTIDAD DE LA FUENTE Kg
Vitamina A	2222 U.I.	2222000 U.I.	Palmitato vit.A	.007
Terramicina	11 mg	11 g	Terramicina C 22 g/Kg	0.5
Vehículo	———	———	Aceite de trigo	4.493
TOTAL	———	———	———	5 Kg

O. FACTOR COSTO EN LA FORMULACION DE DIETAS

En las fórmulas presentadas con anterioridad, el factor costo no ha sido considerado. Sin embargo en el curso normal de la formulación de dietas, el costo de los ingredientes utilizados es un factor muy importante, el cual debe de ser considerado uno de los factores prioritarios al formular dietas para ganado y solo en pocas ocasiones (animales de espectáculo, de compañía y ornato) los costos de la alimentación no resultan ser un factor prioritario.

Existen diferentes maneras en las cuales el costo del alimento puede utilizarse para formular raciones menos caras. En algunas situaciones existe una lista pequeña de alimentos a utilizar y la selección se hace a partir del ingrediente que resulta ser más económico por unidad de energía o proteína sin ningún problema.

O.1 Ejemplo :

Se nos muestra una lista de diferentes alimentos a utilizar para formular una dieta para cabras.

Si los alimentos son mostrados en base húmeda se deberá determinar el contenido de materia seca y a partir de esto se calculará el costo por nutriente en base seca; revisemos la lista presentada:

Alimento	$ B.H/Kg	M.S.		P.C.		T.N.D.	
		%	$ Kg.	% M.S.	$ Kg.	% M.S.	$ Kg.
H. alfalfa	14	89	15.73	17	092.53	56	28.09
H. avena	13	89	14.60	11	132.72	57	25.61
Grano avena	21	89	23.60	13	161.64	85	24.70
Maíz	18	89	20.22	10	180.00	89	20.22
Trigo	17	90	18.90	14	121.42	81	20.98
Melasa	2.70	75	03.60	03	120.00	62	05.80
H. ajonjoli	29	91	31.87	40	079.67	75	42.49
P. soya	32	90	35.56	52	068.38	81	43.90
Urea	28	99	28.28	281	010.06	—	—

Una vez obtenidos estos resultados, se podrá asumir un concepto mas claro del verdadero valor del alimento a utilizar. Sin embargo hay que tener en cuenta que algunos ingredientes resultan ser económicos por el costo de Kg. de P.C. y/o Kg. de T.N.D., pero en la práctica estos alimentos presentan algunos productos tóxicos, altas concentraciones de fibra cruda, son poco apetecibles por el ganado o presenten otras características que no permiten una utilización integral de estos ingredientes por lo cual el nutriólogo se vera en la necesidad de asumir en base a su experiencia el porcentaje más adecuado de estos ingredientes a utilizar.

P. CALCULADORAS PROGRAMABLES Y COMPUTACION APLICADAS EN LA FORMULACION DE RACIONES PARA GANADO

Desde la aparición del hombre sobre la tierra, se ha tenido la necesidad de realizar diversos tipos de cálculos, lo que propició la invención de procedimientos e instrumentos. Hoy en día, los instrumentos de cálculo poseen un alto grado de sofisticación, gracias al empleo de las técnicas electrónicas, las cuales permiten que dichos instrumentos también posean una gran rapidez y precisión. La aplicación de instrumentos como la computadora digital abarca casi todos los campos de la actividad humana, ya sean estos científicos, tecnológicos, administrativos o sociales.

En la Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha llegado a ser una herramienta útil en la solución de problemas relacionados a esta área por consiguiente el estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia debe adquirir este conocimiento con el objeto de que en el futuro, su labor como profesionista sea más fructífera.

Evolución de los instrumentos de cálculo y de las computadoras :

Las primeras operaciones aritméticas que el hombre realizó, tales como adiciones y sustracciones sencillas, pudieron llevarse a cabo con la ayuda de piedrecillas, varas y sus dedos, aumentando o disminuyendo el número de piedras, varas o dedos desplazados o marcados. Sin embargo, cuando las cantidades aumentaron, el hombre empezó a buscar nuevas técnicas.

El Abaco

Este instrumento fue inventado en China alrededor del año 2600 A. de C. El ábaco agrupa varias hileras de cuentas que se deslizan en alambres montados en un marco rectangular. El marco está dividido por un elemento transversal de manera que cada hilera tiene un sector con dos cuentas y otro con cinco cuentas, pudiendo llevarse a cabo operaciones de adición, sustracción, multiplicación y división.

Tabla de Logaritmos

Fueron desarrolladas hasta 1614 por un escocés de nombre John Napier; las tablas de logaritmos son un sistema tabular de números con los que es posible simplificar muchos cálculos aritméticos.

Regla de Cálculo

Fué inventada en 1632 por un matemático inglés llamado William Oughtred. La regla de cálculo consiste en dos reglillas móviles, cada una está marcada de tal forma que las distancias desde el principio son proporcionales a los logaritmos de los números marcados en la reglilla. Al deslizarlas se pueden efectuar rápidamente operaciones de multiplicación y división.

Máquina de Pascal

En 1642, Blaise Pascal, matemático francés construyó la primera máquina de sumar mecánica. En esta máquina, los números del 0 al 9 estaban colocados en unas ruedas giratorias. Estas ruedas representaban unidades, decenas y centenas. Las subsiguientes divisiones estaban situadas una al lado de otra de modo semejante a las varillas del ábaco. Cuando una suma era realizada en alguna columna, esta rueda giraba por cada uno de los números que tenían que sumarse. El resultado se observaba en casillas colocadas sobre cada rueda de la máquina.

Máquina de Jacquard

En 1801 Joseph Marie Jacquard construyó la primera máquina de tarjetas perforadas, diseñada por él para tejer difíciles diseños de telas. Las perforaciones de la tarjeta proporcionaban las instrucciones que controlaban la selección de hilo y la ejecución de los diseños.

Charles Babbage

Charles Babbage era profesor de matemáticas de la Universidad de Cambridge y en el año de 1812 empezó a trabajar en la construcción de una máquina que permitiría calcular tablas matemáticas, a la cual llamó máquina de diferencias. Después de casi 10 años de trabajar en esta máquina se interesó en un proyecto mucho más ambicioso, la máquina analítica. Esta máquina incluiría una unidad de almacenamiento de memoria que guardaría los datos en forma de perforaciones de tarjetas además tendría una unidad aritmética en donde se efectuarían las operaciones fundamentales matemáticas y una unidad de control cuya finalidad sería de dirigir las operaciones. Posiblemente se adelantó a su época puesto que muchos de los mecanismos planteados por Babbage no fueron resueltos sino después de muchos años.

Herman Hollerith

En América 20 años después de la muerte de Babbage hay un gran adelanto, se trata de la invención de las máquinas calculadoras de tarjetas perforadas de Herman Hollerith, estadístico de la oficina del censo en los Estados Unidos. El se dió cuenta que para la mayoría de las preguntas que se planteaban en el censo, las respuestas eran si o no, lo cual podía ser representado en una tarjeta como la presencia o ausencia de una perforación en dicha tarjeta. Así mismo, que una cantidad numérica se podría representar a través de la posición que ocupase la perforación en cada columna de la tarjeta.

La primera Computadora Electromecánica y las primeras Computadoras Electrónicas.

Fué hasta el año de 1937, cuando el profesor Howard Aiken de la Universidad de Harvard pensó utilizar los principios de Babbage y de Hollerith para construir un mecanismo automático de cálculo. En mayo de 1944 y con la corporación IBM se construyó una calculadora automática y de control de secuencias llamada Mark I. Esta era una máquina electromecánica formada de partes de equipo IBM, utilizaba relevadores y estaba controlada por una cinta de papel perforado.

La Mark I dió comienzo a nuevas máquinas electromecánicas, como la Mark II, diseñada para los campos de tiro de la marina de los

Estados Unidos.

Con la segunda guerra mundial la tecnología aumentó notablemente, pero como las máquinas eran dispositivos electromecánicos con relevadores o ruedas contadoras, su efectividad estaba restringida por la lentitud y las dificultades mecánicas de operación. Estos problemas se superaron con el siguiente desarrollo importante en la historia de las técnicas de procesamiento de datos.

La primera máquina que utilizó tubos electrónicos al vacío para calcular fue la ENIAC, (Electronic Numerical Integrator and Calculator) desarrollada entre 1942 y 1946 en la Universidad de Pennsylvania por John W. Mauchly, J. Presper Eckert. La ENIAC podía completar en un día aquellos procesos que requerían 30 días en las computadoras electromecánicas. La computadora ENIAC era una máquina que usaba 20 acumuladores para almacenar datos, cada uno podía manejar 10 dígitos. Cada dos tubos representaba un dígito binario, la entrada y salida de información se realizaba por medio de tarjetas perforadas.

UNIVAC (Universal Automatic Computer) fabricada y diseñada por Sperry Rand Corporation se considera el primer paso hacia el procesamiento de datos completamente automático. Fue una de las primeras máquinas que utilizaron la cinta magnética como mecanismo de entrada y salida de información.

En los años cincuenta se introdujo el tambor magnético, el cual era un nuevo dispositivo para almacenar información aumentando la capa cidad de memoria de las computadoras, la primera máquina construída - con este equipo fue SEC (Simple Electronic Computer) desarrollada en - Londres.

Clasificación y componentes de una computadora.

Las computadoras se clasifican básicamente en digitales y analógicas. Las digitales implican que, dentro de las computadoras, la - información se representa por una serie de caracteres como sucede en - una calculadora de escritorio o sumadora, donde los números se representan por dígitos. En las analógicas los números se representan o corresponden a cantidades físicas de variación contínua, como es el caso del termostato, en el que los contactos se desplazan de una manera contínua según la variación de la temperatura. Otro ejemplo sencillo es - la regla de cálculo en donde las cantidades se representan por distancias.

El término de computadora electrónica indica que las operaciones de la máquina son a base de circuitos electrónicos y no por sistemas mecánicos de engranes. Entonces se obtiene una gran velocidad en - las operaciones internas, efectuándose la operación se suma por ejemplo, en el orden de micro o nanosegundos, es decir, de millonésimas o mil millonésimas partes de un segundo, respectivamente.

En general, las computadoras digitales se pueden considerar - divididas en las partes que se presentan a continuación:

La entrada es para introducir información a la computadora y puede ser por tarjetas perforadas, cinta de papel, cinta magnética o por lectora óptica.

La salida es para transmitir información de la computadora al operador y puede ser por tarjetas perforadas, cinta de papel, cinta magnética, impresora, diagramas, pantalla tipo televisión de tubo de rayos catódicos o disco magnético.

La memoria es el dispositivo para almacenar información interna que consiste en las instrucciones del programa y los datos sobre los que se ejecutan las instrucciones. Lo usual es que la memoria sea un arreglo de núcleos magnéticos y/o memoria a base de circuitos integrados de pequeñas dimensiones; actualmente se disponen de las denominadas memorias monolíticas y virtuales. Existen dispositivos auxiliares de almacenamiento como discos y cintas magnéticas.

La unidad de procesamiento realiza todas las operaciones aritméticas y lógicas. En las operaciones aritméticas su función es semejante a los registros de una sumadora y en las operaciones lógicas se prueba el signo de un número o se comparan dos números.

La unidad de control tiene el papel de supervisor para toda la máquina. Arregla las instrucciones en la sucesión adecuada y controla que las componentes apropiadas de la máquina realicen las operaciones que especifican las instrucciones. Para máquinas semiautomáticas el control es externo.

Las unidades de procesamiento y control constituyen lo que se denomina la Unidad Central de Proceso.

Solución de problemas

En el proceso de solución de un problema por medio de una computadora se requieren los pasos siguientes:

a) Especificación del problema. Con esto se indica que se debe identificar perfectamente el problema y sus limitaciones, las variables que intervienen y los resultados deseados.

b) Análisis. Es la formulación de la solución del problema, denominada también algoritmo, de manera que se tenga una serie de pasos aritméticos que resuelvan el problema y que sean susceptibles de ejecutarse con la computadora.

c) Programación. Este paso consiste en traducir el método de análisis o algoritmo de solución, expresándolo como una serie detallada de operaciones.

La programación se considera dividida en dos partes: en la primera la sucesión de operaciones se presenta en forma gráfica en un diagrama de bloques o diagrama de flujo, que permite dar una idea gráfica precisa de lo que se desea hacer y en la segunda parte, que se denomina codificación, el diagrama anterior se traduce a un lenguaje de programación accesible a la máquina.

d) Verificación. Es la prueba exhaustiva del programa para eliminar todos los errores que tenga, de manera que efectúe lo que se desea.

e) Documentación. Consiste en preparar un instructivo del programa, de manera que cualquier otra persona pueda conocer y utilizar el programa.

f) Producción. Es la última etapa en la que solo se proporcionan datos de entrada del programa, obteniéndose las soluciones correspondientes.

Concepto de algoritmo

Un algoritmo es un conjunto de acciones que determinan la secuencia de los pasos a seguir para resolver un problema específico.

Por las características del problema específico que se plantea es posible distinguir dos tipos de algoritmo:

a) Algoritmo numérico

b) Algoritmo no numérico

Construcción de algoritmos

Algoritmos no numéricos. En algunas de nuestras actividades diarias, desarrollamos labores que requieren necesariamente se realicen siguiendo una secuencia de pasos bien definidos y reglamentados, lo cual cumple con las características de algoritmo.

Ejemplo: Consideremos que se trata de trasladarse de la casa a la escuela, en autobús, suponiendo que éste pasa cerca de la casa y escuela.

Descripción de los pasos a seguir:

1. Verificar que se dispone del dinero suficiente para el -

transporte o no se hará el viaje.

2. Llegar al lugar donde pasan los autobuses.

3. Si es el autobús indicado abordarlo, si no es así continuar esperando que pase.

4. Pagar el pasaje, recogiendo el comprobante y conservarlo.

5. Si hay asientos vacíos ocupar alguno, si no viajar de pie.

6. Si está próximo el lugar de destino, aproximarse a la salida y tocar el timbre, en caso contrario, continuar el viaje.

7. Una vez detenido el autobús, bajarse y caminar hacia la escuela.

Algoritmos numéricos. Son aquellos que están orientados hacia problemas de Ingeniería, científicos, étc., y en general en los que se vean involucrados cálculos matemáticos.

Ejemplo: Algoritmo de Euclides. Dados dos números naturales "a" y "b" encontrar su máximo común divisor.

Establezcamos el siguiente procedimiento por pasos, para resolver este sencillo problema.

1. Comparar los dos números del problema, "a" y "b".

2. Si los números observados son iguales, cada uno de ellos es el resultado buscado y el proceso termina escribiendo el resultado.

3. Si el número "a" es mayor que el número "b" continuar en el paso quinto.

4. Intercambiar los valores de "a" y "b" de tal manera que "a"

tenga el valor de "b" y consecuentemente "b" el de "a".

5. Restar el número "b" del número "a" asignando como nuevo valor de "a" el resultado de la resta y regresar al paso primero.

Concepto de secuencia

Entendemos por secuencia la ejecución o realización de pasos o acciones en el desarrollo de un algoritmo, siguiendo el orden establecido.

Concepto de programa

Se le llama programa a la serie de instrucciones escritas en alguno de los lenguajes disponibles en la instalación de cómputo, por medio de las cuales se logra que la computadora realice todas las operaciones o decisiones señaladas en dichas instrucciones.

Podemos distinguir dos tipos de programa:

Programa fuente: Generalmente recibe el nombre de programa fuente el conjunto de instrucciones escritas en algún lenguaje de computadora, las cuales han sido perforadas o transcritas para ser interpretadas por algún dispositivo de lectura de la computadora.

Programa objeto: Recibe este nombre el conjunto de instrucciones que componen un programa fuente y que han sido traducidas al lenguaje de máquina por medio del compilador correspondiente.

Diagrama de bloque y de flujo y simbología

Diagrama de bloque

Se denomina así, ya que enuncia operaciones que pueden ser más detalladas.

Diagrama de flujo

Se define como la representación gráfica que busca una traducción directa al lenguaje de programación de la máquina (representación gráfica de un algoritmo).

El diagrama de bloque es útil en cuanto a la concepción global de un problema del cual puede derivarse el diagrama de flujo, que permite la codificación de instrucciones que la computadora puede ejecutar.

Hasta ahora no existen reglas o estándares que indiquen claramente la interpretación o uso que deba darse a todas las figuras geométricas que usualmente se utilizan para la elaboración de estos diagramas.

Sin embargo, las figuras geométricas más comunmente utilizadas así como su interpretación son las que a continuación se indican:

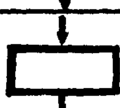
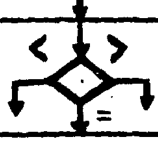
FIGURA	SIGNIFICADO
	Principio del programa
	Operación algebraica
	Decisión numérica

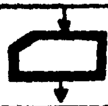
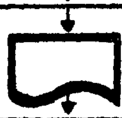
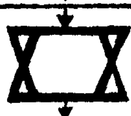
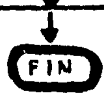
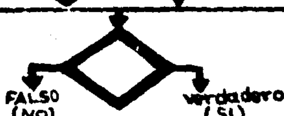
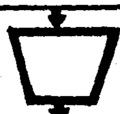
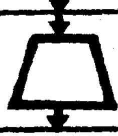
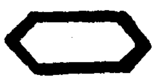
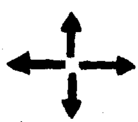
FIGURA	SIGNIFICADO
	Lectura de datos por tarjeta
	Resultados por impresora de líneas
	Entrada y salida inmediata de información
	Operación repetitiva o cíclica
	Fin del diagrama
	Conector
	Conector de cambio de página
	Decisión lógica
	Entrada de información por cualquier medio
	Salida de información por cualquier medio

FIGURA	SIGNIFICADO
	Entrada o salida de datos de una cinta magnética
	Entrada o salida de datos de un disco magnético
	Transmisión de información a través de un teletipo
	Terminal de video
	Indica el inicio y el fin de un proceso iterativo
	Las flechas se utilizan para indicar la dirección del flujo del proceso

Para ilustrar el diagrama de bloque y de flujo, pondremos a continuación otro ejemplo sencillo:

Calcular: $y = 2x + 3$ si $x > 2$

$y = 4x - 2$ si $x \leq 2$

El procedimiento a seguir lo podemos indicar mediante los siguientes pasos:

1. Conocer el valor de la variable x.

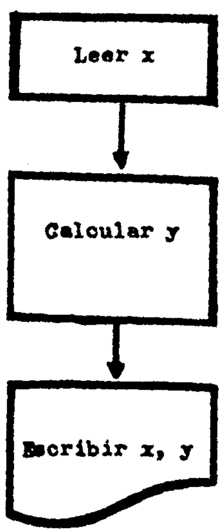
2. Comparar el valor de la variable x contra la constante 2.

3. Si el valor de la variable x resulta ser mayor que la constante 2, calcular $y = 2x + 3$ y pasar al inciso 4, en caso contrario: calcular: $y = 4x - 2$ continuar.

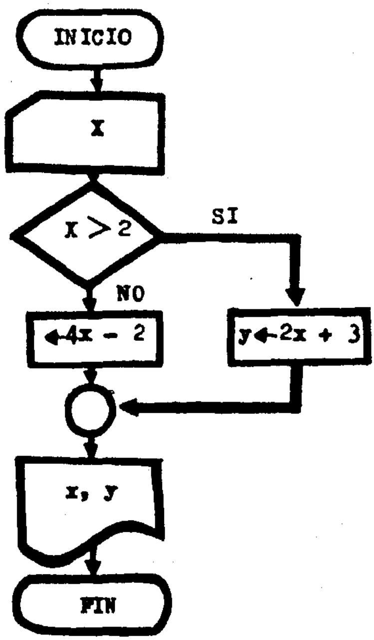
4. Escribir el valor de x así como el de y.

5. Terminar.

Al hacer la representación como diagrama de bloque, se tiene:



Si elaboramos el diagrama de flujo tenemos:



Podemos señalar como ventajas al utilizar un diagrama de flujo las siguientes:

a) Permite en forma gráfica planear las operaciones y/o decisiones de un programa antes de escribirlo.

b) Representa ayuda visual para observar las correlaciones que se presentan entre operaciones o decisiones de un programa.

c) Facilita la interpretación.

d) Ayuda a la comunicación entre programadores.

e) Forma parte de la documentación de un programa.

f) Es independiente del lenguaje de programación a emplear.

Lenguajes de programación

El cómo hacer que una computadora lleve a cabo la tarea que - deseamos, se logra mediante una serie de instrucciones que obedecen - ciertas reglas y métodos utilizando por llamarle de alguna manera, un vocabulario propio.

De acuerdo al problema que se tenga (científico, técnico, administrativo) se empleará el lenguaje más apropiado.

El programa se debe realizar de acuerdo a las reglas del lenguaje para poder transmitir a la computadora las instrucciones que debe realizar exactamente, este conjunto de instrucciones alimentan a la computadora por su unidad de entrada, las cuales son traducidas por el compilador al lenguaje de máquina. Esto trae como consecuencia que para cada lenguaje diferente, debe haber un traductor o compilador que - transforme nuestras instrucciones al lenguaje de máquina.

El compilador es un programa suministrado generalmente por el fabricante del equipo de cómputo.

El decidir qué lenguaje de programación es conveniente utilizar depende de algunos factores tales como características del problema a resolver, memoria disponible de la computadora en que se va a - procesar, compiladores o traductores de que dispone dicha máquina, Eto.

Los lenguajes de programación han experimentado un gran progreso. El lenguaje más elemental es el llamado lenguaje de máquina o lenguaje absoluto. En general, en una instrucción de máquina se especifican dos elementos: la operación y el operando. En el lenguaje absoluto la operación se indica según un código numérico que se asigna al diseñar la computadora. Por ejemplo, el número 32 puede indicar la operación de suma. El segundo elemento, o sea el operando, se identifica por su dirección, que especifica la posición del elemento en la memoria de la máquina. Al escribir por ejemplo 32 0600 se indica que se sume el contenido de la posición número 0600 de memoria al contenido actual del acumulador. El lenguaje de máquina son las instrucciones que la máquina puede interpretar directamente, utilizándose códigos numéricos para las operaciones y las direcciones de las posiciones en memoria donde están almacenados los operandos. Sin embargo, los lenguajes absolutos son diferentes para distintos modelos de computadoras y por esta razón no es frecuente el uso del lenguaje de máquina.

A continuación se tienen los lenguajes simbólicos, en los cuales las operaciones se indican en forma abreviada, por ejemplo, ADD para suma y DIV para división. Además, se pueden designar direcciones simbólicas arbitrarias de posiciones en memoria que contienen operandos o instrucciones. Un programa escrito en lenguaje simbólico no es aceptado directamente por la máquina, pero existe un programa de ensamble que traduce el lenguaje simbólico a lenguaje de máquina, que la -

computadora ejecuta directamente.

Se tienen después los lenguajes algebraicos o de procedimiento que permiten la especificación de operaciones en unidades de procesamiento denominadas proposiciones. Ejemplos de estos lenguajes son: FORTRAN, ALGOL, PASCAL, BASIC, COBOL, AUTOCOMM, étc. Los cuatro primeros están orientados a problemas técnicos y científicos y los dos últimos a problemas administrativos.

La traducción de cada uno de estos lenguajes al lenguaje de máquina se efectúa por medio de un programa llamado compilador.

La programación se facilita mucho con los lenguajes de procedimiento. Por ejemplo, en varios de estos lenguajes se puede escribir la proposición: A = B + C . Esta proposición ocasiona que la máquina localice en memoria los elementos que identifique con B y C, sumando sus contenidos y guardando el resultado en el elemento identificado con A. La posición en memoria de los elementos A, B y C es proporcionada automáticamente por la máquina.

Por último, existen los lenguajes orientados a problemas específicos o superlenguajes. En éstos la descripción de un problema se asemeja mucho a la terminología establecida en esa materia. De esta forma el problema se describe a la computadora básicamente en los mismos términos en que se le describirá a una persona conocedora de ese tema.

Se puede utilizar un lenguaje de procedimiento para efectuar la conversión de la descripción del problema hecha en el lenguaje orientado. Ejemplos de estos superlenguajes son: COGO, GROPE, STRESS, ICES y ARCHIVO. El primero se aplica en topografía, el segundo para problemas de optimización, los dos siguientes en problemas de ingeniería civil y el último en problemas administrativos.

Ejecución de un programa

Para la ejecución de un programa se necesita escribir primero las proposiciones en el lenguaje de procedimiento utilizado, a partir del diagrama de flujo. Estas proposiciones se escriben en hojas especiales de codificación y posteriormente se transcriben a tarjetas, usando máquinas especiales que hacen perforaciones en éstas y que, de acuerdo a un cierto código representan los caracteres transcritos.

Un caracter es cualquier dígito del 0 al 9, cualquier letra del alfabeto o algún símbolo especial como paréntesis, signos de suma, resta, multiplicación, división, etc.

Existen varios códigos de perforación y también las tarjetas pueden cambiar de tamaño, aunque el concepto sigue siendo el mismo.

Se tiene la opción de usar máquinas especiales que se alimentan con las tarjetas perforadas y cuya finalidad es verificar que las instrucciones de la hoja codificada se han indicado con exactitud en la máquina perforadora de tarjetas.

El paquete o fajo de tarjetas perforadas que se obtiene recibe el nombre de programa fuente. El programa puede tener errores que se detectan bajo control del programa compilador y que aparecen impresos en el diagnóstico. Estos errores se corrigen y se vuelve a compilar el programa fuente hasta que no se encuentren errores. En este caso, el compilador traduce las proposiciones al lenguaje de máquina obteniéndose el llamado programa objeto. Inmediatamente después, la computadora, bajo control del programa objeto, lee los datos del programa y ejecuta las instrucciones con dichos datos, obteniendo los resultados correspondientes.

El programa objeto se puede perforar en tarjetas o cinta de papel, o puede almacenarse en cintas o discos magnéticos y en lo sucesivo no será necesario compilarlo sino proceder directamente a su ejecución. Para ello se utiliza un programa llamado cargador, que lee el programa objeto y lo almacena en memoria. Al terminar esta lectura el control se transfiere a la primera instrucción y la computadora estará bajo el control del programa objeto.

Programación de calculadoras de bolsillo

Existen en el mercado dos tipos de calculadoras cuyo modo de operación difiere una de otra. El primero utiliza el sistema normal o estándar y el segundo el sistema conocido como notación polaca. Cada calculadora en particular cuenta con muchas ventajas que las hacen muy versátiles.

Para conocer esas ventajas, así como para aclarar cualquier duda que pueda surgir, es necesario consultar el o los manuales que siem pre acompañan a las calculadoras.

En general todos los manuales presentan una introducción que es indispensable leer antes de referirse a alguna sección en particular.

Sistema normal

En el sistema normal existen los siguientes grupos de teclas;

- Numerales (0 - 9)
- Operacionales (+, -, x, ÷)
- Igual (=)
- Funciones de un solo número (seno, coseno, logaritmo, exponencial, cambio de signo, étc.)
- Funciones de dos números (Y^x, $^x Y$, étc.)
- Manejo de memoria (almacenamiento, recuperación, aritmética, borrado)
- Especiales para programación (variable de acuerdo a la marca y modelo de la máquina)
- De borrado (de la pantalla, general, étc.)
- Control de la pantalla (FIX, ENG, FE, étc.)

Muchas calculadoras cuentan con una o dos teclas cuyo objeto es duplicar o triplicar las funciones del resto de las teclas.

En la mayoría de las máquinas se pueden hacer operaciones en cadena, en ese caso solo es necesario oprimir la tecla igual al final de la serie de operaciones.

Si se desea evaluar expresiones que contengan paréntesis es necesario calcular primero la expresión entre paréntesis y posteriormente las exteriores; algunas máquinas cuentan con teclas de paréntesis, en cuyo caso las expresiones pueden ser evaluadas tal como están escritas.

Algunas máquinas contienen sistemas que imponen jerarquías a las operaciones, de manera que, en expresiones de dos o más operaciones, se efectúan primero las de mayor jerarquía sin importar el orden en que fueron tecleadas. Esta jerarquía generalmente realiza primero multiplicaciones y divisiones y después sumas y restas.

Sistema de notación polaca (inversa)

Los grupos de teclas generalmente son los mismos que en el sistema estándar, con la excepción de la tecla igual, la cual es sustituida por la tecla ENTER (o SAVE simplemente en algunos casos); sin embargo el sistema operacional en sí, es muy diferente y requiere de un poco de estudio para su comprensión y total aprovechamiento.

Estas máquinas cuentan con una escala numérica, usualmente de cuatro registros llamados, de abajo hacia arriba, X, Y, Z, T. Estos registros pueden guardar un número cada uno.

Cuando un número se teclea, éste es automáticamente colocado en el registro X.

La tecla ENTER sirve para hacer subir a los números por la escala numérica. Cada vez que es oprimido el número en el registro Z es colocado en el T, el del registro Y es colocado en Z y el del registro X es copiado en Y. Si al momento de oprimir la tecla ENTER existe un - número en el registro T, éste desaparece.

Para efectuar operaciones aritméticas con dos números es necesario que el primero se encuentre en el registro Y y el segundo en el X.

Cuando un nuevo número es tecleado inmediatamente después de - una operación, automáticamente se realiza la función ENTER sin necesidad de oprimir la tecla, facilitando las operaciones en cadena.

Las funciones de un solo número se realizan igual que en las - calculadoras de tipo estándar: se teclea el número y se oprime la tecla de la función. Para las funciones de dos números es necesario seguir el siguiente proceso: se teclea el primer número (Y), se oprime - ENTER, se teclea el segundo número (X) y se oprime la tecla de la función.

Uso de memorias

En muchas ocasiones, al resolver un problema, es necesario calcular resultados parciales que se utilizan en una etapa posterior de - la resolución. Es muy conveniente que la calculadora tenga uno o más - registros en donde se puedan almacenar los resultados parciales para - su utilización posterior. Las calculadoras con dichos registros se denominan "con memoria".

Las calculadoras con memoria disponen de teclas especiales para el manejo de las mismas: dos de ellas siempre deben existir, para almacenar y para recuperar. Para almacenar un número en alguna de las memorias, éste debe estar en pantalla, ya sea como resultado de alguna operación o tecleado directamente, después se debe oprimir la tecla de almacenamiento (generalmente STO), si la calculadora tiene más de un - registro de memoria es necesario indicarle en cual de ellos deseamos - almacenar la información, tecleando el número de dicho registro.

Para recuperar el número almacenado en algún registro se debe oprimir la tecla de recuperación (generalmente RCL) y el número del registro en caso de existir más de uno.

Elaboración y almacenamiento de programas

Algunas veces se presentan problemas para los cuales es necesario realizar una misma secuencia de instrucciones manejando diferentes grupos de datos, sería conveniente que una calculadora recordara - dicha secuencia de manera que sea posible utilizarla cambiando únicamente los grupos de datos.

Esta es precisamente la característica que hace distintas a - las calculadoras programables de aquéllas que no lo son.

Las calculadoras programables cuentan, para cumplir su función con un grupo de teclas especiales; de éstas las más importantes son:

- La tecla que sirve para indicar a la computadora que empieza o termina la secuencia de pasos de nuestro programa (LRN, switch - PRGM/RUN, etc.)

- La tecla para ejecutar o detener la ejecución de los pasos del programa (R/S).

- La tecla para colocar la calculadora al principio de la memoria del programa (RST, RTN, étc.)

Para programar y ejecutar un programa simple es necesario hacer lo siguiente:

a) Colocar la calculadora en el modo que le permite registrar los pasos del programa.

b) Teclear la secuencia de pasos para resolver el problema, tal como se haría manualmente; el último paso debe ser, generalmente R/S (RUN/STOP) para detener la ejecución del programa.

c) Salir del modo de programación.

d) Colocar la calculadora al principio de memoria del programa.

e) Si el programa requiere un dato, teclearlo.

f) Oprimir R/S para empezar la ejecución de los pasos del programa.

Programas de biblioteca

Algunas calculadoras programables cuentan con módulos o tarjetas magnéticas programadas, conteniendo programas de interés general.

El objetivo de éstos es ahorrar trabajo al usuario de la calculadora, proporcionándole la solución a problemas comunes. Es necesario consultar el manual, para saber cuales son los programas de biblioteca con que cuenta una calculadora determinada y el modo de utilizarlos.

P.1 FORMULACION DE RACIONES PARA GANADO POR MINICOMPUTADORA TEXAS INSTRUMENTS 58 Y 59

Es necesario mencionar que algunas calculadoras ademas de poder ser programadas, cuentan con módulos especializados en diversas areas tales como : Nutrición, Ing. Agrícola, Genética, Inmunología, etc. como es el caso de estas minicomputadoras, estos módulos cuentan con series de programas denominados paquetes de biblioteca.

P.1.1 Módulo Base (Master Library), este módulo cuenta con 25 programas de funciónes matemáticas generales, de los cuales utilizaremos el programa 02 de ecuaciones simultaneas por el método de determinantes. A continuación mostraremos un ejemplo con este programa:

P.1.2 Formular una ración para cerdos en etapa de iniciación, con 16 % de P.C., 3150 Kcal de E.M., .40 de metionina, y .50 de calcio.

P.1.3 Se cuenta con los siguientes ingredientes :

INGREDIENTE	P.C. %	E.M. Kcal.	METIONINA%	CALCIO %
X) Sorgo	12.2	3300	0.18	0.03
Y) Harinolina	41.0	2900	1.50	0.36
Z) H. de pescado	67.0	2882	1.00	5.97
W) Maíz	10.00	3417	0.81	0.02

P.1.4 Planteamiento de las ecuaciones :

$$X + Y + Z + W = 16$$
$$X + Y + Z + W = 3150$$
$$X + Y + Z + W = .40$$
$$X + Y + Z + W = .50$$

Por lo tanto :

$$X\,12.2 + Y\,41 + Z\,67 + W\,10 = 16$$
$$X\,3300 + Y\,2900 + Z\,2882 + W\,3417 = 3150$$
$$X\,.18 + Y\,1.5 + Z\,1.0 + W\,.81 = .40$$
$$X\,.30 + Y\,.36 + Z\,5.97 + W\,.02 = .50$$

P.1.5 Se plantean las matrices "A" y "B" :

$$\text{Matriz "A"} = \begin{matrix} 12.2 & 41 & 67 & 10 \\ 3300 & 2900 & 2882 & 3417 \\ .18 & 1.5 & 1.0 & .81 \\ .03 & .36 & 5.97 & .02 \end{matrix}$$

$$\text{Matriz "B"} = \begin{matrix} 16 \\ 3150 \\ .40 \\ .50 \end{matrix}$$

P.1.6 Ya teniendo nuestras matrices, procedemos a introducir nuestros valores en el programa, como a continuación se muestra :

INSTRUCCION	OPRIMIR LAS TECLAS	APARECE EN PANTALLA
I) Selección del programa. ...	[2nd] [Pgm] 02	0
II) Se le indica el número de incognitas (necesidades) con que trabajara. ...	4 [A]	4

INSTRUCCION	OPRIMIR LAS TECLAS	APARECE EN PANTALLA
III) Orden de entrada de la matriz "A", los valores seran tecleados de izquierda a derecha por columna de arriba hacia abajo.	1 $\boxed{B}$	1
IV) Se teclean los valores de la matriz "A" oprimiendo entre dato y dato $\boxed{R/S}$.	12.2	12.2
	R/S	
	3300	3300
	R/S	
	.18	.18
	R/S	
	.30	.30
	R/S	
	41.0	41.0
	R/S	
	2900	2900
	R/S	
	1.5	1.5
	R/S	
	.36	.36
	R/S	
	"	"
	"	"
	"	"
	"	"
	.02	.02
	R/S	
V) Se calcula el determinante general.	$\boxed{C}$	396697.6342
VI) Para teclear los valores de la matriz "B".	1 $\boxed{D}$	1

INSTRUCCION	OPRIMIR LAS TECLAS		APARECE EN PANTALLA
VII) Se teclean los valores de la matriz "B", oprimiendo entre dato y dato $\boxed{R/S}$	16.0	....	16.0
	R/S		
	3150	....	3150
	R/S		
	.40	....	.40
	R/S		
	.50	....	.50
	R/S		
VIII) Para calcular valores de X, Y, Z, W.	$\boxed{CLR}$ $\boxed{E}$	....	1
IX) Para obtener los valores de X, Y, Z, W.	$\boxed{2nd}$ $\boxed{A}$	....	1
X) VALOR DE "X"	$\boxed{R/S}$	....	.6395759599
VALOR DE "Y"	$\boxed{R/S}$	....	.0166459939
VALOR DE "Z"	$\boxed{R/S}$	....	.0787852619
VALOR DE "W"	$\boxed{R/S}$	....	.2236074994

P.1.7 Comprobación: se sustituyen los valores de X, Y, Z, W, en las ecuaciones :

a) Proteína Cruda :

$$X\,12.2 + Y\,41 + Z\,67 + W\,10 = 16$$

$$(.6395759599)12.2+(.0166459939)41+(.0787852619)67+(.2236074994)10 = 16$$

$$7.802826711 + .6824857499 + 5.278612547 + 2.236074994 = 16.000$$

b) Energía Metabolizable (Kcal):

$$X\ 3300 + Y\ 2900 + Z\ 2882 + W\ 3417 = 3150$$

$$(.6395759599)3300+(.0166459939)2900+(.078785261)2882+(.2236074994)3417=$$

$$2110.600668 + 48.2733823 + 227.0591248 + 764.0668254 = 3150$$

c) Metionina :

$$X\ .18 + Y\ 1.5 + Z\ 1.0 + W\ .81 = .40$$

$$(.6395759599).18+(.0166459939)1.5+(.787852619)1.0+(.2236074994).81= .40$$

$$.1151236728 + .0249689909 + .0787852619 + .1811220745 = .40000$$

d) Calcio :

$$X\ .03 + Y\ .36 + Z\ 5.97 + W\ .02 = .50$$

$$(.6395759599).03+(.0166459939).36+(.0787852619)5.97+(.2236074994).02=$$

$$.0191872788 + .0059925578 + .4703480136 + .00447215 = .50000$$

P.1.8 Conclusiones: este programa puede ser utilizado como esta demostrado en el ejemplo anterior, pero cuenta con algunas desventajas :

1) Que en algunos problemas de balanceo de raciones por este método nos da valores negativos, valores que no pueden ser utilizados en una ración.

2) Tiene solución única.

3) Deben utilizarse el mismo número de ingredientes que necesidades y es posible utilizar un rango de 11 por 11.

P.2 PROGRAMA PARA RESOLVER EL DOBLE CUADRADO DE PEARSON POR MINICOMPUTADORA TEXAS INSTRUMENTS 58 Y 59

Este programa es recomendable teclearlo en la Texas Instruments 59 puesto que, por el número de pasos que son 476, es más factible grabarlo en las tarjetas magnéticas con las que cuenta este modelo y así evitar repetir el programa cada vez que se necesite.

Primeramente plantearemos el problema a solucionar, posteriormente el diagrama de flujo que nos indica a grandes rasgos la mecánica y desarrollo del programa y por último el programa y la forma de teclear los datos en la calculadora.

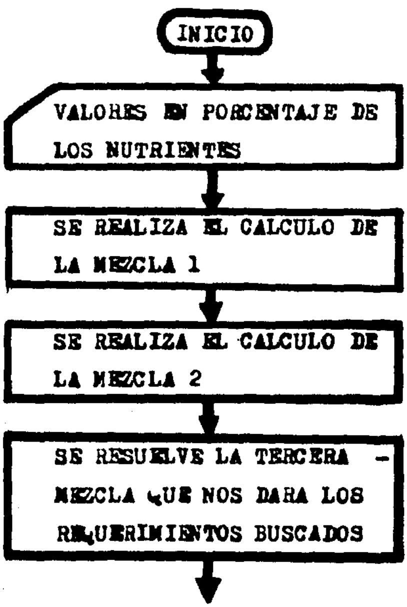
P.2.1 Se desea formular un alimento al 12 % de P.C. y 3.2 Mcal de E.D. bajo estas circunstancias se necesitará utilizar una mezcla que posea un valor igual al 12 % P.C. y mayor a 3.2 Mcal E.D., y otra mezcla que tenga un valor igual al 12 % P.C. y menor a 3.2 Mcal E.D.; una vez realizadas estas mezclas los resultados de ambas son integrados a un tercer cuadrado de Pearson, y así poder obtener el alimento deseado.

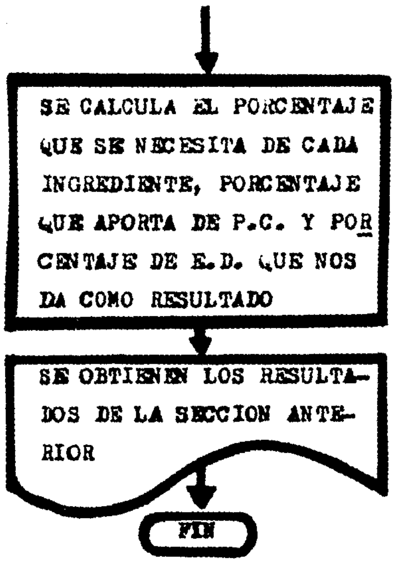
P.2.2 Se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	M.S. %	P.C. %	E.D. Mcal
H. alfalfa	90	16	2.5
Ensilaje maiz	28	8	3.08
Sorgo	89	10	3.9
Urea	100	281	0

P.2.3 Para seleccionar los ingredientes que resuelvan un alimento al 12 % P.C. y menor a 3.2 Mcal de E.D., podríamos utilizar una variedad de combinaciones para la solución, pero en este caso utilizamos la combinación entre H. alfalfa y ensilaje de maíz y posteriormente utilizaremos la combinación de ingredientes que resuelvan 12 % P.C. y que nos den una mayor cantidad de E.D., razón por la cual utilizaremos la mezcla entre sorgo y urea como posible combinación.

P.2.4 A continuación esquematizaremos el diagrama de flujo para mejor comprensión del programa:





P.2.5 Posteriormente tenemos el programa para la Texas Instruments 59 para resolver el doble cuadrado de Pearson, el cual como ya lo mencionamos antes consta de 476 pasos y son los siguientes:

PROGRAMA PARA RESOLVER EL DOBLE CUADRADO DE PEARSON EN TI 59

```
2ND CP
LRN
STO
00        PC
R/S
STO       ED
01
R/S
STO       PC Ing1
02
R/S
STO       PC Ing2
03
R/S
STO       PC Ing3
04
R/S
STO       PC Ing4
05
R/S
STO       ED Ing1
06
R/S
STO       ED Ing2
07
R/S
STO       ED Ing3
08
R/S
STO       ED Ing4
09
R/S
RCL       PC
00
STO
10
RCL       PC 1
02
STO
11
RCL       PC 2
03
STO
12
SBR
X²
RCL
15
X ⇄ t
RCL
16
2ND X = t
[√X]
GTO
[+]
2ND LB1 √X
RCL
13
÷
RCL
15
X
100
=
STO
17
2ND PAUSE
RCL
14
÷
RCL
15
X
100
=
STO
18
2ND PAUSE
+
RCL
17
=
R/S       100 %
RCL
17
X
RCL
06
÷
100
=
+
RCL
18
X
RCL
07
÷
100
=
R/S       TOTAL
STO
19
RCL
04
STO
11
RCL
05
STO
12
SBR
X²
RCL
15
X ⇄ t
RCL
16
2ND X = t
[1/X]
GTO
[+]
2ND LB1 [1/X]
RCL
13
```

```
÷
RCL
15
X
100
=
STO
20
2ND PAUSE
RCL
14
÷
RCL
15
X
100
=
STO
21
2ND PAUSE
+
RCL
20
=
R/S }     100 %
RCL
20
X
RCL
08
÷
100
=
+
RCL
21
X
RCL
09
÷
100
=
R/S
STO }     TOTAL
22
```

```
RCL
01
STO
10
RCL
19
STO
11
RCL
22
STO
12
SBR
X²
RCL
15
X ⇄ t
RCL
16
2ND X = t
[Yˣ]
GTO
[+]
2ND LBL [Yˣ]
RCL
13
÷
RCL
15
X
100
=
STO
23
2ND PAUSE
RCL
14
÷
RCL
15
X
100
=
STO
24
```

```
2ND PAUSE
+
RCL
23
=
R/S }     100 %
RCL
23
X
RCL
17
÷
100
=
R/S
STO }     % 1
17
RCL
23
X
RCL
18
÷
100
=
R/S
STO }     % 2
18
RCL
24
X
RCL
20
÷
100
=
R/S
STO }     % 3
20
RCL
24
X
RCL
21
÷
```

100
=
R/S
STO $\%_4$
21
RCL
17
+
RCL
18
+
RCL
20
+
RCL
21
=
R/S 100 %
RCL
17
X
RCL
02
÷
100
=
R/S
STO PC $\%_1$
02
RCL
18
X
RCL
03
÷
100
=
R/S
STO PC $\%_2$
03
RCL
20
X
RCL
04

÷
100
=
R/S
STO PC $\%_3$
04
RCL
21
X
RCL
05
÷
100
=
R/S
STO PC $\%_4$
05
RCL
02
+
RCL
03
+
RCL
04
+
RCL
05
=
R/S TOTAL PC
RCL
17
X
RCL
06
÷
100
=
R/S
STO ED $\%_1$
06
RCL
18
X
RCL

07
÷
100 =
R/S
STO ED $\%_2$
07
RCL
20
X
RCL
08
÷
100
=
R/S
STO ED $\%_3$
08
RCL
21
X
RCL
09
÷
100
=
R/S
STO ED $\%_4$
09
RCL
06
+
RCL
07
+
RCL
08
+
RCL
09
=
R/S Total ED
2ND LB_1 $\boxed{+}$
R/S
2ND LB_1 X^2

```
RCL
12
-
RCL
10
=
2ND |X|
STO
13
RCL
11
-
RCL
10
=
2ND |X|
STO
14
+
RCL
13
=
STO
15
RCL
11
-
RCL
12
=
2ND |X|
STO
16
INV SBR
RST
LBN
RST
```

P.2.6 Secuencia para grabar una tarjeta.

n $\boxed{\text{2ND}}$ $\boxed{\text{WRITE}}$

Donde "n" es el número que indica el grupo donde va a estar guardado el programa, dependiendo éste del número de pasos que se hallan ocupado.

Procedimiento;

a) Teclear la secuencia anterior y observamos que el display (pantalla) desaparece.

b) Introducir la tarjeta por el lado derecho de la calculadora y con el lado no magnético siempre a nuestra vista.

c) Recuperar la tarjeta por el lado izquierdo y en el display aparece el número "n".

P.2.7 Secuencia para leer una tarjeta.

n $\boxed{\text{INV}}$ $\boxed{\text{2ND}}$ $\boxed{\text{WRITE}}$

Donde "n" es el número que indica el grupo en el que está guardado nuestro programa.

Procedimiento;

a) Teclear la secuencia anterior y se observa que el display desaparece.

b) Introducir la tarjeta por el lado derecho de la calculadora con el lado no magnético siempre a nuestra vista.

c) Recuperar la tarjeta por el lado izquierdo y en el display aparece el número "n" si la tarjeta fué correctamente leída; en caso -

de que el display flashea un cero, la tarjeta no fué leída correctamente; quizás porque esté sucia por lo cual se tendrá que limpiar - con un trapo suave el lado magnético o también limpiar la cabeza de la calculadora con la tarjeta "Head cleaning card" y se vuelve a proceder a leerla de nuevo.

P.2.8 La forma de introducir los datos al programa es la siguiente:

TECLEAR	PRESIONAR	APARECE EN LA PANTALLA
Valor PC (12) REq.	R/S	Valor PC Req. (12)
Valor ED (3.2)	R/S	Valor ED Req. (3.2)
Valor PC Ing. 1 (16)	R/S	Valor PC Ing. 1 (16)
Valor PC Ing. 2 (8)	R/S	Valor PC Ing. 2 (8)
Valor PC Ing. 3 (10)	R/S	Valor PC Ing. 3 (10)
Valor PC Ing. 4 (281)	R/S	Valor PC Ing. 4 (281)
Valor ED Ing. 1 (2.5)	R/S	Valor ED Ing. 1 (2.5)
Valor ED Ing. 2 (3.08)	R/S	Valor ED Ing. 2 (3.08)
Valor ED Ing. 3 (3.9)	R/S	Valor ED Ing. 3 (3.9)
Valor ED Ing. 4 (0)	R/S	Valor ED Ing. 4 (0)
	R/S (para correr el programa).	
		Flashea % Ing. 1 (50) MEZC.1 Flashea % Ing. 2 (50)
		Se detiene en la suma de los porcentajes anteriores que - debe dar 100 %
	R/S	Valor ED Total Mezc.l (2.79)

TECLEAR	PRESIONAR	APARECE EN LA PANTALLA
	R/S	Flashea % Ing. 3 (99.26199262) Flashea % Ing. 4 (0.7380073801) MEZC. 2
		Se detiene en la suma de los porcentajes anteriores que - debe dar 100 %
	R/S	Valor ED Total Mezc.2 (3.87)
	R/S	Flashea % Mezc. 1 (62.0797925) Flashea % Mezc. 2 (37.9202075) MEZC. 3
		Se detiene en la suma de los porcentajes anteriores que - debe dar 100 %

RESULTADOS

	R/S	% Ing. 1 (31.03989625)
	R/S	% Ing. 2 (31.03989625)
	R/S	% Ing. 3 (37.64035357)
	R/S	% Ing. 4 (.2798539299)
	R/S	% Total de los Ing. 100 %
	R/S	% PC Ing. 1 (4.9663834)
	R/S	% PC Ing. 2 (2.4831917)
	R/S	% PC Ing. 3 (3.764035357)
	R/S	% PC Ing. 4 (0.786389543)
	R/S	% Total PC REQUERIDO (12)

TECLEAR	PRESIONAR	APARECE EN LA PANTALLA
	R/S	Mcal ED Ing. 1 (.7769974062)
	R/S	Mcal ED Ing. 2 (.9560288045)
	R/S	Mcal ED Ing. 3 (1.467973789)
	R/S	Mcal ED Ing. 4 (0)
	R/S	Total Mcal ED REQUERIDAS (3.2)

(Este programa fue realizado por : Ing. Federico Rodríguez V.)

P.3 PROGRAMA PARA RESOLVER EL DOBLE CUADRADO DE PEARSON POR MICROCOM PUTADORA RADIO SHACK TRS 80

Se va a utilizar la microcomputadora Radio Shack TRS 80, la - cual utiliza como lenguaje de programación, el lenguaje Basic. Además esta microcomputadora posee mayor capacidad de memoria que las mini- computadoras mencionadas con anterioridad como la TI-59 y HP-41 CV , (tiene 16 K de memoria).

La principal ventaja de esta computadora es que utiliza el Basic que es un lenguaje de fácil aprendizaje y comprensión. Cabe mencionar que en nuestro caso se utilizó la computadora Radio Shack, pero - que también en otras computadoras que utilicen el lenguaje Basic (como la Apple II, Atari étc.) podrá ser utilizado el programa que se - elaboró para resolver el balance de raciones por el método del doble - cuadrado de Pearson.

Esta computadora cuenta con impresora y puede almacenar programas en cassetes comunes, utilizados para grabar música o voces.

Para mostrar el uso de este programa, se ilustra con un ejemplo; se van a tomar los datos del problema resuelto con la calculadora TI - 59. Posteriormente se muestra el diagrama de flujo, el programa y por último la forma de introducir los datos al programa.

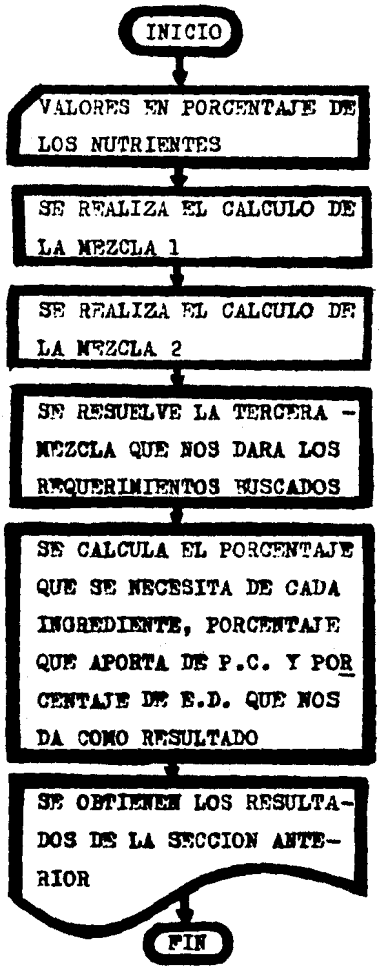
P.3.1 Se desea formular un alimento al 12 % de P.C. y 3.2 Mcal de - E.D. Bajo estas circunstancias se necesitará utilizar una mezcla que - posea un valor igual al 12 % P.C. y mayor a 3.2 Mcal E.D. y otra mezcla que tenga un valor igual al 12 % P.C. y menor a 3.2 Mcal; una vez realizadas estas mezclas, los resultados de ambas son integrados a un tercer cuadrado de pearson y así poder obtener el alimento deseado.

P.3.2 Se cuenta con los siguientes ingredientes:

INGREDIENTE	M.S.%	P.C. %	E.D. Mcal
H. alfalfa	90	16	2.5
Ensilaje maíz	28	8	3.08
Sorgo	89	10	3.9
Urea	100	281	0
Avena	89	13	3.7
P. girasol	92	42	3.3

P.3.3 Para seleccionar los ingredientes que resuelvan un alimento al 12 % P.C. y menor a 3.2 Mcal E.D., podríamos utilizar una variedad de combinaciones para la solución, pero en este caso utilizamos la combinación entre H. alfalfa y ensilaje de maíz y posteriormente utilizaremos la combinación de ingredientes que resuelvan 12 % P.C. y que nos - den una mayor cantidad de E.D., razón por la cual utilizaremos la mezcla entre sorgo y urea como posible combinación.

P.3.4 A continuación esquematizaremos el diagrama de flujo para mejor comprensión del programa:



P.3.5 A continuación tenemos el programa para la microcomputadora - Radio Shack TRS 80 para resolver el doble cuadrado de Pearson:

```
10    CLS
20    REM PROGRAMA PARA FORMULACION DE DIETAS UTILIZANDO EL CUADRADO DE
      PEARSON
30    INPUT M, PC, ED, A $, B $, C $, D $
40    FOR I = 1 TO M
50    FOR J = 1 TO 2
60    READ A(I, J)
70    NEXT J
80    NEXT I
90    Y = PC
100   V = A(1,1)
110   Z = A(2,1)
120   GOSUB 620
130   IF T = R GOTO 150
140   GOTO 615
150   P = (X/T) * 100
160   Q = (W/T) * 100
170   C = Q + P
180   T1 = P * A(1,2) / 100
190   ET = T1 + Q * A(2,2) / 100
200   V = A(3,1)
210   Z = A(4,1)
220   GOSUB 620
230   IF T = R GOTO 250
240   GOTO 615
250   P1 = (X/T) *100
260   Q1 = (W/T) *100
270   C1 = Q1 + P1
280   T2 = P1 * A(3,2) / 100
290   E1 = T2 + Q1 * A(3,3) /100
300   Y = ED
310   V = ET
320   Z = E1
330   GOSUB 620
340   IF T = R GOTO 370
360   GOTO 615
370   P2 = (X/T) *100
380   Q2 = (W/T) *100
390   C2 = Q2 + P2
400   I1 = P2* P/100
410   I2 = P2 * Q/100
420   I3 = Q2* P1 /100
430   I4 = Q2 * Q1 /100
440   IT = I1 + I2 + I3 + I4
450   C1 = ( I1 * A(1,1) ) / 100
```

```
460  C2 = I2 * A(2,1) /100
470  C3 = I3 * A(3,1) /100
480  C4 = I4 * A(4,1) /100
490  CT = C1 + C2 + C3 + C4
500  D1 = I1 * A(1,2) / 100
510  D2 = I2 * A(2,2) / 100
520  D3 = I3 * A(3,2) / 100
530  D4 = I4 * A(4,2) / 100
540  DT = D1 + D2 + D3 + D4
550  LPRINT "INGREDIENTE"; TAB (17); "PORCENTAJE"; TAB (30); "PC";
     TAB (40); "ED"
560  LPRINT A $; TAB (20); I1; TAB (27); C1; TAB (34); D1
570  LPRINT B $; TAB (20); I2; TAB (27); C2; TAB (34); D2
580  LPRINT C $; TAB (20); I3; TAB (27); C3; TAB (34); D3
590  LPRINT D $; TAB (20); I4; TAB (27); C4; TAB (34); D4
600  LPRINT "TOTAL:"; TAB (20); IT; TAB (29); CT; TAB (36); DT
610  DATA 16,2.5,8,3.08,10,3.9,281,0
615  END
620  REM SUBRUTINA CUADRADA
630  X = ABS (Z-Y)
640  W = ABS (V-Y)
650  T = W + X
660  R = ABS (V-Z)
670  RETURN
```

INGREDIENTE	PORCENTAJE	PC	ED
ALFALFA	31.0399	4.96638	.775997
ENSILAJE DE MAIZ	31.0399	2.48319	.956029
SORGO	37.6404	3.76404	1.46797
UREA	.279854	.786389	0
TOTAL	100	12	3.2

P.3.6 Procedimiento para introducir el programa:

a) Se enciende la máquina accionando el botón de encendido.

b) Oprimir ENTER para que la máquina quede lista para comenzar a teclear el programa.

c) Se teclea el programa exactamente como está indicado.

d) Ya que se ha terminado de teclear el programa, se interrumpe la secuencia oprimiendo la tecla BREACK .

e) Teclear R U N para correr el programa y aparecerá el signo de interrogación, preguntando el valor del número de ingredientes que se utilizan, el requerimiento de P.C., el requerimiento de E.D., nombre del ingrediente 1, nombre del ingrediente 2, nombre del ingrediente 3 y nombre del ingrediente 4.

f) Oprimir ENTER y aparecerán los resultados.

g) Si se desea resolver otro problema, se deberá cambiar la instrucción 610 del programa donde están los valores de P.C. y E.D. de cada ingrediente y se teclea L I S T y se enlista ésta instrucción.

Los datos de la instrucción 610 deberán estar por renglón; por ejemplo:

INGREDIENTE	P.C.	E.D
Ingrediente 1	X	Y
Ingrediente 2	Z	P
Ingrediente 3	Q	O
Ingrediente 4	A	B

. . . .

610 DATA X,Y,Z,P,Q,O,A,B

h) Posteriormente se teclea R U N y empieza a calcular.

i) Aparecen los resultados.

P.3.7 Para grabar o recuperar programas grabados en cinta magnética (cassete) se hace lo siguiente:

La instrucción para grabar es C SAVE y entre comillas la letra o número que se quiera para que al recuperarlo se le pueda indicar a la computadora que programa va a recuperar, y posteriormente se oprime ENTER para que comience a grabar. Ejemplo:

C SAVE " MYL " ENTER

Cuando está grabando, en el ángulo superior derecho aparecen dos asteriscos ( ) intermitentes; cuando termina de grabar deja de intermitir y se cambia el apuntador abajo de C SAVE.

Para saber si grabó bién el programa, primero se regresa la cinta y posteriormente se teclea C L O A D " M Y L " (letra o número que se quiera) y aparecerán los asteriscos en la parte superior pero si aparece una letra y un asterisco y abajo de CLOAD BAD, el programa no quedó bién grabado y se tendrá que volver a grabar.

Para recuperar el programa de un cassete, se tecleará CLOAD y entre comillas el número o letra que indique el programa que vamos a recuperar. Aparecen los asteriscos intermitentes y el apuntador se cambia abajo de CLOAD y esto nos indica que ya terminó de recuperar; Luego teclearemos LIST para que enliste el programa y quede listo para correrse.

Si se desea imprimir el programa se hace lo siguiente: La impresora deberá estar prendida (on) y en línea (on line), se tecleará - L LIST para que imprima el programa.

Ahora, si se desea que también los resultados los imprima, éstos deberán tener en lugar de PRINT, L PRINT; ya que se tiene esto, se tecleará RUN y empezará a correr el programa saliendo los resultados a la impresora. (Este programa fue realizado por : Ing. Federico Rodríguez V.)

P.4 FORMULACION DE RACIONES PARA GANADO POR MINICOMPUTADORA HEWLETT PACKARD 41 CV

La formulación de raciones para ganado resulta fácil cuando no es preciso tomar en consideración el precio de la fórmula final, sin embargo, si la ración se debe balancear con una combinación de ingredientes buscando que el costo total sea el más bajo posible, la fórmula resultante se denomina "Ración de costo mínimo" y es muy difícil determinarla manualmente. Si empleamos limitaciones de ingredientes y requerimientos de nutrientes iguales, las fórmulas o raciones de costo mínimo no son mejores ni peores que otras raciones desde el punto de vista nutricional, la única diferencia es el precio, siempre más bajo para la ración de costo mínimo.

Los beneficios de las computadoras residen en que hacen posible las determinaciones de la fórmula de costo mínimo en un lapso de tiempo corto.

La técnica utilizada para calcular raciones de costo mínimo se denomina Programación Lineal. Se sabe que los ingredientes individuales de los alimentos no siempre funcionan como procesos lineales cuando se mezclan con otros ingredientes, además, muchas funciones biológicas son de naturaleza curvilínea en lugar de rectilínea. Las fórmulas de costo mínimo se pueden expresar como porcentajes de cada ingrediente alimenticio seleccionado como unidades de peso (Sistema métrico decimal ó como Sistema Inglés). Es evidente que la fórmula obtenida solo servirá bajo el conjunto de especificaciones de restricciones y precios incluídos para los alimentos. Las restricciones son limitaciones especificadas ya sea mínimo, máximo o igualdad (bajo este programa se trabaja $\leq$ ó $\geq$) sobre nutrientes y/o alimentos. A medida que se modifica los costos de los alimentos y/o las restricciones que pesan sobre una ración, cambia también la fórmula de costo mínimo.

La cantidad de alimentos escogidos para la ración de costo mínimo es igual o menor al número de restricciones que entran en la formulación de dicha ración. Por ejemplo, si las únicas restricciones especificadas son de energía y proteína, la ración final tendrá un máximo de dos ingredientes. Uno será la fuente de energía de costo mínimo y el otro la fuente de proteína de costo mínimo. Si en alguna circunstancia existiera un alimento cuya fuente de energía y proteína fuera la de costo mínimo, la computadora solo escogería este alimento, es decir un alimento. Por otra parte, si se toman restricciones sobre energía, proteína, calcio, fósforo, fibra, vitamina A etc., la máquina podría elegir hasta siete alimentos.

P.4.1 Formular una dieta para un bovino lechero adulto con peso de 500 Kg. y con una producción de 20 Kg. de leche con un 3.5 % de grasa.

a) Determinar requerimientos para mantenimiento:

PESO	M.S. Kg	P.C. g	E.D. Mcal	Ca g	P g	F.C. Kg
500	15	432	16.4	18	15	2.1

b) Determinar requerimientos para producción por Kg. :

PESO	M.S. Kg	P.C. g	E.D. Mcal	Ca g	P g	F.C. Kg
500	—	82	1.34	2.6	1.75	—

c) Determinar requerimientos totales:

PESO	M.S. Kg	P.C. g	E.D. Mcal	Ca g	P g	F.C. Kg
500	15	2072	43.2	70	50	2.1

P.4.2 Ingredientes disponibles para la fórmula:

INGREDIENTE	MS %	PC g	ED Mcal	Ca g	P g	FC Kg	COSTO BS POR Kg
Cascarilla soya	91	120	1.95	42	4.1	0.34	7.00
Esquilmo soya	92	170	2.20	30	4.1	0.34	1.09
Gluten maíz	91	430	3.30	1.3	3.8	0.042	28.00
Pasta soya	89	440	3.53	2.7	6.3	0.059	36.00
Harina pescado	92	600	3.00	45	35	0.006	32.80
Sopa	89	100	3.30	4	1.5	0.070	3.20
Maíz	87	90	4.10	.3	4.7	0.019	21.00
Zacamel	86	25	2.32	2.8	.7	0.367	9.90

P.4.3 Colocar los datos en el cuadro de formulación con un máximo de once renglones y once columnas.

Ingredientes / Nutriente		1 cascarilla soya	2 esquilmo soya	3 gluten maíz	4 pasta soya	5 harina pescado	6 sopa	7 maíz grano	8 zacamel	9 —	10 —	11 Requerimientos
M.S. por Kg	B.H.	.91	.92	.91	.89	.92	.89	.87	.86	-	-	≤
	B.S.	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	15
PC g/Kg		-120	-170	-430	-440	-600	-100	-90	-25	—	—	≥ -2072
ED Mcal/Kg		-1.95	-2.2	-3.3	-3.53	-3.0	-3.30	-4.10	-2.32	—	—	≥ -43.2
FC g/Kg		-340	-340	-42	-59	-6	-70	-19	-367	—	—	≥ -2100
Ca g/Kg		-42	-30	-1.3	-2.7	-45	-4	-0.3	-2.8	—	—	≥ -70
P g/Kg		-4.1	-4.1	-3.8	-6.3	-35	-1.5	-4.7	-0.7	—	—	≥ -50
costo por Kg	B.H.	6.37	1.003	25.48	32.04	29.44	2.818	18.21	8.51	-	-	≥
	B.S.	-7	-1.09	-28	-36	-32	-3.20	-21	-9.90	-	-	0

P.4.4 Bajo la colocación de los ingredientes y de los nutrientes a cubrir se especifican las restricciones. En este ejemplo presentamos las restricciones:

1. Proteína Cruda $\geq$ - 2072 +

2. Energía Digestible $\geq$ 43.2

3. Materia Seca $\leq$ 15 ++

4. Fibra Cruda $\geq$ - 2.1

5. Calcio $\geq$ - 70

6. Fósforo $\geq$ - 50

+ Si la restricción es $\geq$ los valores del renglón se escriben en negativo.

++ Si la restricción es $\leq$ los valores del renglón se escriben en positivo.

En este ejemplo no se coloca restricción para ingredientes.

P.4.5 A continuación se deberán seguir los siguientes pasos para colocar a la minicomputadora a trabajar:

PASO	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	SALIDA
01	Cargar programas a la calcula(11 lados) (de preferencia que no existan otros programas)	Insertar lado KK por lectora		RDY KK of 11
02	Colocar a la calculadora en el tamaño requerido para cálculos	"SIZE" 142	XEQ ALPHA ALPHA	SIZE ---
03	Empezar el programa	"RMC"	XEQ ALPHA ALPHA	Título ?
04	Colocar el título deseado por ejemplo "ejemplo"	"Ejemplo"	R/S	Renglones ?

PASO	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	SALIDA
05	Meter el número de renglones que tiene la matriz	4	R/S	Columnas ?
06	Meter el número de columnas que tiene la matriz	4	R/S	dates/tarj ?
07	Indicar si los datos de la matriz se encuentran grabados en tarjetas magnéticas y se responde "S" (si) ó "N" (no)	N	R/S	A.1.1 ?
08	Indicar el dato del renglón 1 columna 1	1	R/S	A 1.2 ?
09	Indicar el dato del renglón 1 columna 2	1	R/S	A 1.3 ?
10	Indicar el dato del renglón i columna j	aij	R/S	A jj ? A 4.4 ?
11	Indicar el último dato, renglón 4 columna 4	0	R/S	Grabar tarjeta ?
12	Indicar si se desean grabar los datos en tarjeta magnética se responde "S" (si) "N" (no)	S N	R/S PHIT R/S	Meter tarjetas en blanco checar
13	Indicar si se desean checar los datos de la matriz se responde "S" (si) "N" (no)	S	R/S	A1.1=( ) ?

P.4.6 Los resultados fueron los siguientes:

Ración

Ingrediente 6 = 8.99 (sopa)

Sup = 7.25

Inf = 4.71

Ingrediente 5 = 0.38 (harina pescado)

Sup = 75.39

Inf = 29.38

Ingrediente 2 = 5.62 (esquilmo soya)

Sup = 3.72

Inf = 15.21

(costo mínimo) $ Min = 47.21

Análisis de sensitividad :

(costo del nutriente) C. NTR 3 = - 4.04

Sup = 0.48

Inf = 5.33

C. NTR 6 = - 0.90

Sup = 105.65

Inf = 0.94

C. NTR 1 = - 11.46

Sup = 0.08

Inf = 1.36

EXCEDENTES		REQUERIDO	TOTAL
Nutriente 4 =	443.44	2100	2543.44
Nutriente 5 =	151.95	70	221.95
Nutriente 2 =	13.83	2072	2085.83

Costos reducidos:

Ingrediente 1 = - 6.92

Ingrediente 3 = - 22.74

Ingrediente 4 = - 27.57

Ingrediente 7 = - 11.70

Ingrediente 8 = - 11.37

Si queremos una mayor cantidad de ingredientes ó alimentos que los seleccionados por la computadora, se puede especificar niveles mínimos de algunos ingredientes. Generalmente la calidad de la ración no se ve afectada al forzar ciertos alimentos en la solución, porque la computadora los balancea con las cantidades de otros ingredientes que se requieren para satisfacer los requisitos. El costo de la ración es siempre más elevado cuando se fuerza en la selección de alimentos que normalmente no se escogerían, debido a la relación desfavorable entre su precio y contenido de nutrientes.

P.4.7 Conocido el resultado de la ración de mínimo costo del primer ejemplo, programar para los ingredientes excluídos una cantidad mínima:

Nutriente \ Ingrediente		1 cascarilla soya	2 esquilmo de soya	3 gluten de maíz	4 pasta de soya	5 harina de pescado	6 sopa	7 maíz grano	8 zacamel	9 —	10 —	11 Requerimientos
M.S. POR Kg	B.H.	.91	.92	.91	.89	.92	.89	.87	.86	–	–	≤
	B.S.	1	1	1	1	1	1	1	1	–	–	15
P.C. g/Kg		–120	–170	–430	–440	–600	–100	–90	–25	–	–	≥ –2072
E.D. Mcal/Kg		–1.95	–2.2	–3.3	–3.53	–3.0	–3.30	–4.10	–2.32	–	–	≥ –43.2
F.C. g/Kg		–340	–340	–42	–59	–6	–70	–19	–367	–	–	≥ –2100
Ca g/Kg		–42	–30	–1.3	–2.7	–45	–4	–0.3	–2.8	–	–	≥ –70
P g/Kg		–4.1	–4.1	–3.8	–6.3	–35	–1.5	–4.7	–0.7	–	–	≥ –50
		–1	0	0	0	0	0	0	0	–	–	≥ 0.1
		0	0	–1	0	0	0	0	0	–	–	≥ 0.1
		0	0	0	0	0	0	0	.1	–	–	≥ 0.1
		0	0	0	0	0	0	.1	0	–	–	≥ 0.1
costo por Kg	B.H.	6.37	1.003	25.48	32	29.44	2.85	18.3	8.5	–	–	≥
	B.S.	–7	–1.09	–28	–36	–32	–3.2	–21	–9.[illegible]	–	–	0

P.4.8 Los ingredientes excluídos fueron:

1. Cascarilla de soya ≥ 0.100
2. Gluten de maíz ≥ 0.100
3. Zacamel ≥ 0.100

4. Maíz grano $\geq$ 0.100

5. Soya + (excluído y no incorporado)

P.4.9 Colocar para el ingrediente a incluír, un número (- 1) en la - casilla que le corresponde y colocar ceros para los otros ingredientes.

P.4.10 Colocar a la minicomputadora en el tamaño de programa adecuado y seguir los pasos ya descritos.

P.4.11 Ración de costo mínimo:

Ingrediente 6 = 8.74 (sopa)

Sup = 7.25

Inf = 4.71

Ingrediente 5 = 0.37 (harina pescado)

Sup = 75.39

Inf = 29.38

Ingrediente 2 = 5.49 (esquilmo soya)

Sup = 3.72

Inf = 15.21

Ingrediente 1 = 0.10 (cascarilla soya)

Sup = libre

Inf = 6.92

Ingrediente 3 = 0.10 (gluten maíz)

Sup = libre

Inf = 22.74

Ingrediente 8 = 0.10 (sacamel)

Sup = libre

Inf = 11.37

Ingrediente 7 = 0.10 (maíz grano)

Sup = libre

Inf = 11.70

Costo mínimo $ 52.48

Análisis de sensitividad :

(costo del nutriente) C. NTR 7 = - 6.92

Sup = 0.44

Inf = 0.10

C. NTR 3 = - 4.04

Sup = 0.87

Inf = 5.18

C. NTR 8 = - 22.74

Sup = 5.32

Inf = 0.09

C. NTR 6 = - 0.90

Sup = 108.69

Inf = 1.72

C. NTR 1 = - 11.46

Sup = 0.15

Inf = 1.32

C. NTR 10 = − 11.70

Sup = 0.75

Inf = 0.10

C. NTR 9 = − 11.37

Sup = 0.27

Inf = 0.10

EXCEDENTES	REQUERIDO	TOTAL
Nutriente 4 = 456.23	2100	2556.23
Nutriente 5 = 150.99	70	220.99
Nutriente 2 = 25.19	2072	2097.19

Costos reducidos:

Ingrediente 4 = − 27.57

Como se podrá observar esta dieta incluyó a los ingredientes fijados, en la cantidad mínima.

P.4.12 Rango de precios al formular bajo Programación Lineal:

La minicomputadora calcula además de la ración de mínimo costo, un rango de precios para los ingredientes seleccionados, sin que esto altere la fórmula de mínimo costo. Por ejemplo en la fórmula del ejemplo anterior, tenemos que la ración de mínimo costo seleccionó al ingrediente 6 (sopa) con un total de 8.74 Kg. y se conoce que el costo por Kg. en base seca es de $ 3.20, la minicomputadora nos indica un rango de 4.71 inferior y 7.25 superior.

Si el precio del ingrediente sopa cae por debajo de $ 4.71 pesos (rango más bajo 8.74 - 4.71 = 4.03) es decir cuesta menos de $ 4.03 y todos los demás ingredientes permanecen constantes, se utilizará una cantidad mayor de este ingrediente en la fórmula de mínimo costo. Si dentro del rango inferior aparece la indicación libre, esto significa que aunque el ingrediente reduzca su costo, no se utilizará más de esa cantidad, debido a que el ingrediente se tiene restringido a una cantidad máxima. Si por el contrario el costo se eleva por encima del rango superior (3.20 + 7.25 = 10.45) es decir que el costo del Kg. de pasta en base seca supere los $ 10.45 y el costo de los otros ingredientes permanecen iguales, se utilizará una cantidad menor. Si dentro del rango superior aparece la indicación libre, esto significa que aunque el costo del ingrediente se incremente, no se utilizará menos de esa cantidad, es decir la cantidad del ingrediente permanecerá constante. Finalmente en cualquiera de los casos (incremento o decremento del costo del ingrediente), las cantidades de los otros ingredientes de la fórmula cambian también con las adiciones o eliminaciones posibles de los ingredientes.

P.4.13 Precios de oportunidad "Costo Reducido":

La minicomputadora también muestra una lista de los ingredientes disponibles no utilizados y el costo menor que deberían costar (precio de oportunidad). Tomemos como ejemplo la fórmula del ejemplo anterior, aquí se nos muestra el costo reducido del ingrediente (4) pasta -

de soya $ 27.57 es decir el costo de $ 36.00 Kg. en base seca de la so ya, no constituye un precio de buena adquisición; pero se deberá escoger para la ración de mínimo costo si su precio es de $ 8.43 (36 - 27.57) y si los precios de todos los demás alimentos se mantienen constantes. La minicomputadora da los valores para todos los ingredientes - no utilizados en la fórmula de costo mínimo.

El rechazo de ingredientes por la minicomputadora, no significa necesariamente que sean buenas fuentes de nutrientes, sólo quiere decir que su precio es muy alto en relación a otros alimentos disponibles que se pueden utilizar para satisfacer las especificaciones de la ración.

El establecimiento de especificaciones apropiadas de nutrientes y la limitación de ingredientes individuales a porcentajes de una ración que den como resultado una mezcla apetitosa, son determinantes primordiales del éxito de las raciones formuladas por computadora.

P.4.14 Análisis de sensitividad:

La minicomputadora también calcula los costos de las restricciones que afectan a la solución de la fórmula de costo mínimo. Los "costos marginales" son el costo de la última unidad de esta restricción, - de modo adicional, se da el rango de valores entre los que se aplican - los precios marginales. Esta información resulta útil para evaluar la - contribución relativa de las diversas restricciones al costo total de - la ración. Tomemos como caso el ejemplo segundo:

(costo del nutriente que afecta la ración de mínimo costo)

RESTRICCION NOMBRE	MINIMO O MAXIMO		COSTO POR CAMBIO UNITARIO	RANGO INFERIOR	RANGO SUPERIOR
Materia Seca	$\leq$	15	11.46	1.32	0.15
Energía Digestible	$\geq$	43.2	4.04	5.18	0.37
Fósforo	$\geq$	50	0.90	108.69	1.72
C. soya	$\geq$	0.1	6.92	0.44	0.10
Gluten maíz	$\geq$	0.1	22.74	5.32	0.09
Zacamel	$\geq$	0.1	11.37	0.27	0.10
Maíz grano	$\geq$	0.1	11.70	0.75	0.10

Para nuestra ración, las restricciones se cumplen para todos los nutrientes. La Energía Digestible alcanza la restricción mínima de 43.2 Mcal. Si en lugar de 43.2 Mcal se especificara un mínimo de 44.2 Mcal. y todos los demás nutrientes permanecieran sin cambios, la fórmula costaría (costo mínimo de la ración $ 52.48 + 4.04 = $ 56.52), donde $ 4.04 - es el costo de incremento por unidad. A la inversa, si la restricción mínima bajara a 42.2 Mcal. la ración de costo mínimo bajaría a $ 48.44 - (52.48 - 4.04).

El precio marginal se aplica solo dentro del rango dado de (48.38 a 42.33). Los cambios en el costo fuera de este rango se pueden determinar mediante otra fórmula.

P.4.15 Excedentes:

Finalmente la máquina indica la cantidad excedida (positiva o ne gativa) para aquellos nutrientes que se vean involucrados. Tomemos como ejemplo el segundo ejercicio:

NUTRIENTE	REQUERIDO	EXCEDENTE	TOTAL
Fibra Cruda	$\geq$ 2100 g	456.23 g	2556.23 g
Calcio	$\geq$ 70 g	151 g	221 g
Proteína Cruda	$\geq$ 2072 g	25.19 g	2097.19 g

En algunos casos es más económico incluir un exceso de un nutriente en lugar de limitarlo al nivel exacto, lo que constituye una razón por lo que las restricciones mínimas o máximas o ambas se utilizan en lugar de las igualdades.

P.4.16 Limitación de la formulación de raciones por computadora.

Las computadoras permiten una rápida formulación de raciones que cubren las especificaciones nutritivas para una fórmula dada de mínimo costo. A causa de la posible precisión en el uso de las computadoras, cabe la tentación de olvidar que solamente la fórmula producida es válida, en tanto lo sean los datos suministrados a la computadora. Las tablas de composición de nutrientes debe ser revisada para estar seguro de que reflejan de una forma cierta los ingredientes que se van a emplear. Las especificaciones nutritivas también deberán revisarse para estar al día de los cambios producidos por nuevas investigaciones. Una atención rigurosa a la calidad de los ingredientes es esencial para una formulación óptima. La fórmula producida por programación lineal en la computadora debe ser revisada por un especialista en Nutrición experimentado, para tener la seguridad de que es una fórmula razonable. Para obtener mejores resultados se debe analizar los alimentos a usar para determinar su contenido de nutrientes antes de formular.

(Este programa fue realizado por : Ing. Jose Landeros., Dr. D. Hurley Phee., M.V.Z. Paz Melgarejo V.)

IV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arista P. E. : 1983. Departamento de Nutrición Animal de la F.E.S.C., U.N.A.M. Comunicación personal.

Bath D. L. : 1978. Maximising income above Feed Cost - a Computerised Dairy Ration Programs 75sp/3008, Divición of Agric. Sciences, Univ. of Calif.

Bath D. L., Dickinson. : 1982. Ganado Lechero Principios Prácticos, Problemas y Beneficios. Editorial Interamericana, México, D.F.

Cabello F. E. : 1980. Aspectos practicos en la alimentación de Bovinos Productores de Leche. (2a Parte). Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP).

Church D. C. : 1979. Digestive Physiology and nutrition of Rumiants. Volumen II, Second Edition Corvallis - Oregon U.S.A.

Church D. C. : 1979. Livestock Feeds and, Feeding. Fourth Edition. Corvallis Oregon U.S.A.

Daza G. F. : 1983. Programa Universitario de Computo (PUC) U.N.A.M. Comunicación Personal.

Dean G. W., Bath D. L. and Olyaise. : 1969. Computer Program for Maximizing income above Feed Cost from Dairy Cattle. Journal of Dairy Science 52; 1008.

Deschamps R., Guzmán I., Solórzano F., Vargas J.: 1981. Apuntes de Computadoras y Programación. Primera Edición en Español. Facultad de Ingenieria U.N.A.M.

Ensminger. : 1975. Producción Porcina. Segunda Edición.- Editorial el Ateneo. Buenos Aires Argentina.

Gass S. I. :.1958. Linear Programming Methods and Applications. Mcgraw Hills N.Y.

Giavarini D. A. : 1971. Tratado de Avicultura. Ediciones Omega, Barcelona España.

I.B.M. Data Processing Aplication. : 1964. An Introduction to Linear Programming. I.B.M. Corp. Tech. Publ. Dpto. White Plains, N.Y.

I.B.M. Aplication Program. : 1967. Mathematical Programming System/360 (369 ACO 14 K) Linear and Separable Programming - User's Manual. I.B.M. Corp. Tech. Publ. Dpto. White Plains, N.Y.

Illman D. H., Huver J. T. : 1978. Basic Dairy - Cattle - Nutrition Departmen of Dairy Science, Michigan - State University.

Landeros J. : 1982. Programa de Mínimo Costo Para Minicomputadora Hewlett Packard 41 C.V. Comunicados y Programas personales.

Luthe R., Olivera A., Schutz F. : 1981. Métodos Numéricos. Editorial Limusa, Segunda Reimpreción.

Rodríguez V. F. : 1983. Programas para Resolver el Doble Cuadrado de Pearson para Minicomputadora Texas - Instruments 58 / 59, y Microcomputadora Radio Shack-TRS 80. Comunicación personal.

Seymour L. : 1978. Algebra Lineal. Editorial Mcgraw - Hill Bok Co U.S.A.

Tablas del N.R.C.: 1978. Nutrient Requeriment of Domestic Animals. Nutrient of Dairy Cattle Number 4 , 5a- Revised Edition.