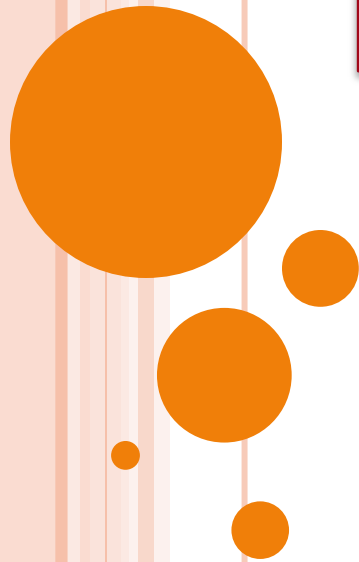


FORMULACIÓN DE RACIONES



Bqca. Jorgelina Flores
Unidad 4
diciembre 2013



Formular una ración significa combinar distintos alimentos para que la mezcla contenga los nutrientes requeridos por un animal de determinado estado fisiológico y producción.

Se deben tener en cuenta que la ración debe cubrir los requerimientos de mantenimiento y de producción.

Los requerimientos los podemos obtener:

- * Por cálculos de ecuaciones
- * De las tablas (NRC por ejemplo)
- * Ya están incluidos en los software



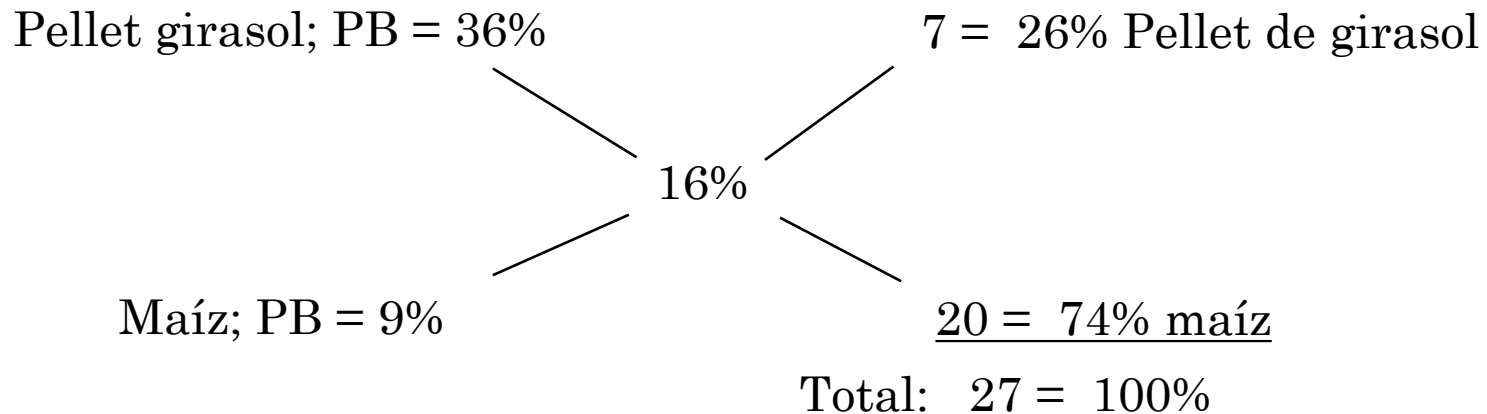
Existen varios métodos para balancear una ración, algunos muy simples y otros mas complejos:

- Cálculos manuales (para resolver casos prácticos y sencillos).
 - Prueba y error
 - Cuadrado de Pearson**
 - Ecuaciones (ecuaciones simultáneas, programación lineal)
- **Software o Programas de computación** (especialmente en situaciones mas complejas y generalmente optimizando una función)

CUIDADO: un software de formulación de raciones tiene ventajas y facilidades que son muy útiles pero los resultados obtenidos tienen que ser analizados cuidadosamente, porque el programa se basa en una solución al problema basado en el costo mínimo de los alimentos sujeto a las restricciones de ingredientes y nutrientes establecidas por la persona que ingresa los datos y en este sentido, los resultados obtenidos podrán cumplir con las condiciones matemáticas establecidas pero no necesariamente las biológicas, aquellas que se observarán en la respuesta animal.

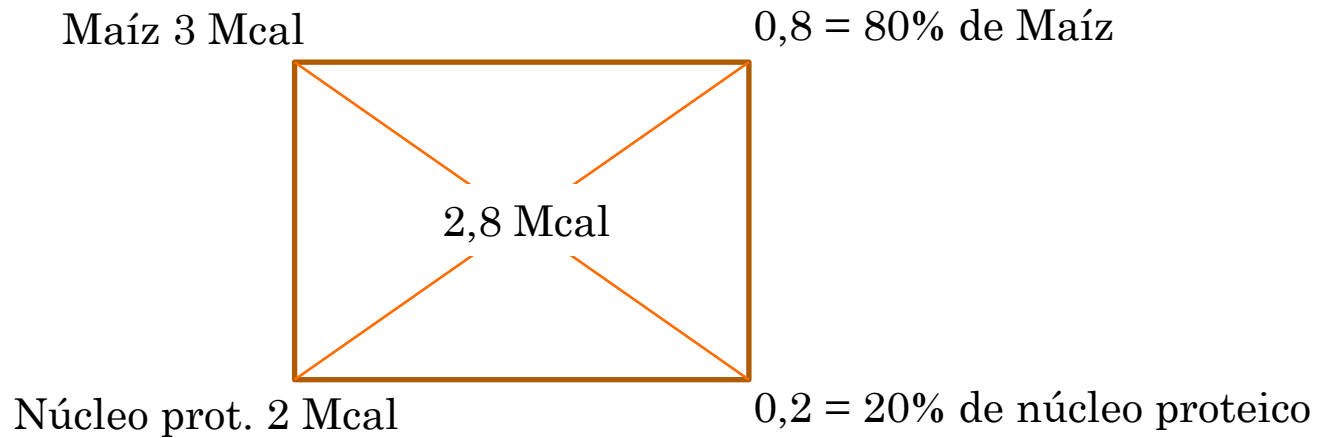
CUADRADO DE PEARSON

- Permite combinar de 2 a 4 alimentos
- Balacea 1 o 2 propiedades, por ej. energía o proteína
- Consiste en combinar los alimentos de a dos, uno en cada extremo y en el centro el valor requerido. Se realiza la resta en diagonal, ignorando el signo. Los resultados se suman y constituyen el 100%. Se calcula el % relativo de cada uno de esos valores y resulta la partición en la mezcla de cada uno de los componentes de la izquierda



Ejemplo 1: formular una ración de engorde (2,8 Mcal EM/kg MS) con maíz (3 Mcal EM/kg MS y 9 %PB) y núcleo proteico (2,2 macl EM/kg MS y 40% PB)

1) Balanceamos energía



2) Verificamos proteína

$$\text{Proteína:} [(80 \cdot 9) + (20 \cdot 40)] / 100 = 15 \% \text{PB}$$



Ejemplo 2: Se necesita una ración con 14% de PB y 2,6 mcal de EM/kg MS, para ello se cuenta con estos 4 alimentos:

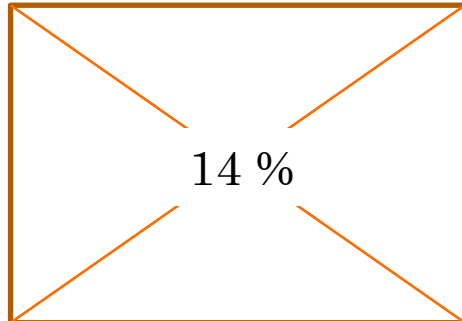
ALIMENTO	PB (%)	Mcal EM/kg MS
Pellet de girasol	36	2.8
Silaje de maíz	7	2.3
Grano de maíz	9	3.3
urea	287.5 (46%*6.25)	---

1) Realizar las mezclas con 14% PB

Mezcla A

Mezcla B

P. Girasol 36%

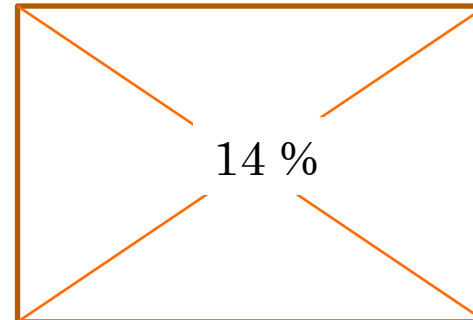


7 = **24,1%**
de pellet

Silaje Maíz 7%

22 = **75,9%**
de silaje

Maíz 9%



273,5 = **98,2%**
de maíz

Urea 287,5%

5 = **1,8%**
de urea



2) Determinar la energía de cada una de las mezclas

$$\text{Energía de la mezcla: } [(EM * \%) + (EM * \%)] / 100$$

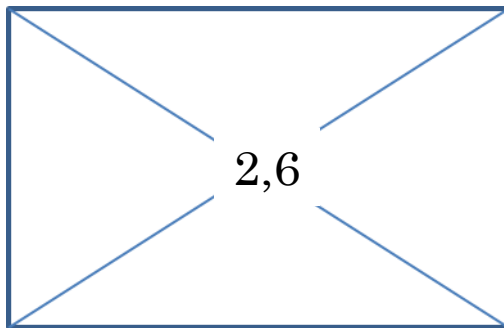
$$\text{Mezcla A: } (2,8 * 0,241) + (2,3 * 0,759) = 2,42 \text{ Mcal EM/kg MS}$$

$$\text{Mezcla B: } (3,3 * 0,982) + (0 * 0,018) = 3,24 \text{ Mcal EM/kg MS}$$

3) Nuevo cuadrado de Pearson combinando las dos mezclas para balancear la energía

Mezcla A: 2,42

0,64= 78% Mezcla A



Mezcla B: 3,24

0,18= 22% Mezcla B



4) Ahora considerar la participación de cada uno de los alimentos

$$\text{PELLET GIRASOL} = (78 \cdot 24,1) / 100 = \mathbf{18,8 \%}$$

$$\text{SILAJE DE MAIZ} = (78 \cdot 75,9) / 100 = \mathbf{59,2 \%}$$

$$\text{GRANO DE MAIZ} = (22 \cdot 98,2) / 100 = \mathbf{21,6 \%}$$

$$\text{UREA} = (22 \cdot 1,8) / 100 = \mathbf{0,4\%}$$

VERIFICACIÓN:

$$\text{Proteína:} [(18,8 \cdot 36) + (59,2 \cdot 7) + (21 \cdot 9) + (0,4 \cdot 287,5)] / 100 = 14 \% \text{PB}$$

$$\text{Energía:} [(18,8 \cdot 2,8) + (59,2 \cdot 2,3) + (21 \cdot 3,3) + (0,4 \cdot 0)] / 100 = 2,6 \text{ Mcal EM/kg MS}$$



EJERCICIOS

1. Resolver el ejemplo 2 combinando en forma diferente los alimentos (pellet de girasol-maíz y silaje de maiz-urea). En que se diferencia de la dieta planteada en el ejemplo?
2. De que manera combinaría los siguientes alimentos para formular una dieta con 18% PB? Que energía metabolizable tiene la ración?
Alimentos: grano de cebada (12% PB), harina desoja (48% PB) y gluten de maíz (26% PB)
3. Calcular los requerimientos y formular una dieta (elección libre de alimentos) para terminar novillos de 350 kg con ganancia de 1 kg/d.
4. Presupueste la compra de alimento para 500 animales que en 7 meses deben pasar de 220 kg a 420 kg.
La dieta propuesta es: 40% maíz, 40% silaje de sorgo y 20% pellet de girasol.
Considerar que tiene un 8% de desperdicio.
Calcule la eficiencia de conversión que tiene la dieta.



5. Un novillo de 280 kg pastorea un rastrojo de trigo. ¿que ganancia de peso podría tener en base a la energía y proteína que consume?. Asuma todos los valores necesarios para el cálculo y use la tabla de alimentos.

6. Un ternero de 180 kg recién destetado tiene un potencial de ganancia de peso de 1,4 kg/an/d. Si el animal se encontrase en una pastura de disponibilidad no limitante y de 75% de digestibilidad y 16% de PB, cubre sus requerimientos de en energía y proteína? Consume 5 kg MS/d.

Que pasaría si ese animal se destina a un potrero de setaria post-cosecha, con 4,5% PB y 55% de digestibilidad, cuanto sería la ganancia? Con que suplementaría y en que cantidad, de acuerdo al suplemento elegido?

7. Un novillo de 330 kg tiene un consumo de MS de un alimento de 60% de digestibilidad, equivalente a 2,4% PV. Que porcentaje de alimento consumido destina a mantenimiento y cual será su ganancia de peso?

8. Que cantidad de silo de maíz de 63% de digestibilidad se requiere para alimentar a mantenimiento durante un mes a 20 toros de 550 kg?

9. Un novillo tiene un costo de mantenimiento de 9 Mcal EM y el alimento aporta 2,5 Mcal EM/kg MS. Cual es el consumo de MS para cubrir ese mantenimiento?

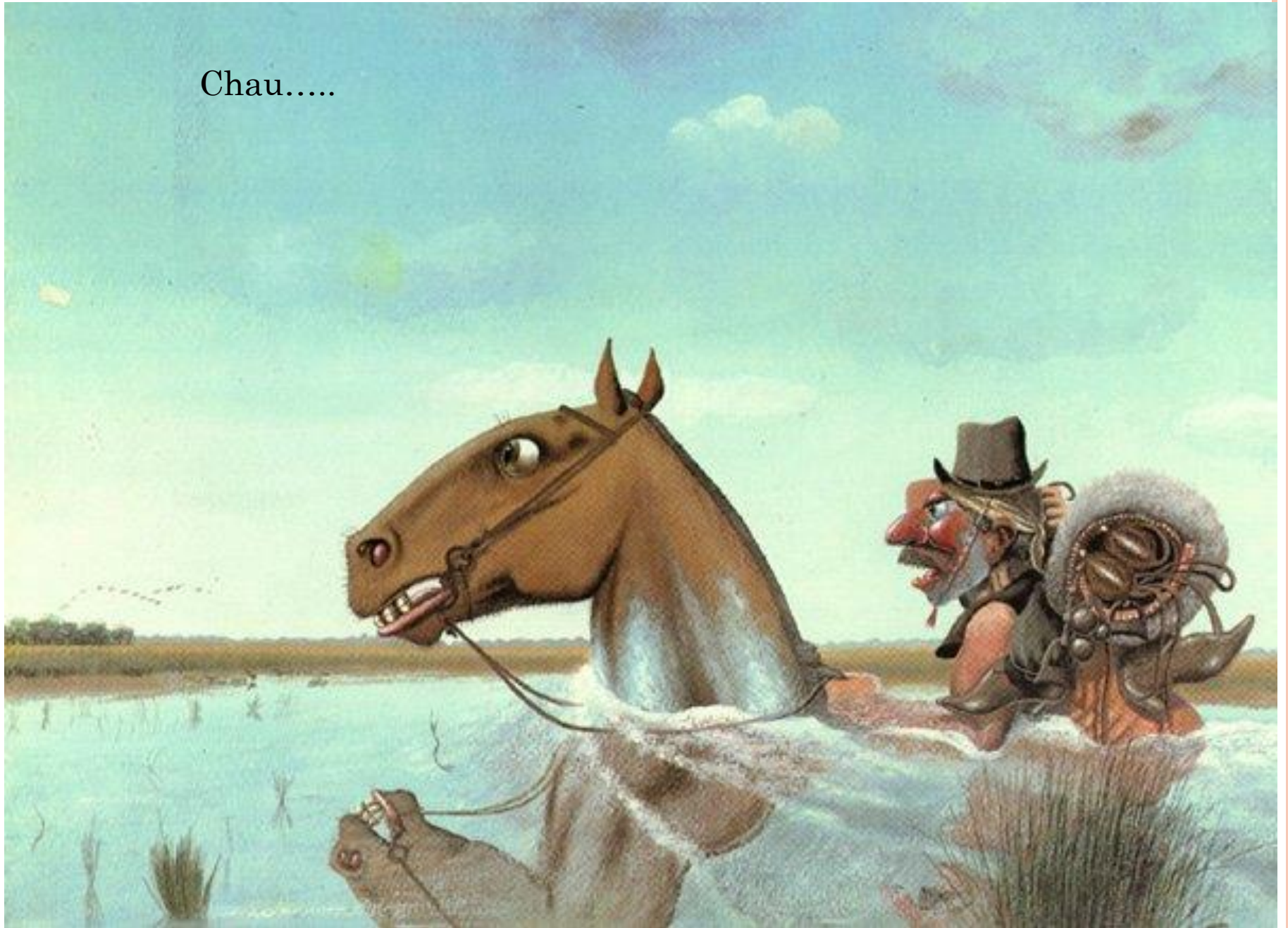


A TENER EN CUENTA:

- Los resultados obtenidos (por ecuaciones o usando el software) son estimaciones que se ven afectadas por varios factores e interacciones entre ellos (manejo, sanidad.....)
- El consumo es un parámetro muy variable y puede afectar los resultados estimados a priori.
- La disponibilidad de proteína metabolizable en un rumiante es difícil de estimar y muchos programas fallan en determinarla.
- Es importante.....tener criterio para interpretar los resultados



Chau.....



Prueba y error

Es uno de los métodos más empleados para balancear raciones debido, básicamente, a su facilidad en el planteamiento y operación. Manualmente está sujeto a la utilización de pocos alimentos y nutrientes. Sin embargo, cuando se utilizan hojas de cálculo, este método es bastante práctico, permitiendo balancear con 10 - 15 alimentos y ajustar unos 6 nutrientes.

Ejemplo 1

Se requiere formular una ración para terneros de recria cuyo requerimiento es 18% de PB y 2,6 Mcal EM/kg de MS. (NRC, 1994).

Primeramente se plantea una ración en forma arbitraria, como se muestra en la **mezcla 1:**

Maíz (8 %PB y 3 Mcal EM/kg MS) 80% y pellet de soja (44%PB y 2,6 Mcal EM/kg MS) 20%

Esto da 15,2%PB y 2,9 Mcal EM/kg MS (falta PB y sobra EM) → agrego otro alimento con alto%PB y baja energía o modifico el %

mezcla 2:

Maíz 70% y pellet soja 30%: 18,8%PB y 2,88 Mcal EM/kg MS (sigue pasado de EM)

.....

Ecuaciones simultáneas

Este método emplea el álgebra para el cálculo de raciones, planteándose sistemas de ecuaciones lineales donde se representan mediante variables a los alimentos, cuya solución matemática representa la ración balanceada.

Ejemplo 3

Se tiene Maíz grano (MG) y Torta de soya (TS) con contenidos de Proteína Cruda de 8.8% y 45% respectivamente. Se desea una mezcla que tenga un contenido de PC del 15%.

Expresados los valores por kg de dieta:

$$X + Y = 1.00 \dots (1)$$

$$0.088X + 0.45Y = 0.15 \dots (2)$$

Donde:

X = MG en la mezcla.

Y = TS en la mezcla.

La primera columna representa al Maíz y la segunda, Torta de soya. La primera ecuación (fila 1) representa la mezcla final igualada a la unidad, la misma multiplicada por 100 nos dará el 100% que es la mezcla deseada. La ecuación 2 nos indica los niveles de proteína de los insumos, y son igualados a 0.15 (15%) que es el requerido para la ración ejemplo.

Para resolver este sistema, la ecuación (1) se multiplica por -0.088 para eliminar una de las variables incógnitas:

$$-0.088X - 0.088Y = -0.088$$

$$0.088X + 0.450Y = 0.150$$

$$0.450Y - 0.088Y = 0.062$$

$$Y = 0.1713$$

Reemplazando en la ecuación (1):

$$X + 0.1713 = 1.00$$

$$X = 0.8287$$

Se multiplica por 100 para volver a expresarse en porcentaje.

$$X = (0.8287)100 = 82.87\%$$

$$Y = (0.1713)100 = 17.13\%$$

100.00%

La ración obtenida requiere ser comprobada en su contenido de proteína, para esto se multiplica el contenido de proteína de los insumos por su respectivo porcentaje en la ración, el total debe dar el 15% deseado:

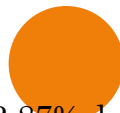
$$(0.088 * 0.8287)100 = 7.29$$

$$(0.450 * 0.1713)100 = 7.71$$

$$7.29 + 7.71 = 15\%$$

Es posible observar la exactitud del método algebraico en la formulación de raciones balanceadas, obteniéndose 82.87% de Maíz y 17.13% de Torta de soja haciendo una cantidad final de 100%, cumpliendo además el 15% de PC exigido.

Si se quiere ajustar 3 nutrientes y 1 mezcla final, se tiene que utilizar 4 alimentos y plantear un sistema de 4 ecuaciones simultáneas.



Programación lineal

Programación Lineal (PL) es una técnica de optimización destinado a la asignación eficiente de recursos limitados en actividades conocidas para maximizar beneficios o minimizar costos, como es el caso de la formulación de raciones. La característica distintiva de los modelos de PL es que las funciones que representan el objetivo y las restricciones son lineales.

Un programa lineal puede ser del tipo de maximización o minimización. Las restricciones pueden ser del tipo \leq , $=$ ó \geq y las variables pueden ser negativas o irrestrictas en signo.

Los modelos de PL a menudo representan problemas de "asignación" en los cuales los recursos limitados se asignan a un número de actividades.

Un Programa Lineal es un problema que se puede expresar como sigue:

$$\text{Min } Z = cx \quad (1)$$

Sujeto a:

$$Ax = b \quad (2)$$

$$x \geq 0 \quad (3)$$

Donde (1) es la función objetivo, (2) se denomina ecuaciones de restricciones y (3) condición de no negatividad. En la función lineal " $Z=cx$ ", " c " es el vector de precios, " x " el vector de variables por resolver. " A " es una matriz de coeficientes conocidos, y " b " vector de coeficientes conocidos.

La programación lineal es utilizada en la formulación de raciones, donde se busca minimizar el costo de la mezcla de alimentos, denominándose a estas, raciones de mínimo costo.

En la ecuación (1):

Z = representa el costo de la ración a minimizar.

c = constituye el costo de cada ingrediente.

x = representan los ingredientes o alimentos en la ración a minimizar.

En la ecuación (2):

A = es la matriz que contiene la composición nutricional de los alimentos.

b = es el vector que representa los requerimientos nutricionales de los animales.

En la ecuación (3):

Condición de no negatividad, indica que la cantidad a aportar de cada alimento sea mayor o igual a cero

En el polígono sombreado se muestra el área de soluciones factibles y cualquier combinación de los alimentos X_1 y X_2 que esté en el área de soluciones posibles cumplirá con las restricciones establecidas. Por lo tanto, el problema se limita a seleccionar la combinación de X_1 y X_2 que sea de mínimo costo cumpliendo además, con las restricciones.

