Método de determinantes para el cálculo de dos ingredientes en la formulación de alimentos concentrados.

Determinant method for the calculation of two ingredients in the formulation of concentrated foods

Renny J Montilla E

Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora", Programa Ciencias del Agro y del Mar. Código postal 5201, Venezuela, Email: montilarj67@gmail.com. Barinas

Fecha de recepción: 06 de septiembre de 2021
Fecha de aceptación: 15 de mayo de 2022

Resumen

Los alimentos concentrados en la nutrición animal son unas de las alternativas que se emplean para satisfacer las demandas de nutrimentos que estos necesitan para tener un bienestar y un desarrollo óptimo, que se vean reflejados en productividad y economía y además sirvan para paliar la demanda de proteína animal y otros subproductos que se generan en este proceso, por esta razón se realizó esta investigación titulada método de determinantes para el cálculo de dos ingredientes en la formulación de alimentos concentrados, donde el objeto de estudio de este artículo consistió en emplear el método de determinantes como un procedimiento directo de sustitución para el cálculo de dos ingredientes para la formulación de alimentos concentrados para animales, reduciendo los procedimientos que se venían aplicando para formular alimentos balanceados cuando se utilizan dos ingredientes, la metodología empleada se enmarca dentro de la categoría cuantitativa de tipo deductiva, analizando el cuadrado de Pearson y el método de determinantes utilizando la Regla de Cramer, terminando con las bases deductivas para usar este método directo de sustitución, el cual dio como resultado el origen a un nuevo método de cálculo para balancear dos ingredientes para fabricar alimentos concentrados denominado el "Cuadrado de Renny Montilla".

Palabras claves: Alimentos concentrados, Regla de Cramer, Cuadrado de Pearson.

Abstract

Concentrated foods for animal nutrition are one of the alternatives that are used to satisfy the demands of nutrients that they need for optimal well-being and development, that are reflected in productivity and economy, that serves to alleviate the demand for animal protein and other by-products that are generated in this process, It is for this reason that this investigation was carried out entitled system of determinants for the calculation of two ingredients in the formulation of concentrated foods, where the object of study of this trial consisted of using the determinant method as a direct substitution procedure for the calculation of two ingredients for the formulation of concentrated animal feed, reducing the procedures that had been applied to formulate balanced meals when using two ingredients, the methodology used is framed within the quantitative category of deductive type, analyzing Pearson's square and the method of determinants using Cramer's Rule, ending with the deductive bases to use this direct substitution method, which resulted in the origin of a new calculation method to balance two ingredients to make concentrated foods called the "Renny Montilla Square"..

Keywords: Concentrated foods, Cramer's Rule, Pearson's Square.

1. INTRODUCCIÓN

Durante siglos, los productos animales han sido constituyentes de la alimentación humana en muchas culturas (Pond, Church, y Pond. 2002; 15), lo que evidencia que la ingesta de proteína animal es una cultura milenaria dándole una transcendencia histórica, así como es histórica su consumo, debido al incremento de su demanda a medida que aumenta la población.

Para Pond, Church, y Pond (2002; 15), el consumo de estos productos se incrementa conforme aumenta el ingreso económico, excepto en los países ricos, donde el consumo per cápita de productos animales tiende a estabilizarse conforme aumenta el ingreso familiar, es decir que el consumo de proteína animal es proporcional al ingreso hasta alcanzar una estabilización, mostrando también que de una u otra forma la demanda de proteína animal es afectada tanto por el crecimiento poblacional como por los ingresos de los consumidores.

Por otro lado las riquezas en el planeta tierra son limitados y la población humana crece de manera acelerada, presentando un desafío a los sectores encargados de satisfacer las demandas de alimentos de origen animal, específicamente las que aportan proteína animal lo que ha creado un reto para el sector pecuario, obligando a estos sectores a realizar investigaciones constantemente para aumentar los rendimientos de carne por unidad animal y otros productos, teniendo en cuenta que al aumentar estos aumenta su rentabilidad, aumentando la oferta de estos productos.

Continuando con el orden de ideas Pond, Church, y Pond (2002; 24), consideran que en la mayor parte del mundo, la leche y la carne producidas por el ganado vacuno, las ovejas, los búfalos y las cabras se derivan de modo directo de las tierras no cultivadas donde pasta el ganado y de los residuos agrícolas, los subproductos de la molienda, o de los desperdicios que normalmente nunca entran en la cadena alimenticia, manifestando que además del pastoreo se están aplicando otras alternativas de alimentación para aumentar la producción.

El empleo de estos alimentos complementarios y alternativos y la iniciativa del aumento de los rendimientos en la producción pecuaria, son las bases para el origen de una ciencia la cual es Nutrición Animal, por lo que Pond, Church, y Pond (2002; 6), mencionan que una nutrición adecuada es un componente esencial del bienestar general de los animales, donde cubrir las necesidades de nutrientes siempre ha sido la preocupación de los criadores de animales por razones tanto humanitarias como económicas.

También en el 2009 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (FAO), establece que la ciencia de la nutrición tiene como objeto de estudio a los nutrientes que se encuentran en los alimentos (las sustancias que se digieren y absorben por el organismo para ser utilizadas luego en el metabolismo intermedio), su función, las reacciones del organismo cuando los ingerimos y cómo interaccionan dichos nutrientes respecto de la salud y de la enfermedad.

Siguiendo el orden de ideas la FAO (2009) acredita el papel primordial que juega el balanceo de nutrientes en la producción animal, buscando básicamente la forma de satisfacer los requerimientos nutricionales para su buen desarrollo y bienestar. Esta operación de equilibrar, por lo que para Santana, Pernia y Santana (2015; 279), las diferentes técnicas para la formulación de raciones la comprensión y el dominio de los métodos de cálculo es muy importante para este fin, ya que el nivel de conocimientos que posean quienes formulan las raciones puede influir en la eficiencia de uso de este recurso material.

Lo señalado en el párrafo anterior revela que cuando se prepararan los alimentos concentrados se presentan impedimentos a la hora de calcular los ingredientes que cumplan con los requerimientos nutricionales de los animales, en cuanto al método a utilizar, es por esta razón que el objeto de estudio de este ensayo consiste en "Emplear el método de determinantes como un procedimiento directo de sustitución para el cálculo de dos ingredientes para la formulación de alimentos concentrados para animales, reduciendo los procedimientos que se venían aplicando para formular alimentos balanceados cuando se utilizan dos ingredientes".

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo de la investigación se empleara una metodología descriptiva, deductiva, analizando el cuadrado de Pearson y posteriormente el método de determinantes utilizando la Regla de Cramer, terminando con las bases deductivas para usar este método directo de sustitución.

Cuadrado de Pearson

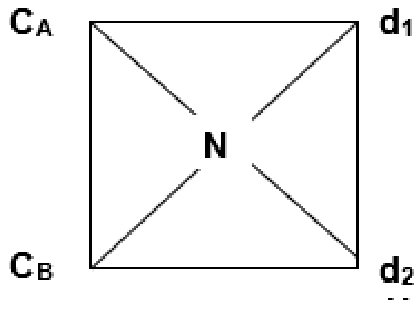
Para Santana, Pernia y Santana (2015; 280) el Cuadrado o Cuadro de Pearson Simple es uno de los métodos más empleados para formular raciones con dos ingredientes, debido a que es sencillo y se puede aprender mecánicamente por los menos instruidos, es decir que este método puede ser empleados por personas sin un alto nivel académico y relevante conocimientos de matemáticos, además estos autores citan que para aplicar esta técnica se debe cumplir con ciertos estándares y procedimientos para llegar a los resultados los cuales son los siguientes:

1. Verificar que todas unidades en que están expresadas la composición y la necesidad sean iguales, esto indica que los ingredientes a balancear deben de tener las mismas unidades.
2. Garantizar que uno de los dos alimentos contenga un valor superior a la necesidad, y que en el otro sea inferior. Esto es decisivo para escoger los dos alimentos con los que se ajustará el nutriente o para percatarse de si los alimentos (o mezclas) disponibles se pueden emplear para ajustar la necesidad mediante este método.
3. Dibujar un cuadrado o rectángulo, en el que se anoten en los ángulos izquierdos los valores de los aportes relativos (CA y CB) de los dos alimentos y en el centro, la concentración deseada (N). También se puede hacer una cruz.
4. Calcular las diferencias absolutas (d1 y d2) de ambos aportes con la necesidad

$d1 = |C_B - N|$; $d2 = |C_A - N|$, donde:

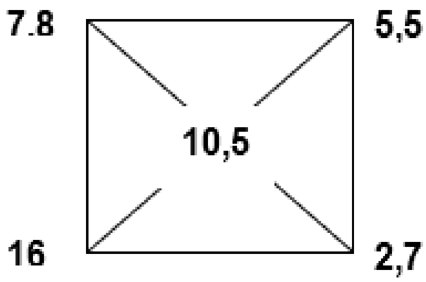
- N necesidad de Proteína Bruta (PB).
- CA es la concentración del alimento A.
- CB es la concentración del alimento B.

5. Sumar las dos diferencias (d1 + d2) (2).



Para sustentar la versatilidad de la aplicación del cuadrado de Pearson en el balanceo de raciones Santana, Pernia y Santana (2015; 280) hicieron el siguiente planteamiento como ejemplo:

Se necesita ajustar una ración que contenga 10.5 % de PB (necesidad N) con un alimento “A”, que posea 7.8 % (concentración en A, CA) y uno “B” de 16.0 % (CB), entonces:



Se puede verificar que las unidades están en porcentaje (%), también se tiene un valor inferior y otro superior al porcentaje de proteína bruta que se necesita. Siendo esta un requisito indispensable para la aplicación de este método de balanceo.

Después de planteado el cuadrado de Pearson se calculó las diferencias absolutas

$$d1 = |C_B - N|\ (3) = |16 - 10{,}5| = 5{,}5.$$

$$d2 = |C_A - N|\ (4) = |7{,}8 - 10{,}5| = 2{,}7.$$

Al realizar la suma de las dos diferencias (d1 + d2), dio como resultado 8,2

Santana, Pernia y Santana (2015; 281), establecen que a partir de estas dos diferencias absolutas (5.5 y 2.7) y su suma (8.2), se pueden hacer las inferencias que aparecen a continuación. Nótese también que CA-CB= d1 + d2. Con estos los autores descubrieron que la diferencia de las concentraciones es igual a la suma de sus diferencias, esto nos conlleva a reafirmar que los ingredientes que son usados para la formulación deben ser un valor inferior y otro superior al porcentaje de proteína bruta que se necesita.

Posteriormente de calculado las diferencias absolutas y sus sumas se indica que la ración está formada por 5.5 (d1) partes del alimento “A” y 2.7 (d2) del “B”, donde por cada ingrediente de la ración “A” se deben emplear una proporción (PA) de 0,6707 y por cada ingrediente de la ración “B” se deben emplear una proporción(PB) de 0,3293.

$$PA = \frac{5{,}5}{8{,}2} = 0{,}6707 \text{ y } PB = \frac{2{,}7}{8{,}2} = 0{,}3293$$

Las proporciones de “A” y las proporciones de “B” son la base para convertirlas en las unidades que se deseen trabajar, por ejemplo a base de 100 K, donde la suma de los pesos debe ser igual a 100 K.

$$A = \frac{d1}{d1+d2} x100 = \frac{5{,}5}{8{,}2} x100 = 67.07 \text{ K}$$

$$B = \frac{d2}{d1+d2} x100 = \frac{2{,}7}{8{,}2} x100 = 32.93 \text{ K}$$

Comprobación de la concentración esperada y la sumatoria de los pesos:

PA(A) + PB(B)= CE;

CE= 0.078(67,07) + 0,16(32,93)= 5,23 + 5,27= 10,50

A + B= 100 K => 67,07 K + 32,93 K= 100K => 100 K

Los cálculos realizados anteriormente evidencia que se logró conseguir la concentración esperada de 10,5 de proteína cruda con 67,07 K del ingrediente A y 32,93 K del ingrediente B en base a 100 K, demostrando con esto Santana, Pernia y Santana, (2015; 280) el empleo del cuadrado de Pearson en determinar las cantidades de cada ingrediente para alcanzar una concentración esperada.

Regla de Cramer

El método de determinantes fue inventado por Takakazu Seki Kowa en 1683 en Japón y por Gottfried Wilhelm von Leibniz en 1693 en Alemania, pero se le llama la regla de Cramer en honor al suizo Gabriel Cramer, quien popularizó el uso de determinantes para resolver sistemas de ecuaciones lineales, donde la regla de Cramer, es un método que se usa para resolver sistemas de "n" ecuaciones lineales con "n" variables, mediante el uso de determinantes (Vélez, s/f).

Para Boyer (1968) la regla de Cramer es un teorema del álgebra lineal que da la solución de un sistema lineal de ecuaciones en términos de determinantes basado en:

Si Ax = b es un sistema de ecuaciones. A es la matriz de coeficientes del sistema, x = (x1, . . . , xn) es el vector columna de las incógnitas y b es el vector columna de los términos independientes. Entonces la solución al sistema se presenta así:

$$x_j = \frac{\det(A_j)}{\det(A)}$$

donde Aj es la matriz resultante de reemplazar la j-ésima columna de A por el vector columna b . Hágase notar que para que el sistema sea compatible determinado, el determinante de la matriz A ha de ser no nulo.

Guerra (2007; 465) establece que los determinantes se pueden utilizar en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales mediante fórmulas conocidas como la regla de Cramer, teniendo en cuenta que el balanceo de dos ingredientes puede plantearse dos ecuaciones simultáneas de primer grado con dos incógnitas, es pertinente dar o conocer algunos aspectos previos que se deben saber para poder comprender la esencia de este método, donde se encuentra, que es una determinante y como se calcula, basándose específicamente en la matriz cuadrada de 2x2.

Para Guerra (2007; 465) una determinante de una matriz cuadrada es un número el cual se obtiene por la suma algebraica de todos los productos que se puedan obtener, entrado en cada producto un elemento de una fila y columnas diferentes. Si A es una matriz cuadrada, el determinante de A se denota |A|, como se muestra a continuación:

$$A = \begin{bmatrix} a & c \\ b & b \end{bmatrix} \Rightarrow |A| = ad - bc$$

esta es la determinante de una matriz cuadrada de 2x2.

1. Plantear primeramente las ecuaciones en estudio.

$$a_1x + b_1y = k_1$$

$$a_2x + b_2y = k_2$$

2. Plantear las ecuaciones para cada una de las variables

$$x = \frac{\Delta x}{\Delta} = \frac{\begin{bmatrix} k1 & b1 \\ k2 & b2 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} a1 & b1 \\ a2 & b2 \end{bmatrix}} = \frac{K1.b2 - k2.b1}{a1.b2 - a2.b1}$$

$$y = \frac{\Delta y}{\Delta} = \frac{\begin{bmatrix} a1 & k1 \\ a2 & k2 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} a1 & b1 \\ a2 & b2 \end{bmatrix}} = \frac{a1.k2 - a2.k1}{a1.b2 - a2.b1}$$

Donde los denominadores Δ es el determinante de la matriz de los coeficientes de cada una de las variables. Para el valor de "x", en el numerador se tiene el determinante Δx el cual se obtiene al remplazar los coeficientes de "x" (a1 y a2) por los términos independientes k1 y k2, análogamente para el numerador de "y" se tiene el determinante Δy el cual se obtiene remplazando los coeficientes de la variable "y" (b1 y b2) por los términos independientes k1 y k2. (Guerra, 2007; 468).

3. Se resuelven las ecuaciones y se obtienen el valor de las incógnitas.

4. Se comprueba el resultado sustituyendo los valores de x e y en las dos ecuaciones para ver si se cumplen.

Para estudiar la formulación de raciones balanceadas utilizando la Regla de Cramer mediante el uso de determinantes se plantea el siguiente ejemplo hipotético, el cual se describe a continuación:

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 K de dieta:

Plantear primeramente las ecuaciones en estudio:

X + Y = 1, esta ecuación muestra las incógnitas "x" que es el peso en K de Maíz grano (MG) y la "y" representa el peso en K de la Torta de soya (TS) y el 1 es el resultado de la suma de las proporciones de los pesos.

0,088X + 0,45Y = 0,15, donde el 0,088 (8/100) representa la proporción de proteína cruda que aporta el MG el cual es multiplicado por la variable "x" y 0,45 (45/100) es la proporción de la TS el cual es multiplicado por la variable "y".

Plantear las ecuaciones para cada una de las variables.

$$x = \frac{\Delta x}{\Delta} = \frac{\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}15 & 0{,}45 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}088 & 0{,}45 \end{bmatrix}} = \frac{1x0{,}45 - 0{,}15x1}{1x0{,}45 - 0{,}088x1} = \frac{0{,}45 - 0{,}15}{0{,}15 - 0{,}088} = \frac{0{,}30}{0{,}362} \Rightarrow$$

x= 0,8287*100= 82,87 K Maíz grano (MG).

$$y = \frac{\Delta y}{\Delta} = \frac{\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}088 & 0{,}15 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}088 & 0{,}45 \end{bmatrix}} = \frac{1x0{,}15 - 0{,}088x1}{1x0{,}45 - 0{,}088x1} = \frac{0{,}15 - 0{,}088}{0{,}15 - 0{,}088} = \frac{0{,}062}{0{,}362} \Rightarrow$$

y= 0,1713*100= 17,13 K Torta de soya (TS).

Es bueno destacar que el cálculo de la variable "y" se realizó para ejemplificar el método, pero también se puede proceder reemplazando la variable calculada en la ecuación X + Y = 100, despejando la variable que queda y de esta forma encontrar el valor como se hizo en el método de ecuaciones simultaneas.

Los resultados es 82,87 K Maíz grano (MG) y 17,13 K Torta de soya (TS) los cuales sumados dan 100 K. Para verificar si estos son los pesos idóneos se multiplican por los porcentajes de Proteína Cruda que estos aportan.

(0.088 * 82,87)100 = 7.29

(0.450 * 17,13)100 = 7.71

Luego de la operación anterior los resultados se suman

7,29 + 7,71 = 15%; 0,8287 + 0,1713= 1; 82,87 + 17,13= 100

Los cálculos realizados por el método de determinantes denominado la regla de Cramer determinan las cantidades de ingredientes necesarios para encontrar una concentración deseada empleando un sistema de dos ecuaciones simultáneas de primer grado con dos incógnitas, demostrando que este método puede ser usado para la formulación de alimentos balanceados para animales con dos ingredientes.

Bases deductivas para usar este método directo de sustitución

Para Flores (2013) existen varios métodos para balancear una ración, algunos muy simples y otros más complejos, siendo los que se pueden realizar mediante cálculos manuales para resolver casos prácticos y sencillos los de prueba y error, cuadrado de Pearson, ecuaciones simultáneas y programación lineal, los cuales se desarrollaron anteriormente dos, el cuadrado de Pearson y las ecuaciones simultáneas mediante el método de Cramer.

En la aplicación del cuadrado de Pearson y las ecuaciones simultáneas mediante el método de Cramer se evidencio que se deben de realizar una serie de procedimientos para lograr los resultados deseados, siendo esto la génesis de establecer el objeto de estudio del presente artículo que consiste reducir las operaciones en la formulación de alimentos concentrados para animales mediante un método directo de sustitución apoyado en el método de determinantes.

Antes de establecer las bases deductivas se usará de forma obligatoria los dos primeros ítems planteados por Santana, Pernia y Santana (2015; 280), el Cuadrado de Pearson Simple los cuales son:

1. Verificar que todas las unidades en que están expresadas la composición y la necesidad sean iguales.
2. Garantizar que uno de los dos alimentos contenga un valor superior a la necesidad, y que en el otro sea inferior. Esto es decisivo para escoger los dos alimentos con los que se ajustará el nutriente o para percatarse de si los alimentos (o mezclas) disponibles se pueden emplear para ajustar la necesidad mediante este método.

Las deducciones se desarrollaran por etapas basadas en los procedimientos de la regla de Cramer utilizando los dos ejemplos empleados anteriormente.

Etapa 1

Plantear las ecuaciones en estudio.

$a1x + b1y = k1$

$a2x + b2y = k2$

Ejemplo 1: a1= 1; b1= 1; k1= 1; a2= 0,078; b2 =0,16; k2= 0,105

Ejemplo 2: a1= 1; b1= 1; k1= 1; a2=0,088; b2 = 0,45; k2= 0,15

Antes de plantear las ecuaciones se verificó que los ingredientes a mezclar cumplen con los dos primeros estándares planteados por Santana, Pernia y Santana (2015; 280) con respecto al desarrollo del Cuadrado de Pearson.

Ecuaciones en estudio del ejemplo 1

$X + Y= 1$

$0{,}078X + 0{,}16Y= 0{,}105$

Las ecuaciones planteadas generan la siguiente matriz |A|de 2x2: |A|=

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}078 & 0{,}16 \end{bmatrix}$$

Ecuaciones en estudio del ejemplo 2:

X + Y = 1

0,088X + 0,45Y = 0,15

Las ecuaciones planteadas generan la siguiente matriz |B| de 2x2: |B|=

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}088 & 0{,}45 \end{bmatrix};$$

Etapa 2

Matrices generadas de los ejemplos.

$$|A| = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}078 & 0{,}16 \end{bmatrix}; |B| = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0{,}088 & 0{,}45 \end{bmatrix}; |\Delta x| = \begin{bmatrix} k1 & b1 \\ k2 & b2 \end{bmatrix}; |\Delta y| = \begin{bmatrix} a1 & k1 \\ a2 & k2 \end{bmatrix}$$

Analizando las matrices generadas se evidencia que k1, a1 y b1 están representadas por la unidad (1), al multiplicarlo por un número da el mismo valor y que k2 es la concentración esperada, mientras que a2 y b2 son los valores del porcentaje de aportes de nutriente de los ingredientes, permitiendo en este caso sustituir los valores por literales y plantear las ecuaciones con literales como se evidencia a continuación

PA= Producto con menor valor de aporte.

PB= Producto con mayor valor de aporte.

CE= Concentración esperada

%PA= Valor en porcentaje del producto con menor aporte.

%PB= Valor en porcentaje del producto con menor aporte.

Después de haber planteado los literales con el significado de cada uno las ecuaciones quedaran de la siguiente forma:

PA + PB= 1

%PA(PA) + %PB(PB)= CE

Teniendo en cuanta que PA y PB su valor es la unidad (1) y que "X" es PA y "Y" es PB, la nueva matriz queda:

$$|\Delta| = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \%PA & \%PB \end{bmatrix},$$

al determinar su matriz queda que |Δ| = %PB - %PA, lo que establece que el determinante de la matriz (Δ) es la diferencia de los porcentajes de aporte del nutriente.

|delta| = %PB - %PA

Etapa 3

Esta etapa consiste en plantear las matrices Δx y Δy en literales como se muestra:

$$|\Delta x| = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ CE & \%PB \end{bmatrix}; |\Delta y| = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \%PA & CE \end{bmatrix}; |\Delta x| = \%PB - CE; |\Delta y| = CE - \%PA.$$

Etapa 4

Teniendo en cuenta que X = Δx/Δ y que Y = Δy/Δ al sustituirlos por la |Δ|= %PB - %PA; |Δx|= %PB – CE, |Δy|= CE – %PA y ser multiplicados por 100 se genera una formula para determinar en forma individual la cantidad de productos necesarios para obtener una concentración esperada.

$$PA = \frac{[\%PB - CE]}{[\%PB - \%PA]} x100; PB = \frac{[CE - \%PA]}{[\%PB - \%PA]} x100$$

Etapa 5

Después de deducida las respectivas formulas de los ingredientes se procederá a aplicarla en los dos ejemplos planteados anteriormente para corro-

$$PA = \frac{[\%PB - CE]}{[\%PB - \%PA]} x100 = \frac{[16 - 10{,}5]}{[16 - 7{,}8]} x100 = \frac{[5{,}5]}{[8{,}2]} x100 = 0{,}67x100$$

PA= 67

$$PB = \frac{[CE - \%PA]}{[\%PB - \%PA]} x100 = \frac{[10{,}5 - 7{,}8]}{[16{,}- 7{,}8]} x100 = \frac{[2{,}7]}{[8{,}2]} x100 = 0{,}33x100$$

PB= 33

Es pertinente acotar que al encontrar cualquiera de las incógnitas PA o PB se le puede aplicar las siguientes formulas para hallar la restante.

PA + PB= 100; PB= 100 – PA= 100 – 67= 33; PA= 100 – PB= 100 – 33= 67.

Para terminar de corroborar la aplicación de la formula se debe de comprobar si con esta combinación se alcanza la concentración esperada.

%PA(PA) + %PB(PB)= CE; CE= 0.078(67) + 0,16(33)= 5,23 + 5,27= 10,50

PA + PB= 100; 67 + 33= 100; 0,67 + 0,33= 1

Ejemplo 2: %PA= 8,8%; %PB= 45%; CE= 15%

$$PA = \frac{[\%PB - CE]}{[\%PB - \%PA]} x100 = \frac{[45 - 15]}{[45 - 8,8]} x100 = \frac{[30]}{[36,2]} x100 = 0,83x100$$

PA= 83 K

$$PB = \frac{[CE - \%PA]}{[\%PB - \%PA]} x100 = \frac{[15 - 8,8]}{[45 - 8,8]} x100 = \frac{[6,2]}{[36,2]} x100 = 0,17x100$$

PB= 17 K

Es pertinente acotar que al encontrar cualquiera de las incógnitas PA o PB se le puede aplicar las siguientes fórmulas para hallar la restante.

PA + PB= 100; PB= 100 – PA= 100 – 83= 17: PA= 100 – PB= 100 – 17= 83.

Para terminar de corroborar la aplicación de la formula se debe de comprobar si con esta combinación se alcanza la concentración esperada.

%PA(PA) + %PB(PB)= CE; CE= 0.088(83) + 0,45(17)= 7,30 + 7,70= 15

PA + PB= 100; 83 + 17= 100; 0,83 + 0,17= 1

3. RESULTADOS Y DISCUCIÓN

Al describir los métodos del cuadrado de Pearson y el método de determinantes utilizando la Regla de Cramer para el balanceo de ingredientes para la elaboración de alimentos concentrados se evidencio que sus desarrollos son laboriosos y complejos, teniendo en cuenta que el cuadrado de Pearson es menos complicado, debido a que se emplean operaciones matemáticas como la suma, la resta, multiplicación y división, presentando cierto nivel de dificultad al plantear la cruz, evidenciándose que esta no presenta un patrón lógico matemático que sirva de guía para su elaboración, creando dificultad para establecer las variables a calcular, por su lado el método de determinantes utilizando la Regla de Cramer los conocimientos matemáticos son de mayor nivel que el de cuadrado de Pearson, por lo que la persona que lo aplique debe tener un nivel solido del manejo de matrices y del cálculo de determinantes de estas siendo esta una limitante para su aplicación.

En cuanto al empleo del método de determinantes como un procedimiento directo de sustitución para el cálculo de dos ingredientes para la formulación de alimentos concentrados se finalizó en la deducción de dos fórmulas, que por sí solas al aplicarlas evidencian su sencillez, al no tener que derivar ninguna incógnita para encontrar su valor si no que las variables dependiente para calcular están formuladas por sus variables independientes como se muestra:

$$PA = \frac{[\%PB - CE]}{[\%PB - \%PA]} x100; \quad PB = \frac{[CE - \%PA]}{[\%PB - \%PA]} x100$$

Para que este método el cual se denominará “Cuadrado de Renny Montilla” se desarrolle correctamente se debe de tener en cuenta las siguientes:

- Verificar que todas las unidades en que están expresadas la composición y la necesidad sean iguales.
- Garantizar que uno de los dos alimentos contenga un valor superior a la necesidad, y que en el otro sea inferior.
- PA= Producto con menor valor de aporte.
- PB= Producto con mayor valor de aporte.
- CE= Concentración esperada.
- %PA= Valor en porcentaje del producto con menor aporte.
- %PB= Valor en porcentaje del producto con menor aporte.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pond, W. G. Church, D. C. Pond, K. R. (2002). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Llmusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, Balderas 95. México. D.F

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2009). Educación Alimentaria y Nutricional. Libro para el docente: Este libro acompaña Comida aventuras 2. Serie Ciencia, Salud y Ciudadanía. Proyecto de Alfabetización Científica. FAO y Ministerio de Educación de la Nación (República Argentina). Otero L, Belén. (2012). Nutrición. Primera edición. Red Tercer Milenio S.C

Santana, A.A.; Pernía, L.A; Santana, D.A. (2015). Historical, mathematical and nutritional bases of Pearson Square as a fit method for ruminant rations. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 49, núm. 3, 2015, pp. 279-288. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.

Vélez, Esperanza. (s/f). Sistemas de ecuaciones lineales y determinantes. Departamento de Matemáticas. Universidad de Puerto Rico en Bayamón. Puerto Rico.

Boyer, Carl. (1968). A History of Mathematics, 2nd edition (Wiley, 1968).

Flores, Jorgelina. (2013). Formulación de raciones. Unidad 4, diciembre 2013.

Guerra, Carlos. (2007). Matemática 1. Primera edición. Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora, Barinas, 2007.