



EL CUADRADO DE RENNY MONTILLA UN MÉTODO PRAGMÁTICO PARA EL BALANCEO DE INGREDIENTES IMPARES.

Renny J. Montilla E.
montilarj67@gmail.com
UNELLEZ-VPDS- Programa Ciencias del
Agro y del Mar

Fecha de recepción: 29 /04/2022

Fecha de aprobación: 22/09/2022

RESUMEN

Esta investigación titulada el cuadrado de Renny Montilla un método pragmático para el balanceo de ingredientes impares, presentando como objeto de estudio, desarrollar una serie de cálculos donde se visualice la aplicación del cuadrado de Renny Montilla, para determinar el porcentaje de proteína cruda con tres (3), cinco (5) y siete (7) ingredientes para lograr el balanceo de alimentos para satisfacer los requerimientos de proteína de vacas lactantes en la etapa final”, el cual servirá como un apoyo para el empleo de una mayor cantidad de ingredientes impares en forma manual. Es una investigación de naturaleza cuantitativa desarrollada bajo una metodología descriptiva, de tipo documental, donde se puede observar que el cuadrado de Renny Montilla se puede emplear para realizar los cálculos de los ingredientes impares mayores de tres, al tener como referencia la necesidad de proteína bruta del animal.

Palabras Clave: Ingredientes impares, proteína bruta, cuadrado de Renny Montilla, balanceo de alimentos.

THE RENNY MONTILLA SQUARE A PRAGMATIC METHOD FOR BALANCING ODD INGREDIENTS

Renny J Montilla E, Universidad Ezequiel Zamora, Programa Ciencias del Agro y del Mar. Email: montilarj67@gmail.com. Barinas, 2022.

ABSTRACT

This research titled Renny Montilla's square a pragmatic method for balancing odd ingredients, presenting as object of study, develop a series of computations, where the application of Renny Montilla's square is displayed, to determine the percentage of crude protein with three (3), five (5) and seven (7) ingredients, to achieve feed balancing to meet the protein requirements of lactating cows in the final stage, which will serve as a support for the use of a greater number of odd ingredients manually, being a research of a quantitative nature developed under a descriptive methodology, of a documentary type, where it can be seen that the Renny Montilla square can be used to calculate the odd ingredients greater than three, taking as reference the animal's need for crude protein

Keywords: Odd ingredients, crude protein, Renny Montilla square, food balancing.

INTRODUCCIÓN

El ambiente del planeta tierra se divide en artificial y natural, donde el natural da origen al artificial, que se emplea para satisfacer las necesidades de la sociedad, lo



que se convierte en una paradoja, al tener en cuenta que lo artificial está menoscabando la existencia de lo natural, lo mismo ocurre con la alimentación de la humanidad donde su existencia depende en parte de su alimentación, es tan evidente su correlación que a medida que aumenta la humanidad aumenta la demanda de alimentos.

Para satisfacer la alimentación de las sociedades del planeta ha alterado los ambientes naturales para aumentar las áreas de producción, tanto de siembra como de producción animal, este último es el que da el aporte de proteína animal, donde los rumiantes mediante la metanogénesis son los que aportan mayor cantidad de metano entérico (NH_4) a la atmosfera, el cual forma parte de los Gases de Efecto de Invernadero (GEI), que influye en forma directa en el cambio climático que afecta al planeta.

Dentro de las soluciones para diezmar la cantidad de NH_4 , que es aportada a la atmosfera por medio de los rumiantes, es mediante una dieta balanceada, que cumpla con los nutrimentos que requiere el animal para su desarrollo, donde los métodos para lograr ese fin son variados, dentro de los que se encuentran, el Cuadrado de Pearson, Prueba y Error, entre otros, los cuales están limitados por la cantidad de ingredientes a balancear, esto es tan evidente que en la

actualidad se aplican paquetes tecnológicos para lograr una mezcla de ingredientes que proporcione una concentración establecida de nutrientes.

La complejidad del cálculo de los ingredientes en elaboración de una dieta balanceada en la producción animal para satisfacer la demanda de proteína animal es el objeto la presente investigación que se desarrollara bajo una metodología descriptiva de tipo documental que se plantea “Desarrollar una serie de cómputos donde se visualice la aplicación del cuadrado de Renny Montilla (CRM), para determinar el porcentaje de proteína cruda con tres (3), cinco (5) y siete (7) ingredientes para lograr el balanceo de alimentos para satisfacer los requerimientos de proteína de vacas lactantes en la etapa final”, el cual servirá como un apoyo para el empleo de una mayor cantidad de ingredientes impares en forma manual

ANTECEDENTES

Dentro de los precedentes relacionados con el estudio a desarrollar, se encuentra el artículo presentado por Zalapa Ríos, Alejandro (2011) el cual lleva por nombre “Balanceo de raciones a mínimo costo”, donde su objeto es describir el manejo de un software empleado en el balanceo de raciones para animales, específicamente



usando la hoja de Cálculo Excel propiedad de Microsoft[®], donde la relación con el estudio radica en que se quiere emplear el cuadrado de Renny Montilla, como un método práctico que se pueda calcular los ingredientes de una alimentación balanceada sin mucha complejidad y usos de paquetes tecnológicos. En lo que se refiere a la metodología que empleó Zalapa (2011), es de tipo descriptiva, al igual que la investigación que está en proceso, donde se evidencia que el autor quiere usar mecanismos que permitan el empleo de diversos ingredientes y sus combinaciones para alcanzar un alimento balanceado a mínimo costo, además cita que el manejo del paquete tecnológico es difícil y engorroso en el inicio y a medida que se practique se consigue la habilidad para manejarlo.

Otro de los referentes que forman parte de los antecedentes del estudio en desarrollo, es el artículo intitulado “Realidades del cuadrado de Pearson simple, compuesto y el agregado”, realizado por Zalapa, Ríos, Alejandro (2010) el cual plantea una técnica que se denomina Cuadrado de Pearson agregado, donde presenta como objeto de estudio la versatilidad del empleo de esta nueva herramienta en el cálculo de los ingredientes para el balanceo de alimentos para animales mediante el empleo de 11

ingredientes de 7 mezclas con dos ingredientes, al usar como base el requerimiento de proteína a través del cuadrado de Pearson, al ser su premisa que la mayoría de los ganaderos del Municipio de Charapan, Michoacán México, se dedican a realizar engordes de becerro en pequeña escala de 1 hasta 15 animales.

El estudio de Zalapa et al (2010) guarda relación con la presente investigación, debido a que emplea ingredientes impares, mediante el uso de la proteína cruda como, al igual que este estudio, que se quiere cuantificar el porcentaje de proteína cruda con tres (3), cinco (5) y siete (7) ingredientes, donde esta herramienta planteada sea de fácil aplicación y de esta manera usarse en el campo productivo, teniendo analogía con las metas que se buscan en la aplicación del CRM, al servir de apoyo para el empleo de una mayor cantidad de ingredientes impares en forma manual.

Por el lado la metodología aplicada por Zalapa et al (2010) no se evidencia, por lo que se puede inferir que es empírica al establecer que “Hay una técnica que no he visto usarla de tal manera y por tal motivo digo que la he desarrollado en mi trabajo de campo y oficina” (p. 2), es decir que basó el planteamiento del cuadrado de Pearson agregado sobre una serie de datos recolectados por el autor en su



campo laboral y la necesidad del empleo de mayor cantidad de ingredientes en las formulaciones de alimentos.

También hay que acotar que Zalapa (2010), que el método que plantea no se basa en reglas o procedimientos establecidos, sino que esta debe de satisfacer el objetivo de que sea un instrumento de fácil empleo en la elaboración de concentrados al indicar:

En este caso no nos interesan reglas de funcionamiento, aunque sea redundante... sin embargo no es el objetivo del presente trabajo, pásenlo por alto, solo observen el procedimiento y todo lo que se puede hacer con esta simple pero mágica herramienta. (p. 6).

TEORÍA, MÉTODOS Y RESULTADOS

Para Flores (2013) existen varios métodos para balancear una ración, algunos muy simples y otros más complejos. También se encuentran los que se pueden realizar mediante cálculos manuales para resolver casos prácticos y sencillos, como los de prueba y error, cuadrado de Pearson, ecuaciones simultáneas y programación lineal, donde el cuadrado de Pearson y las ecuaciones simultáneas mediante el método de Cramer se deben 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 en desarrollar una serie de cómputos donde se visualice la aplicación del cuadrado de Renny Montilla (CRM), para determinar el porcentaje de proteína cruda con tres (3), cinco (5) y siete (7) ingredientes para lograr el balanceo de alimentos para satisfacer los requerimientos de proteína de vacas lactantes en la etapa final”, el cual servirá como un apoyo para el empleo de una mayor cantidad de ingredientes impares.

La investigación descriptiva según Arias (2012) consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento, la cual es la base del presente estudio al describir la manera de realizar de forma manual los cálculos pertinentes para determinar el porcentaje de proteína cruda con tres (3), cinco (5) y siete (7) ingredientes, donde la cantidad de ingredientes van a depender del porcentaje de proteína cruda esperada, basados en los requerimientos nutricionales del animal.

Siguiendo el orden de ideas, para Arias (2012) la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, en este caso se aplicara la fórmula para el balanceo de los nutrientes empleada en la guía práctica de ejercicios para el cálculo de ingredientes



pares e impares mediante el uso del cuadrado de Renny Montilla (Montilla, 2021), para satisfacer los requerimientos de proteína de vacas lactantes en la etapa final, teniendo en cuenta que la suma de los porcentajes aportados por los ingredientes sean igual al porcentaje esperado, también se debe cumplir que la suma de los ingredientes en kilogramos sean 100.

A continuación se desarrollaran los cálculos pertinentes aplicando el cuadrado de Renny Montilla, para determinar el porcentaje de proteína cruda con tres (3), cinco (5) y siete (7) ingredientes para lograr el balanceo de alimentos para satisfacer los requerimientos de proteína de vacas lactantes en la etapa final.

PLANTEAMIENTO.

El requerimiento de proteína cruda para vacas lactantes en la etapa final es de 15% (Tabla 1), por lo que se requiere cubrir sus requerimientos con tres, cinco y siete ingredientes, empleando el CRM.

Tabla 1. Requisitos para raciones de vacas en lactancia (adaptados de Pond, Church y Pond 1995).

	LACTANCIA		
	Inicio < 10 sem.	Media 10-20 sem.	Final > 20 sem.
Consumo estimado, %PV	> 4,0	3,5-4,0	3,0-3,5
PC, %MS	17-18	16-17	14-16
SIP, %PC	30-35	35-40	35-40
DIP, %PC	60-65	60-65	60-65
UIP, %PC	35-40	35-40	35-40
ENL, Meal.kg ⁻¹ MS	1,65-1,76	1,60-1,65	1,50-1,60
FAD, %MS	18-20	21-23	22-24
FND, %MS	26-30	32-34	34-36
FND forraje, %MS	20-22	23-25	25-27
CNE, %MS	35-40	35-40	35-40
Grasa máxima, %MS	6-8	4-6	4-5
Ca, %MS	0,70-0,90	0,65-0,75	0,60-0,70
P, %MS	0,45-0,50	0,40-0,45	0,35-0,40

Fuente: Datos de la investigación (2022). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

TRES INGREDIENTES.

Nombre	%PB
Harina de maíz (<i>Zea mays</i>).	8,70
Moringa (Moringa oleifera). (Tallos).	11,22
Follaje de Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).	24,38

$A_1 =$ %PB de Harina de maíz (*Zea mays*).

$A_2 =$ %PB de Moringa (Moringa oleifera). (Tallos).

$A_3 =$ %PB de Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).

$X_1 =$ Cantidad de Harina de maíz (*Zea mays*) en Kg.

$X_2 =$ Cantidad de Moringa (Moringa oleifera). (Tallos).en Kg.

$X_3 =$ Cantidad de Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).en Kg

$A =$ Requerimiento de proteína cruda.

$A_1 = 8,7\%$; $A_2 = 11,22$; $A_3 = 24,38$; $A = 15\%$; $X_1 = \text{¿?}$; $X_2 = \text{¿?}$; $X_3 = \text{¿?}$

LIMITES

$L_i = A_2 = 11,22$; $L_s = A_3 = 24,38$ $L_i < A < L_s$;

$11,22 < 15 < 24,38$, se cumple que A es mayor que el L_i y menor al L_s .

Establecimiento de los nuevos Límites

$$Pr = \frac{L_i}{L_s} = \frac{11,22}{24,38} = 0,46$$

$$X_1 = 1 - Pr = 1 - 0,46 = 0,54$$

$$n = A_1 X_1 = 8,7(0,54) = 4,70$$



$Li < A < Li + n$ donde $11,22 < 15 < 11,22 + 4,70$; $11,22 \leq 15 < 15,92$, se cumple que A es mayor que el Li y menor al Li + n.

Harina de maíz (*Zea mays*).

n= porcentaje proteína bruta que debe generar la cantidad de Harina de maíz (*Zea mays*) que se determine.

$$n = A - Li = 15 - 11,22 = 3,78; X_1 = \frac{n}{A_1} = \frac{3,78}{8,7} =$$

$$0,4345 * 100 = 43,45 \text{ Kg.}$$

Moringa (*Moringa oleifera*), (Tallos).

Pr= Peso relativo.; $Pr = 1 - X_1 = 1 - 0,4345 = 0,5655$; Ar=Li: Ar= 11,22

$$X_2 = \frac{A_3 (Pr) - Ar}{A_3 - A_2} = \frac{24,38(0,5655) - 11,22}{24,38 - 11,22} =$$

$$\frac{13,79 - 11,22}{13,16} = \frac{2,57}{13,16} = 0,1951 * 100.; X_2 =$$

$$19,51 \text{ Kg.}$$

Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).

$$X_3 = \frac{Ar - A_3 (Pr)}{A_3 - A_2} = \frac{11,22 - 11,22(0,5655)}{24,38 - 11,22} =$$

$$\frac{11,22 - 6,35}{13,16} = \frac{4,87}{13,16} = 0,3704 * 100$$

$$X_3 = 37,04 \text{ Kg.}$$

Comprobación

$$X_1 + X_2 + X_3 = 100; 43,45 + 19,51 + 37,04 = 100; 100 = 100;$$

Aporte de Proteína Bruta (%PB).

$$A_1 X_1 + A_2 X_2 + A_3 X_3 = A;$$

$$8,7(0,4345) + 11,22(0,1951) + 24,38(0,3704) = 15\%:$$

$$3,78 + 2,19 + 9,03 = 15$$

CINCO INGREDIENTES

Nombre	%PB
Harina de maíz (<i>Zea mays</i>).	8,70
Moringa (<i>Moringa oleifera</i>). (Tallos).	11,22
Harina de hueso	12,00
Harina de matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>).	20,00
Follaje de Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).	24,38

A₁= %PB de Harina de maíz (*Zea mays*).

A₂= %PB de Moringa (*Moringa oleifera*). (Tallos).

A₃= %PB de Harina de hueso

A₄= %PB de Harina de matarratón (*Gliricidia sepium*).

A₅= %PB de Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).

X₁= Cantidad de Harina de maíz (*Zea mays*) en Kg.

X₂= Cantidad de Moringa (*Moringa oleifera*). (Tallos).en Kg.

X₃= Cantidad de Harina de hueso en Kg.

X₄= Cantidad de Harina de matarratón (*Gliricidia sepium*).en Kg.

X₅= Cantidad de Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).en Kg

A= Requerimiento de proteína cruda.

A₁= 8,7%; A₂= 11,22; A₃= 12,00; A₄= 20,00; A₅= 24,38; A= 15%; X₁= ¿?; X₂= ¿?; X₃= ¿?; X₄= ¿?; X₅= ¿?

Limites

Li= A₃= 12,00; Ls= A₄= 20,00; Li < A < Ls; 12,00 < 15 < 20,00, se cumple que A es mayor que el Li y menor al Ls



Establecimiento de los nuevos Límites

$$Pr = \frac{Li}{Ls} = \frac{12,00}{20,00} = 0,60$$

$$X_1 = 1 - Pr = 1 - 0,60 = 0,40$$

$$n = A_1 X_1 = 8,7(0,40) = 3,48$$

Li < A < Li + n donde 12,00 < 15 < 12,00 + 3,48; 12,00 < 15 < 15,48, se cumple que A es mayor que el Li y menor al Li + n.

Harina de maíz (*Zea mays*).

n = porcentaje proteína bruta que debe generar la cantidad de Harina de maíz (*Zea mays*) que se determine.

$$n = A - Li = 15 - 12,00 = 3; X_1 = \frac{n}{A_1} = \frac{3}{8,7}$$

$$0,3448 * 100 = 34,48 \text{ Kg.}$$

Moringa (*Moringa oleifera*), (Tallos).

Pr = Peso relativo; Pr = 1 - X₁ = 1 - 0,3448 = 0,6552; Ar = Li: Ar = 12,00

$$X_2 = \frac{A_5 (P_r) - Ar}{(A_5 + A_4) - (A_3 + A_2)} = \frac{24,38(0,6552) - 12}{(24,38 + 20,00) - (12,00 + 11,22)} = \frac{15,97 - 12,00}{15,97 - 12,00} = \frac{3,97}{3,97} = 0,1878 * 100; X_2 = 18,78 \text{ Kg.}$$

Harina de hueso.

$$X_3 = \frac{A_4 (P_r) - Ar}{(A_5 + A_4) - (A_3 + A_2)} = \frac{20,00(0,6552) - 12}{(24,38 + 20,00) - (12,00 + 11,22)} = \frac{13,10 - 12,00}{13,10 - 12,00} = \frac{1,10}{1,10} = 0,0521 * 100; X_3 = 5,21 \text{ Kg.}$$

Harina de matarratón (*Gliricidia sepium*).

$$X_4 = \frac{Ar - A_3 (P_r)}{(A_5 + A_4) - (A_3 + A_2)} = \frac{12 - 12,00(0,6552)}{(24,38 + 20,00) - (12,00 + 11,22)} = \frac{12,00 - 7,86}{12,00 - 7,86} = \frac{4,14}{4,14} = 0,1956 * 100; X_4 = 19,56 \text{ Kg.}$$

Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).

$$X_5 = \frac{Ar - A_2 (P_r)}{(A_5 + A_4) - (A_3 + A_2)} = \frac{12 - 11,22(0,6552)}{(24,38 + 20,00) - (12,00 + 11,22)} = \frac{12,00 - 7,35}{12,00 - 7,35} = \frac{4,65}{4,65} = 0,2197 * 100; X_5 = 21,97 \text{ Kg.}$$

Comprobación

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 100; 34,48 + 18,78 + 5,21 + 19,56 + 21,97 = 100; 100 = 100.$$

Aporte de Proteína Bruta (%PB).

$$A_1 X_1 + A_2 X_2 + A_3 X_3 + A_4 X_4 + A_5 X_5 = A; 8,70(0,3448) + 11,22(0,1878) + 12,00(0,0521) + 20,00(0,1956) + 24,38(0,2197) = 3,00 + 2,11 + 0,63 + 3,91 + 5,36 = 15\%$$

Siete ingredientes

Nombre	%PB
Harina de maíz (<i>Zea mays</i>).	8,70
Moringa (<i>Moringa oleifera</i>). (Tallos).	11,22
Harina de hueso	12,00
Arroz de tercera o tercerilla de arroz (<i>Oryza sativa</i>).	14,90
Harina de matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>).	20,00
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>).	22,30
Follaje de Yuca (<i>Manihot esculenta</i>).	24,38

A₁ = %PB de Harina de maíz (*Zea mays*).

A₂ = %PB de Moringa (*Moringa oleifera*). (Tallos).



$A_3 =$ %PB de Harina de hueso

$A_4 =$ %PB de Arroz de tercera o tercerilla de arroz (*Oryza sativa*).

$A_5 =$ %PB de Harina de matarratón (*Gliricidia sepium*).

$A_6 =$ %PB de Leucaena (*Leucaena leucocephala*).

$A_7 =$ %PB de Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).

$X_1 =$ Cantidad de Harina de maíz (*Zea mays*) en Kg.

$X_2 =$ Cantidad de Moringa (*Moringa oleifera*). (Tallos). en Kg.

$X_3 =$ Cantidad de Harina de hueso en Kg.

$X_4 =$ Cantidad de tercera o tercerilla de arroz (*Oryza sativa*).

$X_5 =$ Cantidad de Harina de matarratón (*Gliricidia sepium*). en Kg.

$X_6 =$ Cantidad de Leucaena (*Leucaena leucocephala*).

$X_7 =$ Cantidad de Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*). en Kg

$A =$ Requerimiento de proteína cruda.

$A_1 = 8,70\%$; $A_2 = 11,22$; $A_3 = 12,00$; $A_4 = 14,90$;
 $A_5 = 20,00$; $A_6 = 22,30$; $A_7 = 24,38$; $A = 15\%$;
 $X_1 = \text{¿?}$; $X_2 = \text{¿?}$; $X_3 = \text{¿?}$; $X_4 = \text{¿?}$; $X_5 = \text{¿?}$; $X_6 = \text{¿?}$; $X_7 = \text{¿?}$

Limites

$Li = A_4 = 14,90$; $Ls = A_5 = 20,00$; $Li < A < Ls$;

$14,90 < 15 < 20,00$, se cumple que A es mayor que el Li y menor al Ls.

Establecimiento de los nuevos Límites

$$Pr = \frac{Li}{Ls} = \frac{14,90}{20,00} = 0,7450$$

$$X_1 = 1 - Pr = 1 - 0,7450 = 0,2550$$

$$n = A_1 X_1 = 8,7(0,2550) = 2,22$$

$Li < A < Li + n$ donde $14,90 < 15 < 14,90 + 2,22$;
 $14,90 < 15 < 17,12$, se cumple que A es mayor que el Li y menor al Li + n.

Harina de maíz (*Zea mays*).

$n =$ porcentaje proteína bruta que debe generar la cantidad de Harina de maíz (*Zea mays*) que se determine.

$$n = A - Li = 15 - 14,90 = 0,10$$

$$X_1 = \frac{n}{A_1} = \frac{0,10}{8,7} = 0,0115 * 100 = 1,15 \text{ Kg.}$$

Moringa (*Moringa oleifera*), (Tallos).

$Pr =$ Peso relativo; $Pr = 1 - X_1 = 1 - 0,0115 = 0,9885$; $Ar = Li$: $Ar = 14,90$

$$X_2 = \frac{A_7 (Pr) - Ar}{(A_7 + A_6 + A_5) - (A_4 + A_3 + A_2)} = \frac{24,38(0,9885) - 14,90}{(24,38 + 22,30 + 20,00) - (14,90 + 12,00 + 11,22)} = \frac{24,10 - 14,90}{66,68 - 38,12} = \frac{9,20}{28,56} = 0,3221 * 100; X_2 = 32,21 \text{ Kg.}$$

Harina de hueso.

$$X_3 = \frac{A_6 (Pr) - Ar}{(A_7 + A_6 + A_5) - (A_4 + A_3 + A_2)} =$$



$$\frac{22,30(0,9885) - 14,90}{(24,38 + 22,30 + 20,00) - (14,90 + 12,00 + 11,22)}$$

$$= \frac{22,04 - 14,90}{66,68 - 38,12} = \frac{7,14}{28,56} = 0,2501 * 100; X_3 = 25,01 \text{ Kg.}$$

Tercera o tercerilla de arroz (*Oryza sativa*).

$$X_4 = \frac{A_5 (P_r) - Ar}{(A_7 + A_6 + A_5) - (A_4 + A_3 + A_2)} =$$

$$\frac{20,00(0,9885) - 14,90}{(24,38 + 22,30 + 20,00) - (14,90 + 12,00 + 11,22)}$$

$$= \frac{19,77 - 14,90}{66,68 - 38,12} = \frac{4,87}{28,56} = 0,1705 * 100; X_4 = 17,05 \text{ Kg.}$$

Harina de matarratón (*Gliricidia sepium*).

$$X_5 = \frac{Ar - A_4 (P_r)}{(A_7 + A_6 + A_5) - (A_4 + A_3 + A_2)} =$$

$$\frac{14,90 - 14,90(0,9885)}{(24,38 + 22,30 + 20,00) - (14,90 + 12,00 + 11,22)}$$

$$= \frac{14,90 - 14,73}{66,68 - 38,12} = \frac{0,17}{28,56} = 0,0060 * 100; X_5 = 0,60 \text{ Kg.}$$

Leucaena (*Leucaena leucocephala*).

$$X_6 = \frac{Ar - A_3 (P_r)}{(A_7 + A_6 + A_5) - (A_4 + A_3 + A_2)} =$$

$$\frac{14,90 - 12,00(0,9885)}{(24,38 + 22,30 + 20,00) - (14,90 + 12,00 + 11,22)}$$

$$= \frac{14,90 - 11,86}{66,68 - 38,12} = \frac{3,04}{28,56} = 0,1064 * 100; X_6 = 10,64 \text{ Kg.}$$

Follaje de Yuca (*Manihot esculenta*).

$$X_7 = \frac{Ar - A_2 (P_r)}{(A_7 + A_6 + A_5) - (A_4 + A_3 + A_2)} =$$

$$\frac{14,90 - 11,22(0,9885)}{(24,38 + 22,30 + 20,00) - (14,90 + 12,00 + 11,22)}$$

$$= \frac{14,90 - 11,09}{66,68 - 38,12} = \frac{3,81}{28,56} = 0,1334 * 100; X_7 = 13,34 \text{ Kg.}$$

Comprobación

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 = 100;$$

$$1,15 + 32,21 + 25,01 + 17,05 + 0,60 + 10,64 + 13,34 = 100; 100 = 100.$$

Aporte de Proteína Bruta (%PB).

$$A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + A_4X_4 + A_5X_5 + A_6X_6 + A_7X_7 = A;$$

$$8,70(0,0115) + 11,22(0,3221) + 12,00(0,2501) + 14,90(0,1705) + 20,00(0,0060) + 22,30(0,1064) + 24,38(0,1334) = 0,10 + 3,61 + 3,00 + 2,54 + 0,12 + 2,37 + 3,25 = 15\%$$

Conclusiones.

En síntesis se puede observar que el cuadrado de Renny Montilla se puede emplear para realizar los cálculos de los ingredientes impares mayores de tres, teniendo como referencia la necesidad de proteína bruta del animal, al cumplir que la suma de sus pesos es igual a 100 Kg y además la suma de los aportes de proteína de cada ingrediente es igual a la requerida, teniendo en cuenta que las proteínas son constituyentes orgánicos esenciales de los organismos vivos y son los nutrientes que se hallan en mayor cantidad en el tejido muscular de los animales. (Pond, Church y Pond 2002).



También es oportuno mencionar que el CRM servirá como un método práctico para el balanceo de ingredientes impares al emplear una sustitución directa de los aportes de proteínas de los nutrientes para los cálculos de las cantidades de ingredientes a emplear, por otro lado se puede usar como herramienta de apoyo en la enseñanza y aprendizaje en las materias de ingeniería en producción animal y otras afines, que involucren la alimentación animal. La aplicación de esta fórmula del cuadrado de Renny Montilla, puede ser trasladada a otros subproyectos o materias que involucren balanceos en distintas carreras, por lo que a su vez puede servir de sustento para otras investigaciones y extensiones.

Referencias

- Arias, Fidias. (2012). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6ª Edición, Editorial Episteme.
- Cerdas Ramírez, Roberto. (2013). Formulación de raciones para carne y leche. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste. Revista de las Sedes Regionales, vol. XIV, núm. 29, julio-diciembre, 2013, pp. 128-153. Universidad de Costa Rica.
- Flores, Jorgelina. (2013). Formulación de raciones. Unidad 4, diciembre 2013.
- Montilla E, Renny J (2021). Guía práctica de ejercicios para el cálculo de ingredientes pares e impares empleando el cuadrado de Renny Montilla. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social. Programa de Ciencias del Agro y del Mar.
- Pond, W. G. Church, D. C. Pond, K. R. (2002). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial LImusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, Balderas 95. México. D.F.
- Zalapa Ríos, Alejandro. (2011). Balanceo de raciones a mínimo costo. Paracho, Michoacán, México. www.produccion-animal.com.ar.
- Zalapa Ríos, Alejandro. (2010). Realidades del cuadrado de Pearson simple, compuesto y el agregado. Engormix.com. www.produccion-animal.com.ar