

DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL HENO PREDIGERIDO Y SU INCORPORACIÓN EN UNA FÓRMULA ALIMENTICIA ANIMAL.

Clemente Rael, Díaz Andreína y Mieres Pitre Alberto

Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Valencia – Venezuela.

andreina_diaz2005@hotmail.com, albertopitre@icnet.com.ve

Palabras Clave: Heno predigerido, formulación, complemento nutricional.

Introducción

Los centros de beneficio presentan como característica común la generación de un desecho denominado heno predigerido, el cual se dispone de manera artesanal a cielo abierto, causando problemas de contaminación por su alto contenido de residuos susceptibles a alteración por acción microbiana, larvaria e infestación de insectos, por lo que el aprovechamiento de este desecho se hace necesario. En el siguiente trabajo se formuló un complemento alimenticio para conejos que cumpliera con las especificaciones de la Norma COVENIN 1886-83 de Alimento Completo para Conejos, para lo cual se determinó el análisis proximal, microbiológico y micológico del desecho orgánico recolectado en el centro de beneficio, empleando métodos establecidos en la normativa venezolana COVENIN; así como la selección de otras fuentes alimenticias que junto al heno, mejoran las características nutricionales del alimento a desarrollar. A través de esta investigación se pretende aprovechar el desecho sólido generado en los centros de beneficio de ganado bovino como materia prima no convencional para la elaboración de un alimento balanceado para conejos. Para tal fin el desecho recolectado, debe ser sometido a un proceso de deshidratación y molienda, para luego ser caracterizado mediante un análisis proximal y de esta manera comparar con los requerimientos nutricionales del conejo, así como las materias primas empleadas comúnmente para la elaboración de este tipo de alimentos y apoyándose en un programa de formulación de productos alimenticios comerciales, se obtiene finalmente la fórmula; y a partir de allí se formula el diseño del proceso de elaboración del alimento para conejos a escala piloto y las pruebas biológicas a aplicar a los animales bajo estudio. Sobre esta base la investigación plantea una solución para la disposición final de un desecho orgánico que es considerado como desperdicio por la empresa, obteniendo a partir de él un producto de alto valor agregado.

Metodología

Inicialmente se realizaron visitas al centro de beneficio de ganado vacuno, con el fin de verificar la disposición final del heno predigerido, el cual es dispuesto de manera artesanal al aire libre, ocasionando problemas de contaminación

por su alto contenido de residuos susceptibles a alteración por acción microbiana, larvaria e infestación de insectos.

Seguidamente se realizó la recolección de las muestras a analizar, siguiendo los

procedimientos de la Norma COVENIN 1567-80; las muestras primarias se obtienen en la etapa de evisceración blanca del proceso de beneficio, recolectando omasos de ganado proveniente de un mismo proveedor, con el fin de evitar diferencias en los hábitos alimenticios de los animales sacrificados. Considerando que diariamente se reciben aproximadamente 50 reses provenientes del proveedor seleccionado, se tomaron 5 omasos como muestra primaria, para luego unirlos y formar una muestra lote. El muestreo se realizó dos días a la semana, durante cuatro semanas.

Las muestras recolectadas se mantuvieron refrigeradas a 20°C, antes de ser tratadas. Posteriormente se caracterizaron física, química y microbiológica según normativa COVENIN, determinando: Humedad, cenizas totales, grasa cruda, proteína cruda, fibra cruda, fósforo, calcio, salmonella sp y hongos.

Luego de caracterizado el desecho orgánico recolectado, se procedió a elaborar la harina, empleando las muestras tomadas. La harina de heno predigerido se obtiene sometiendo el desecho a un proceso de desecación y de molienda.

Secado: El tiempo total de secado se determina mediante una curva de secado, obtenido del cálculo del contenido de humedad del heno predigerido secado en la estufa a 100°C, cada 60 minutos hasta humedad constante. El heno predigerido es esparcido sobre bandejas cubiertas con papel aluminio, las cuales son introducidas en una estufa de calentamiento por

convección que mantiene una temperatura aproximadamente uniforme en todo el medio a 60°C, durante 72 horas.

Molienda: El heno predigerido deshidratado finalmente se somete a un proceso de molienda en un molino por frotamiento de discos a escala laboratorio, hasta conseguir un polvo bastante fino.

Obtenida la harina de heno predigerido, se procedió a realizar el análisis físico, químico y microbiológico, con el fin de determinar la calidad nutricional y sanitaria del alimento a elaborar. Una vez seleccionado el animal a estudiar, se investigan las materias primas nacionales empleadas para la elaboración de alimentos balanceados para el animal seleccionado y apoyándose en un programa de formulación, en este caso el sistema de formulación Brill, se obtiene la fórmula nutricional con la harina de heno predigerido y las materias primas a emplear para mejorar el valor nutricional del alimento y cumplir a su vez con los requerimientos nutricionales del animal bajo estudio.

Para validar la calidad del producto formulado, se seleccionó un producto comercial existente en el mercado, tomando una población de 12 animales, de los cuales se distribuyeron de la siguiente manera: 6 animales alimentados con alimento base heno (3 hembras y 3 machos) y 6 animales alimentados con alimento comercial (3 hembras y 3 machos), durante 8 semanas; esto con el fin de determinar diferencias de ganancia de peso del animal.

Resultados y Discusión

Tal y como se ha indicado en el marco metodológico, una vez recolectadas las muestras de heno predigerido se procedió a realizar el análisis proximal del mismo, obteniéndose los resultados de la tabla 1:

Tabla 1. Composición proximal del heno predigerido

Humedad	69,07%
Cenizas	9,00%
Grasa	2,76%
Fibra	50,75%
Calcio	4,91%
Proteína base seca	8,92%
Carbohidratos	10,25%
Fósforo	4389 mg / 100 g de muestra

Una vez determinado el valor nutricional del desecho orgánico recolectado en el centro de beneficio de ganado bovino apoyándose en las normativas nacionales e internacionales, es necesario comparar los resultados obtenidos del análisis bromatológico del mismo con los requerimientos nutricionales de diferentes animales; esto con el fin de determinar a que tipo de animal va dirigido el alimento a formular y si es necesario complementar ó mejorar su valor nutricional con sustituciones de otras materias primas, en caso de no cubrir con los requerimientos del animal seleccionado.

En las siguientes tablas se presentan los requerimientos nutricionales de alimentos para posibles animales a los que podría dirigirse el alimento a formular; basándose en la normativa venezolana COVENIN, están:

Tabla 2. Requerimientos nutricionales de alimento completo para equinos (crecimiento)

Característica	Cantidad
Proteína cruda, % mín.	14,0
Fibra cruda, % máx.	12,0
Grasa cruda, % mín.	1,5
Calcio, % máx.	1,5
Fósforo total, %	0,6
Humedad, % máx.	12,5

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1884 – 83

Tabla 3. Requerimientos nutricionales de alimento completo para animales de bioferio (ratas, ratones, hámsters y acures)

Característica	Cantidad
Proteína cruda, % mín.	18,0
Fibra cruda, % máx.	10,0
Grasa cruda, % mín.	2,0
Calcio, % máx.	1,1
Fósforo total, %	0,6
Humedad, % máx.	12,5

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1887 – 83

Tabla 4. Requerimientos nutricionales de alimento completo para aves (engorde)

Especie	Característica				
	Proteína cruda, % mín.	Fibra cruda, % máx.	Grasa cruda, % mín.	Calcio, % máx.	Fósforo total, %
Pollos	18,0	4,0	4,5	1,1	0,7
Pavos	17,0	5,0	2,0	1,0	0,7
Patos	16,0	6,0	1,5	1,0	0,7

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1881 – 83

Tabla 5. Requerimientos nutricionales de alimento completo para cerdos (engorde)

Característica	Cantidad
Proteína cruda, % mín.	14,0
Fibra cruda, % máx.	6,0
Grasa cruda, % mín.	2,0
Calcio, % máx.	0,7
Fósforo total, %	0,5
Humedad, % máx.	12,5
Extracto libre de nitrógeno, % mín. (ELN)	55,0

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1882 – 83

Tabla 6. Requerimientos nutricionales de alimento completo para peces (terminador)

Característica	Tipo de alimento	
	Peces de aguas frías	Peces de aguas cálidas
Proteína cruda, % mín.	36,0	25,0
Fibra cruda, % máx.	6,0	12,0
Grasa cruda, % mín.	8,0	8,0
Calcio, % máx.	5,0	5,0
Fósforo total, %	0,8	0,8
Humedad, % máx.	12,0	12,0

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1885 – 85

Tabla 7. Requerimientos nutricionales de alimento completo para conejos (engorde)

Característica	Cantidad
Proteína cruda, % mín.	15,0
Fibra cruda, % máx.	15,0
Grasa cruda, % mín.	1,5
Calcio, % máx.	1,2
Fósforo total, %	0,5
Humedad, % máx.	12,5

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1886 – 83

Tabla 8. Requerimientos nutricionales de alimento completo para caninos y felinos (alimento granulado y expandido)

Característica	Tipo de animal	
	Caninos	Felinos
Proteína cruda, % mín.	20,0	30,0
Fibra cruda, % máx.	6,0	6,0
Grasa cruda, % mín.	4,5	6,0
Calcio, % máx.	2,0	2,0
Fósforo total, %	0,8	0,8
Humedad, % máx.	12,5	12,5

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1888 – 83

De acuerdo a las tablas aquí expuestas se observa que el heno predigerido por sí solo no satisface los requerimientos nutricionales de ninguno de los animales aquí señalados, por lo que se ha de mejorar el valor nutricional del mismo con sustituciones de otras materias primas. Las materias primas a seleccionar dependerán del tipo de animal al que vaya dirigida la fórmula por lo que primero ha de seleccionarse el animal a tratar.

Para la selección del animal al que iría dirigido el alimento a formular se tomó en consideración el tiempo que tarda el animal en alcanzar su talla comercial, por lo que ya se estaría descartando el ganado bovino, equino y porcino, así como perros y gatos ya que requieren de al menos dos (02) años para alcanzar su talla comercial, haciendo más tedioso el trabajo de investigación, además de mencionar que los perros y gatos en Venezuela sólo tienen uso artesanal y los peces no fueron tomados en cuenta para el estudio ya que son animales difíciles de manipular.

Entre los animales potenciales a los que podría dirigirse la fórmula, estarían las aves y conejos, los cuales requieren entre seis (06) y ocho (08) semanas para alcanzar su talla comercial. Considerando que el desecho es rico en proteína y fibra, es de provecho dirigir la formulación hacia una etapa de engorde.

En Venezuela existen en el mercado avícola diversas formulaciones con diferentes sustituciones de materias primas no convencionales, por lo que este trabajo de investigación se dirige hacia la formulación de un alimento completo para conejos, introduciendo un producto innovador en un mercado poco explotado. La cunicultura ó explotación de la carne de conejo en Venezuela está afianzándose ya que esta carne es más económica y especialmente baja en grasas saturadas, por esta razón se recomienda en caso de enfermedades cardiovasculares. Aconsejada en dietas para contrarrestar efectos de colesterol y ácido úrico, previniendo los disturbios del metabolismo lipídico. Escaso contenido de sodio y una notable cantidad de potasio, lo que la hace conveniente para problemas de hipertensión ó vasculopatías; haciendo esto que dicho mercado vaya creciendo con el paso de los años, ofreciendo una

formulación más económica de un alimento balanceado para conejos, partiendo de una sustitución de un desecho orgánico recolectado en los centros de beneficio de ganado bovino.

En la tabla 9 se muestran los nutrientes presentes en la carne de conejo y su comparación con otras carnes.

Tabla 9. Tabla comparativa de los valores nutricionales de la carne de conejo con otros tipos de carnes

Tipo	Peso Canal kg	Proteína %	Grasa %	Agua %	Colesterol m/g 100g	Aporte Energético kcal/100g	Contenido En hierro mg/100g
Carne de ternera	150	14-20	8-9	74	70-84	170	2,2
Carne de vaca	250	19-21	10-19	71	90-100	250	2,8
Carne de cerdo	80	12-16	30-35	52	70-105	290	1,7
Carne de cordero	10	11-16	20-25	63	75-77	250	2,3
Carne de conejo	1	19-25	3-8	70	25-50	160-200	3,5
Carne de pollo	1,3-1,5	12-18	9-10	67	81-100	150-195	1,8
Huevo de gallina	0,06	12-13	10-11	65-66	213	150-160	1,4

Fuente: SALAS, 2001

Para que la fórmula nutricional del alimento y los niveles microbiológicos sean acordes a los requerimientos nutricionales del animal al que va destinado, hay que tener en cuenta la composición nutricional y calidad de las materias primas a utilizar en la formulación y por tanto hay que tener un buen método de preparación de la fórmula final con la finalidad de asegurar de que el alimento cumpla con lo que se pide.

En cuanto al tamaño del pellet y su dureza, vienen no sólo dado por los requerimientos del animal sino de la calibración y programación del equipo con el cual se lleva a cabo el corte (pelletizadora): tamaño del pellet y por la composición final de agua, grasa y fibra del alimento terminado: dureza del pellet.

Una vez conocido el valor nutricional del desecho recolectado y conocido el animal al que se va a dirigir el alimento, se procedió a realizar la formulación, apoyándose en el programa de formulación Brill Formulation, el cual requiere como datos el porcentaje de sustitución y valor nutricional del desecho recolectado, el valor nutricional de las materias primas a emplear para la elaboración de alimentos balanceados para el animal seleccionado y los requerimientos nutricionales del animal seleccionado.

En la tabla 10, se muestra el valor nutricional de las materias primas empleadas en la elaboración de alimentos balanceados para conejos

Tabla 10. Características de las materias primas adicionales a agregar al alimento a formular

Materia prima	Composición nutricional (P ± 0,01) %					
	Humedad	Fibra	Grasa	Proteína	Calcio	Fósforo
Afrechillo de trigo	13,00	11,00	4,50	17,00	0,20	1,00
Salvado de maíz	12,00	2,40	4,20	9,40	0,04	0,30
Harina de soja	18,00	8,10	21,00	42,00	0,40	0,71
Melaza	15,00	0,00	0,00	5,80	1,00	0,10

Fuente: Super S, C.A.

El programa teniendo los datos requeridos, lo que hace es comparar los requerimientos nutricionales del animal con el valor nutricional del desecho recolectado y hace diferentes sustituciones de las demás materias primas hasta cubrir los requerimientos del animal, los resultados obtenidos para la formulación se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Porcentaje de sustitución de cada materia prima junto al heno predigerido en el alimento final

Materia prima	Porcentaje de sustitución (%)
Afrechillo de trigo	66,68
Salvado de maíz	19,28
Heno predigerido	7,49
Vitaminas	0,15
Minerales	0,10
Carbonato fino	2,75
Sal	0,55
Melaza	3,00

Ya obtenido el alimento para conejo se procede a diseñar y aplicar las pruebas biológicas, mostrando en la tabla 12 el diseño de las pruebas.

Tabla 12. Diagrama del diseño estadístico efectuado en el experimento.

Alimento	Sexo	
	Machos	Hembras
Comercial	3 (Jaula 1)	3 (Jaula 3)
Alimento base heno predigerido	3 (Jaula 2)	3 (Jaula 4)

En las siguientes tablas se observan los resultados obtenidos durante las 8 semanas de duración del ensayo.

Tabla 13. Ganancia de peso de los gazapos durante el primer mes del ensayo.

Jaula	Conejo	Peso Inicial	A los 30 días	Ganancia (m ± 10) g
		(m ± 5) g		
1	Blanco	420	940	520
	Gris	610	1100	490
	Blanco con negro	400	940	540
2	Amarillo	400	1080	680
	Negro	420	1140	720
	Blanco con negro	300	850	550
3	Marrón	400	910	510
	Negro con + blanco	200	720	520
	Blanco con + negro	420	880	460
4	Negro con punto	450	1020	570
	Negro	520	1060	540
	Negro con blanco	400	960	560

Tabla 14. Ganancia de peso de los gazapos durante el segundo mes del ensayo.

Jaula	Conejo	A los 30 días	A los 60 días	Ganancia (m ± 10) g
		(m ± 5) g		
1	Blanco	940	1640	700
	Gris	1100	1856	756
	Blanco con negro	940	1612	672
2	Amarillo	1080	2995	1915
	Negro	1140	2850	1710
	Blanco con negro	850	2556	1706
3	Marrón	910	1582	672
	Negro con + blanco	720	1420	700
	Blanco con + negro	880	1636	756
4	Negro con punto	1020	2713	1693
	Negro	1060	2730	1670
	Negro con blanco	960	2725	1765

De los resultados obtenidos se puede observar que los animales alimentados con base heno presentaron una mayor ganancia de peso, reportando dichos animales al final del ensayo una ganancia de peso de aproximadamente el 75% de la ganancia de peso de los animales alimentados con alimento comercial.

Durante el ensayo realizado con los animales, se obtuvo como variable respuesta la ganancia de peso, la cual se utilizó como criterio para determinar el efecto del alimento sobre el animal, y emitir juicios sobre la calidad y aprovechamiento del mismo por el conejo.

Se aplicó análisis de varianza, utilizando el programa MINITAB13 a los resultados obtenidos ya que el número de datos fue significativo, para establecer así de manera certera las interacciones existentes entre los factores involucrados, como: sexo, tipo de alimento y tiempo de duración del ensayo. Para la ganancia de peso resultó un factorial de 2^2 , ya que existían dos niveles de alimentación y dos sexos distintos, cada uno con dos grupos de tres réplicas, por un periodo de ocho semanas.

Del análisis de varianza se consideraron influyentes los factores que se muestran en la tabla 15, con sus respectivas interacciones.

Tabla 15. Análisis de varianza de la ganancia de peso del animal.

Factores	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados totales	Suma de cuadrados medios	F	P
Tiempo	6	8992348	8992348	1498725	147,90	0,000
Alimento	1	102201	102201	102201	10,09	0,002
Sexo	1	203058	203058	203058	20,04	0,000
T * A	6	20557	20557	3426	0,34	0,914
T * S	6	80867	80867	13478	1,33	0,259
A * S	1	215030	215030	215030	21,22	0,000
T * A * S	6	16429	16429	2738	0,27	0,949
Error	56	567467	567467	10133		
Total	83	10197956				

Para el análisis estadístico se deben comparar los F valores calculados con el F tabulado (161), si el valor de F calculado es menor a F teórico, se procede a comparar los P valores considerándose que existen diferencias significativas si los P valores calculados son menores al P teórico, que es 0,05. De acuerdo a lo anteriormente explicado, los tres factores seleccionados (tiempo, alimento, sexo) influyen en la ganancia de peso del animal, y la interacción alimento*sexo es la más significativa.

Los resultados obtenidos eran los esperados ya que a medida que transcurre el tiempo el consumo de alimento se incrementa y por tanto aumenta la ganancia de peso en el animal, por otro lado el sexo tiene un papel fundamental ya que las hembras consumen más alimento que los machos, pero asimilan en menor cantidad los nutrientes del alimento, de allí que presentaran un peso menor al peso de los machos. Al igual, la calidad del pienso es importante por que un alimento con deficiencias nutricionales, traerá como consecuente un desarrollo igualmente deficiente.

Conclusiones

- El heno predigerido es generado en la etapa de evisceración blanca del proceso de beneficio de ganado bovino.
- El alimento a formular va dirigido a los conejos en etapa de engorde y crecimiento.

- El método empleado para elaborar la formulación, fue la programación lineal, empleando el Sistema de Formulación Brill.
- Los conejos alimentados con alimento base heno obtuvieron una ganancia de peso relativamente mayor a la ganancia de peso presentada por los conejos alimentados con alimento comercial.
- La ganancia de peso por día para los conejos alimentados con alimento base heno, durante la primera semana del ensayo, fue de 20 g/día, mientras que para los conejos alimentados con alimento comercial fue de 14,29 g/día.
- La ganancia de peso presentada por los conejos alimentados con alimento base heno supera en aproximadamente el 75% la ganancia de peso presentada por los conejos alimentados con alimento comercial.

Bibliografía

1. COVENIN 1126 (1989). Alimentos. Identificación y preparación de muestras para el análisis. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
2. COVENIN 1155 (1979). Alimentos para animales. Determinación de cenizas. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
3. COVENIN 1156 (1979). Alimentos para animales. Determinación de humedad. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
4. COVENIN 1158 (1982). Alimentos para animales. Determinación de calcio. Método de referencia. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
5. COVENIN 1162 (1979). Alimentos para animales. Determinación de extracto etéreo. Método de referencia. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
6. COVENIN 1194 (1979). Alimentos para animales. Determinación de fibra cruda. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
7. COVENIN 1567 (1980). Método de muestreo. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
8. ROJAS, J. (1999). Métodos de formulación de raciones [en línea]. Perú. Disponible en: http://www.monografias.com/metodos_de_formulacion_de_raciones.htm. [2004, 5 de Mayo]
9. SALAS, M. (2001). Cualidades de la carne de conejo [en línea]. Perú. Disponible en: http://www.Los_conejos_de_Don_Pedro.com/cualidades_de_la_carne_de_conejo
10. SARMIENTO, J. (2000). Sistema digestivo de rumiantes y aves [en línea]. Perú. Disponible en: http://www.monografias.com/Sistema_digestivo_de_rumiantes_y_aves.htm. [2004, 3 de Julio]
11. SUPER S, C.A. (1999). Proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales. Editorial Buena Vista. Valencia, Venezuela.