

Evaluación físico-química de residuos agroindustriales para la alimentación animal

Physical-chemical evaluation of agroindustrial waste for animal feed

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4426474>

AUTORES: William Adolfo Filian Hurtado¹

Julio Camilo Salinas Lozada^{2*}

Rudy Alfredo Arias Torres³

Juan Carlos Gómez Villalva⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: * jsalinasl@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 28 / 08 / 2020

Fecha de aceptación: 28 / 12 / 2020

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue la caracterización de residuos agroindustriales como cascara de maracuyá, cascara de plátano, semilla de maracuyá, panca de arroz y panca de maíz para el uso como insumos en la alimentación animal. Para esto se analizaron las siguientes variables proteína, fibra, humedad, cenizas, grasa y energía. Se realizó comparación de medias utilizando el método T de Student y mediante la técnica de correlaciones de Pearson se estimó la relación entre proteína, fibra, humedad, cenizas, grasa y energía. El análisis de correspondencia midió la asociación del contenido nutricional de los insumos estudiados. En los resultados se muestra que no existió correlación, en la proteína fue de -0,09 (p<0.05 0,8861), en la fibra fue de -0,66 (p<0.05 0,2246), en la humedad fue de -0,34 (p<0.05 0,5748), en la ceniza fue de -0,15 (p<0.05 0,813), en la grasa fue de -0,12 (p<0.05 0,8494),

¹Médico Veterinario y Zootecnista, Magister en Desarrollo Agropecuario Sostenible, Universidad Técnica de Babahoyo, wfilian@utb.edu.ec

²Ingeniero Zootecnista, Magister en Producción Animal, Universidad Técnica de Babahoyo, jsalinasl@utb.edu.ec

³Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Técnica de Babahoyo, rudytorres1993@hotmail.com

⁴Médico Veterinario y Zootecnista, Magister en Gerencia de Servicios de Salud, Universidad Técnica de Babahoyo, jgomez@utb.edu.ec

en la energía fue de 0,49 ($p < 0.05$ 0,3997), la grasa y ceniza explican las variables nutricionales con mejor asociación respecto a las demás. En conclusión, por los resultados obtenidos estos insumos demuestran ser una alternativa nutricional para la alimentación animal.

Palabras clave: *Alimentación animal, caracterización, evaluación, residuos agroindustriales.*

ABSTRACT

The objective of this study was the characterization of agro-industrial residues such as passion fruit peel, banana peel, passion fruit seed, rice cake and corn cake for use as inputs in animal feed. For this, the following variables protein, fiber, moisture, ash, fat and energy were analyzed. Comparison of means was performed using the Student's t method and the relationship between protein, fiber, moisture, ash, fat and energy was estimated using Pearson's correlation technique. The correspondence analysis measured the association of the nutritional content of the inputs studied. The results show that there was no correlation, in protein it was -0.09 ($p < 0.05$ 0.8861), in fiber it was -0.66 ($p < 0.05$ 0.2246), in humidity it was of -0.34 ($p < 0.05$ 0.5748), in ash it was -0.15 ($p < 0.05$ 0.813), in fat it was -0.12 ($p < 0.05$ 0.8494), in energy was 0.49 ($p < 0.05$ 0.3997), fat and ash explain the nutritional variables with better association with respect to the others. In conclusion, based on the results obtained, these inputs prove to be a nutritional alternative for animal feed.

Keywords: *Animal feed, characterization, evaluation, agro-industrial waste.*

INTRODUCCIÓN

El aumento mundial en la demanda de alimentos, especialmente proteína, plantea la necesidad de aplicar estrategias más eficientes y sostenibles de alimentación animal. La capacidad de los rumiantes de utilizar eficientemente la fibra hace posible aprovechar subproductos y residuos agrícolas provenientes de cultivos tropicales (*García M. et al., 2015*) como la cascara de maracuyá, cascara de plátano, semilla de maracuyá, panca de arroz y panca de maíz, los cuales también aportan energía y proteína.

Las principales investigaciones han estado dirigidas a desarrollar tecnologías que los utilicen como materias primas en la producción de biocombustibles, pulpas, papel y productos químicos de nueva generación y alto valor agregado (Cabrera E. *et al.*, 2016).

Entre los materiales prospectivos para estos resultados encontramos los residuos agroindustriales, los cuales están propicios en una amplia diversidad alrededor del mundo, ya que son generados a partir de la cosecha y procesamiento de diferentes productos agrícolas de alta demanda social (Sarkar *et al.*, 2012).

Aunque estos materiales suelen agruparse para diferenciarlos de otros residuos vegetales, las cantidades de los principales componentes estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosas) pueden variar considerablemente de un residuo a otro (Cabrera *et al.*, 2014). Al respecto, Bargo *et al.*, (2005) referidos por Van Wyngard *et al.*, (2015), mencionan que los subproductos con alto contenido de fibra pueden contribuir a mantener un pH ruminal normal, incrementar la digestión de forrajes fibrosos y pasturas y, por lo tanto, aumentar el consumo de materia seca.

En los países subdesarrollados y en vías de desarrollo estos residuos son comúnmente abandonados en vertederos o reducidos a cenizas, provocando la contaminación del entorno (León D. *et al.*, 2013).

La biotecnología permite la bio-conversión de residuos agroindustriales en productos de interés comercial mediante procesos de extracción directos o de transformación por química o microbiológica (Moldes *et al.*, 2002).

Desde el punto de vista económico, de acuerdo a informes presentado por CEPAL, FAO, & IICA (2014) se preveé que en los próximos 10 años los precios internacionales de diversos productos agrícolas bajaran, con excepción de la carne bovina, porcina y de pescado, por lo que resulta necesaria la implementación de estrategias que mejoren la eficiencia en la producción, capten mayores fuentes de financiamiento e inversión e incentiven la actividad agropecuaria sostenible.

Los rumiantes son especialmente deseables debido a su habilidad para convertir el forraje, los residuos de alimentos y los cultivos con alto contenido de celulosa en productos y alimentos útiles (FAO 2015).

Al promover la implementación de sistemas mixtos e integrados entre agricultura y ganadería, más ricos en nutrientes, menos dependientes de los cambios e inestabilidad de

los mercados y más sostenibles como fuente de trabajo e ingreso para la agricultura familiar, se requiere un mayor conocimiento que para los sistemas tradicionales de monocultivo (CEPAL, FAO, & IICA 2014).

Garcia *et al.*, (2015) indican que el aumento mundial en la demanda de nutrientes especialmente proteína plantea la necesidad de aplicar estrategias más eficientes y sostenibles de alimentación animal.

Considerando datos presentados por SEA, IICA, & CNC (2007) la producción de banano en Ecuador es alrededor de 6 millones de toneladas métricas. Teniendo en cuenta el porcentaje de desecho mencionado anteriormente, alrededor de 1.8 y 2.4 millones de toneladas de banano podrían ser usadas en la producción animal. En relación a la cáscara, según si bien la cáscara de banano maduro presenta una composición proteica baja, es rica en energía proveniente tanto de los carbohidratos como de la grasa presente en la misma y presenta una composición de ácidos grasos muy balanceada, con un 44% de saturados, que superan a la soya y al maíz en un 70 y 77%, respectivamente, lo que podría convertir a la cascara en una fuente de grasa proteica.

La búsqueda de materias primas de bajo coste y fácil adquisición que puedan ser utilizados como sustratos fermentables (fuentes de C o N) constituye uno de los retos más interesantes de la biotecnología actual (Rivas *et al.*, 2004).

El Objetivo General fue el de evaluar algunos residuos agroindustriales mediante la caracterización físico-química para su utilización en la alimentación animal.

DESARROLLO

La presente investigación se realizó en la provincia de los Ríos, la misma que cuenta con las siguientes características, Temperatura 25°C, Humedad Relativa 76%, precipitación media 1635mm, Latitud 01°47'4"s, Longitud 79°32'00"w, Altura 0007msnm, Estación Meteorológica de la Universidad Técnica de Babahoyo (FACIAG).

Residuos agroindustriales como el maracuyá (*passiflora edulis* – flavicarpa), cascara y semilla de maracuyá, plátano (*mussa paradisiaca*), cascara de plátano, Arroz (*oriza sativa*), panca arroz, maíz (*zea mays*).

METODOLOGÍA

La investigación utilizó el método descriptivo y de observación experimental. Las variables estudiadas fueron % de proteína, fibra, humedad, cenizas, grasa y energía, y se realizará una comparación de medias utilizando el método T DE STUDENTE, para el análisis de las muestras, también se realizó una correlación por medio de un programa estadístico Star Graphics.

MANEJO DEL ENSAYO

El trabajo experimental consistió en realizar pruebas bromatológicas a muestras de subproductos o residuos agroindustriales que muchas veces son desechados por las empresas dedicadas a este tipo de explotación.

Las muestras se las recolecto a temperatura ambiente, que oscilaba entre los 24° a 28° C.

1 kilogramo, fue la cantidad requerida por el laboratorio para realizar las pruebas y su respectiva repetición. La textura de las muestras fue de conformación suave y con un pH variable entre 3.5 y 5.5%, valores de acidez aceptables para la realización de los análisis respectivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los resultados de los análisis bromatológicos realizados a la cascara de maracuyá, cascara de plátano, semilla de maracuyá, panca de arroz y panca de maíz en los laboratorios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Según Mason C *et al.*, (2014) la composición química de la torta de maracuyá en base seca, en la provincia del Guayas reporto el contenido de proteína bruta (%) de 24,52, y grasa de 11,64 son superiores a los obtenidos en la investigación con valores de 7,70 y 1,26 respectivamente.

Angulo L *et al.*, (2018) manifiesta entre los resultados que fueron observados de la cascara de maracuyá puede ser usada para la producción de harina, por sus componentes nutricionales como 5,9% proteína, 26,6% fibra cruda, siendo estos valores comparados con los análisis bromatológicos de la investigación inferior al % de proteína y superior el % de Fibra.

Mondragón J *et al.*, (2018), en la investigación de cascara de plátano (*dominico harton*) nos dice que los subproductos fueron caracterizados teniendo en cuenta parámetros físico-químicos como, humedad con un contenido en % base seca del 8,49 y cenizas con un contenido en % base seca del 8,01, menores a los resultados obtenidos en la investigación.

Aguiar S *et al.*, (2019), indica en su estudio de la composición química de subproductos agroindustriales destinados a la alimentación de cerdos, que en el análisis de la cascara de plátano la proteína bruta obtuvo un resultado del 7,93%, superior a los datos obtenidos en la presente investigación.

Alvarado P (2018) realizó el estudio de la panca de arroz y determinó que la misma posee un contenido de fibra 31,36 % y de proteína 4,65 %, obtenido resultados similares en los análisis bromatológicos de la caracterización obtenida.

Grandez N (2018) determino los siguientes resultados de la caracterización nutricional de once variedades de residuos, entre ellos el rastrojo de maíz que obtuvo un contenido de proteína: 4,0%; y ceniza: 5,36%; valores inferiores a los residuos agroindustriales obtenidos en este estudio.

Tabla 1: Análisis bromatológicos de los insumos agroindustriales.

Variable	Cascara de maracuyá	Cascara de plátano	Semilla de maracuyá	Panca de arroz	Panca de maíz
	%	%	%	%	%
Proteína	6,76	6,46	6,20	4,26	5,00
Fibra	47,07	17,35	51,87	39,02	43,94
Humedad	12,22	13,78	7,45	7,57	7,83
Cenizas	9,46	9,05	3,74	22,8	15,75
Grasa	0,78	3,85	0,54	0,93	0,76
Energía	3,54kcal/gr	3,77kcal/gr	5,11kcal/gr	3,05kcal/gr	3,53kcal/gr

Fuente: Propia

En la tabla 2 se muestran los resultados proporcionados por la UTQ, de los insumos utilizados en anteriores investigaciones, los cuales sirvieron para realizar un análisis de medias utilizando el método T de Student.

Tabla 2: Análisis bromatológicos UTQ

Variable	Cascara de maracuyá	Cascara de plátano	Semilla de maracuyá	Panca de arroz	Panca de maíz
	%	%	%	%	%
Proteína	7,70	5,19	5,88	4,40	5,78
Fibra	39,48	11,58	55,50	39,40	38,78
Humedad	86,11	80,90	7,80	12,50	9,20
Cenizas	7,20	16,30	1,70	20,60	1,40
Grasa	1,26	0,30	21,30	1,10	1,71
Energía	3150	3240	4450	2680	3160

Fuente: Laboratorio UTQ

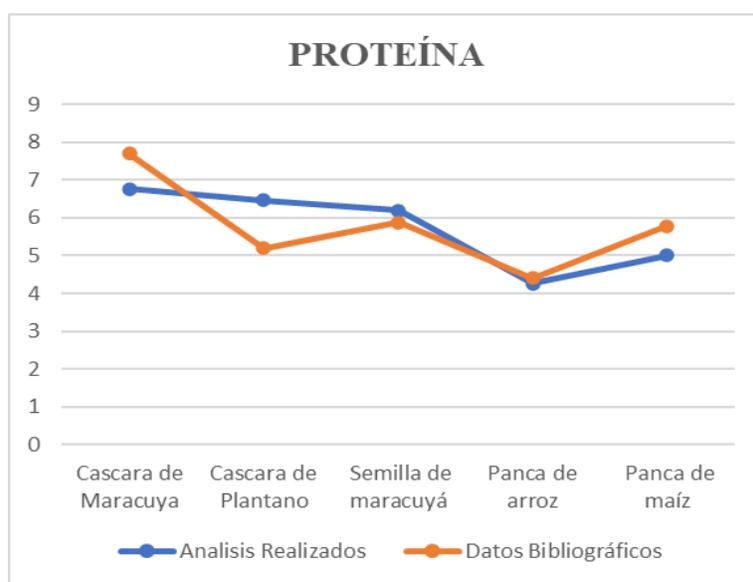


Ilustración 1: Comparación t de studen para proteína

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

Tabla 3: Análisis de la Comparación de medias de la variable Proteína

	Análisis Realizados	Datos Bibliográficos
Media	5,736	5,79
Varianza	1,12708	1,4871
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0,699463371	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-0,134740873	
P(T<=t) una cola	0,449662378	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,899324757	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

En la Tabla 3 se muestra los análisis realizados en comparación de medias de la variable proteína donde se obtuvo los siguientes resultados, media y varianza de los análisis de 5,735 y 1,12708 respectivamente, media y varianza de los datos bibliográficos de 5,79 y 1,4871 determinando similitud en los mismos.

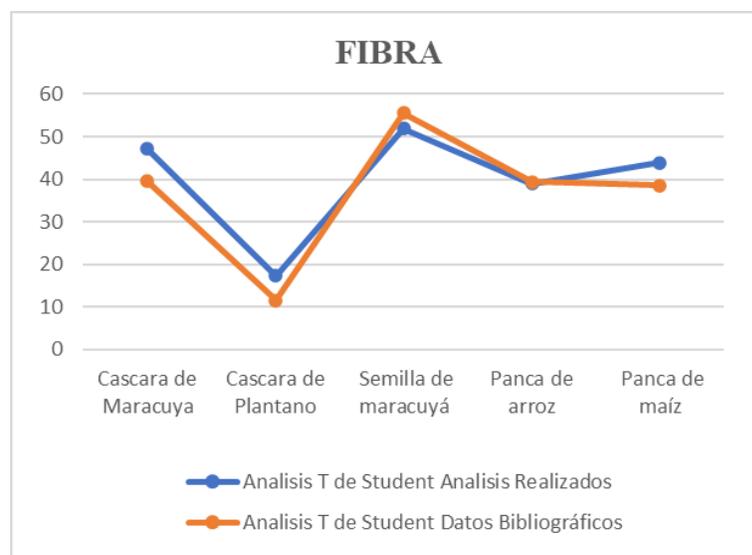


Ilustración 2: Comparación t de studen para fibra

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

Tabla 4: Análisis de la Comparación de medias de la variable Fibra

	Análisis Realizados	Datos Bibliográficos
Media	39,85	36,906
Varianza	180,06895	250,68938
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0,960928771	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	1,389951517	
P(T<=t) una cola	0,118449029	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,236898057	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

En la Tabla 4 se muestra los análisis realizados en comparación de medias de la variable fibra donde se obtuvo los siguientes resultados, media y varianza de los análisis de 39,85 y 180,06895 respectivamente, media y varianza de los datos bibliográficos de 36,906 y 250,68938 determinando similitud en los mismos.

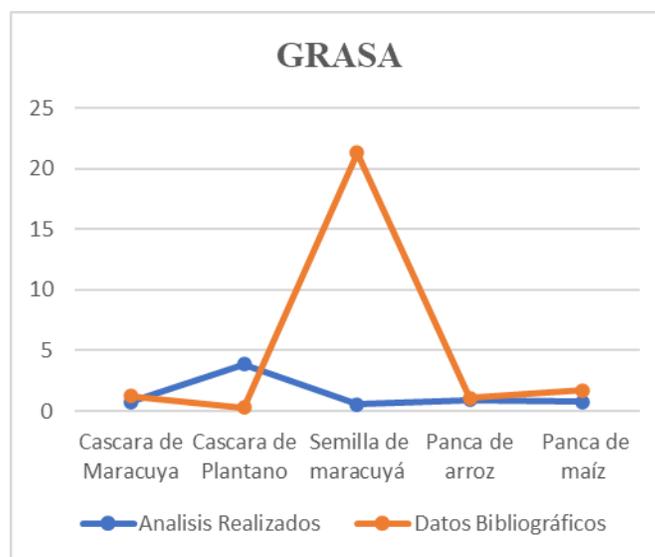


Ilustración 3: Comparación t de studen para grasa

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

Tabla 5: Análisis de la Comparación de medias de las variables Grasa

	Análisis realizados	Datos Bibliográficos
Media	1,372	5,134
Varianza	1,93827	81,92798
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,382033784	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-0,8699822	
P(T<=t) una cola	0,216701627	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,433403253	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

En la Tabla 5 se muestra los análisis realizados en comparación de medias de la variable fibra donde se obtuvo los siguientes resultados, media y varianza de los análisis de 1,372 y 1,93827 respectivamente, media y varianza de los datos bibliográficos de 5,134 y 81,92798 determinando diferencias significativas en los datos.

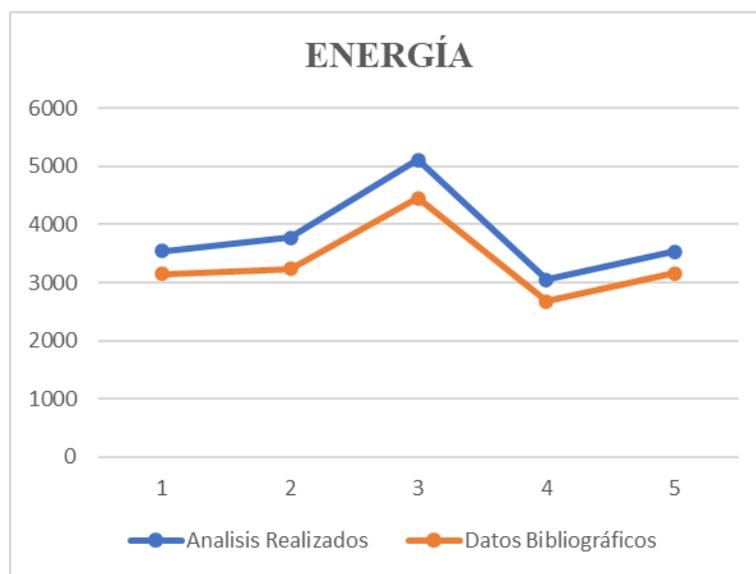


Ilustración 4: Comparación t de studen para energía

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

Tabla 6: Análisis de la Comparación de medias de la variable Energía

	Análisis realizados	Datos Bibliográficos
Media	3800	3336
Varianza	605000	436530
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0,997310334	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	8,082102966	
P(T<=t) una cola	0,000636722	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,001273444	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

En la Tabla 6 se muestra los análisis realizados en comparación de medias de la variable fibra donde se obtuvo los siguientes resultados, media y varianza de los análisis de 3800 y 605000 respectivamente, media y varianza de los datos bibliográficos de 3336 y 436530 determinando diferencias no significativas en los datos.

ENERGIA VS PROTEINA.

Los resultados de las correlaciones realizadas muestran que, dado que el valor P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,10, no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 90% o más. La estadística R-Squared indica que el modelo tal como se explica el 24,2213% de la variabilidad en ENERGIA. El estadístico R cuadrado ajustado, que es más adecuado para comparar modelos con diferentes números de variables independientes, es 0,0%. El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,781845. Este valor se puede usar para construir límites de predicción para nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,457077 es el valor promedio de los residuos. La estadística de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si existe alguna correlación significativa en función del orden en que ocurren en su archivo de

datos. Dado que el valor P es mayor que 0,05, no hay indicación de autocorrelación en serie en los residuos. Al determinar si el modelo se puede simplificar, observe que el valor P más alto en las variables independientes es 0,3997, que pertenece a PROTEINA. Dado que el valor P es mayor o igual a 0.10, ese término no es estadísticamente significativo al 90% o más alto nivel de confianza. En consecuencia, debe considerar eliminar PROTEINA del modelo.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: ENERGIA

T estándar			
Parámetro	Estimación	Error Estadística	Valor P
CONSTANTE	1,73173	2,14088	0,808883 0,4778
PROTEINA	0,360578	0,368225	0,979232 0,3997

Análisis de variación

Fuente	Suma de cuadrados	Df	Cuadrado medio	F-Ratio	Valor P
Modelo	0,586155	1	0,586155	0,96	0,3997
Residual	1,83384	3	0,611282		
Total (Corr.)	2,42	4			
R cuadrado = 24,2213 por ciento					
R cuadrado (ajustado para d.f.) = 0,0 por ciento					
Error estándar de est. = 0,781845					
Error absoluto medio = 0,457077					
Estadística de Durbin-Watson = 2,21739 (P = 0,1430)					
Retraso 1 autocorrelación residual = -0,216652					

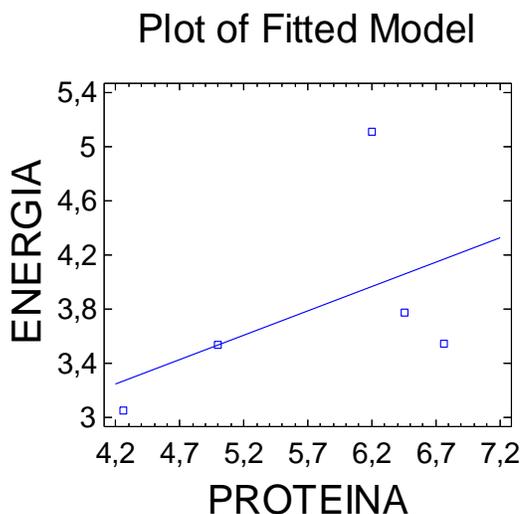


Ilustración 5: Correlación Energía vs Proteína

Correlación

Tamaño de muestra Valor P

Esta tabla muestra las correlaciones de momento del producto Pearson entre energía y proteína. Los valores de p por debajo de 0.05 indican correlaciones estadísticamente significativas distintas de cero en el nivel de confianza del 95%. Las variables energía y proteína tienen valores P inferiores a 0.05.

PROTEINA VS GRASA

Los resultados de las correlaciones realizadas muestran que, el valor P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,10, no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 90% o más.

La estadística R-Squared indica que el modelo ajustado explica el 10,3786% de la variabilidad en PROTEINA. El estadístico R cuadrado ajustado, que es más adecuado para comparar modelos con diferentes números de variables independientes, es 0,0%. El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 1,16052. Este valor se puede usar para construir límites de predicción para nuevas observaciones seleccionando la opción Informes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,781229 es el valor promedio de los residuos. La estadística de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si existe alguna correlación significativa en función del

orden en que ocurren en su archivo de datos. Dado que el valor P es mayor que 0.05, no hay indicación de autocorrelación en serie en los residuos.

Al determinar si el modelo se puede simplificar, observe que el valor P más alto en las variables independientes es 0,5970, perteneciente a GRASA. Dado que el valor P es mayor o igual a 0,10, ese término no es estadísticamente significativo al nivel de confianza del 90% o más. En consecuencia, debe considerar eliminar GRASA del modelo.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: PROTEINA

T estándar			
Parámetro	Estimación	Error Estadística	Valor P
CONSTANTE	5,39895	0,77224	6,99128 0,0060
GRASA	0,245662	0,416788	0,589418 0,5970

Análisis de variación

Fuente	Suma de cuadrados	Df	Cuadrado medio	F-Ratio	Valor P
Modelo	0,467898	1	0,467898	0,35	0,5970
Residual	4.04042	3	1,34681		
Total (Corr.)	4,50832	4			
R cuadrado = 10,3786 por ciento					
R cuadrado (ajustado para d.f.) = 0,0 por ciento					
Error estándar de est. = 1,16052					
Error absoluto medio = 0,781229					
Estadística de Durbin-Watson = 1,5278 (P = 0,3610)					
Lag. 1 autocorrelación residual = 0,0244211					

Correlación

Tamaño de muestra Valor P

El resultado de la muestra se debe ajustar a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre proteína y 1 variable grasa. La ecuación del modelo ajustado es: proteína = 5,39895 + 0,245662*grasa.

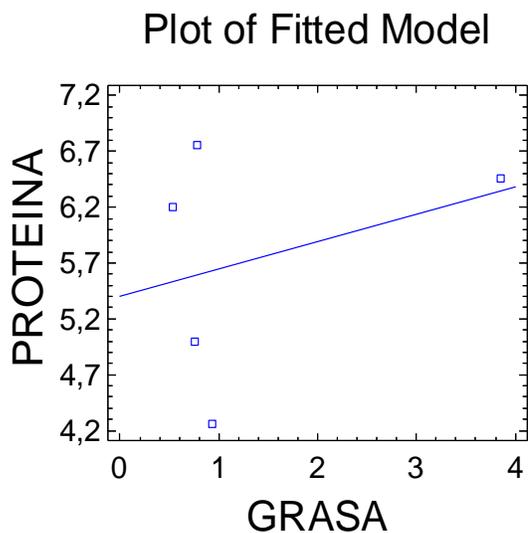


Ilustración 6: Correlación Proteína vs Grasa

Tabla 7. Correlación de Pearson

	Proteína	Fibra	Humedad	Cenizas	Grasa	Energía
Proteína	-					
Fibra	-0.09 ns	-				
Humedad	0.71 ns	-0.66 ns	-			
Cenizas	-0.88 *	-0.11 ns	-0.34 ns	-		
Grasa	0.32 ns	-0.97 **	0.75 ns	-0.15 ns	-	
Energía	0.42 ns	0.34 ns	-0.17 ns	-0.84 ns	0.12 ns	-

ns. - no significativo ($p > 0,05$); *- significativo al nivel de 5 % ($p < 0,05$); ** significativo al nivel de 5 % ($p < 0,01$);

Tabla 8: Correlación de Pearson

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Proteína	Fibra	5	-0,09	0,8861
Proteína	Humedad	5	0,71	0,1821
Proteína	Cenizas	5	-0,88	0,0502
Proteína	Grasa	5	0,32	0,597
Proteína	Energía	5	0,49	0,3997
Fibra	Humedad	5	-0,66	0,2246
Fibra	Cenizas	5	-0,11	0,8548
Fibra	Grasa	5	-0,97	0,0076
Fibra	Energía	5	0,34	0,5794
Humedad	Cenizas	5	-0,34	0,5748
Humedad	Grasa	5	0,75	0,1426
Humedad	Energía	5	-0,17	0,78
Cenizas	Grasa	5	-0,15	0,813
Cenizas	Energía	5	-0,84	0,0728
Grasa	Energía	5	-0,12	0,8494

Tabla 9: Caracterización Física de Residuos Agroindustriales

CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES					
Variable	Cascara de maracuyá	Cascara de plátano	Semilla de maracuyá	Panca de arroz	Panca de maíz
pH	3.5%	4.28%	4.10%	5.5%	5.8%
Peso	12.31 g	12.5 g	0.30 g	0.125 g	0.140 g
Longitud	4-7.74 cm	21 cm	0.5 cm	80 cm	1,80 m
Forma	Ovalada	Recta	Plana	Delgadas	Delgada
Color	Amarillo	Verde	Marrón	Verde/	Verde/
			Oscuro/Negra	Amarilloso	Amarilloso
Textura	Dura/Lisa	Dura/Lisa	Dura	Suave/Rugosa	Suave/Rugosa

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se concluye que la cantidad de proteína y energía encontrados en los residuos agroindustriales caracterizados aportan significativamente en la nutrición animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Martínez Pedro Antonio (2018). Elaboración de raciones como suplemento alimenticio del ganado bovino, empleando residuos de cosecha de maíz, maní y arroz. Jipijapa. UNESUM. Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura.78pg
- Angulo, L, De Souza, V, De Oliveira, A, Matta, F, 2018. CARACTERIZACION DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES: NARANJA Y MARACUYA. Revista Ingeniería y Región, Volumen 20. 59-67 pp. DOI: 10.25054/22161325.1916
- Van Wyngaard, J.D.V., R. Meeske, L.J. Erasmus, 2015. EFFECT OF PALM KERNEL EXPELLER AS SUPPLEMENTATION ON PRODUCTION PERFORMANCE OF JERSEY COWS GRAZING KIKUYO-RYEGRASS PASTURE. Anim. Feed Sci. Technol.,199,29-40.
- Cabrera, E., León, V., De la Caridad, A., & Dopico, D. (2016). Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. Centro Azúcar vol.43, n.4, pp.27-35. ISSN 0253-5777.
- Cabrera, E., Muñoz, M. J., Martín, R., Caro, I., Curbelo, C., & Díaz, A. B. (2014). Alkaline and alkaline peroxide pretreatments at mild temperature to enhance enzymatic hydrolysis of rice hulls and straw. En Bioresource Technology, Vol. 167 (págs. 1-7).
- CEPAL, (. E., FAO, (. d., & IICA, (. I. (2014). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe. Resumen Ejecutivo. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA). San Jose, CR.
- FAO, (2015). Interacciones con ganado. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Agricultura de Conservación. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/ca/es/4.html>.
- Garcia, M., Henry, D., Schulmeister, T., Benítez, J., Ruiz Moreno, M., Cuenca, J., Ponce, C., & DiLorenzo, N. (2015). Nutrición animal en sistemas tropicales: Uso de residuos agrícolas en la producción animal. Maskana, 6(Supl.), 75-81. Recuperado a partir de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/651>
- Grandez, N, 2018, CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE VARIETADES DE RESIDUOS DE COSECHA EN LA REGIÓN AMAZONAS, Perú.

- León, T. S., Dopico, D., Triana, O., & Medina, M. (2013). Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad. En *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, Vol. 47, No. 2, May.-Agos., 2013 (págs. 13-22).
- Mason Carlos, Victor Godoy, Italo Espinoza, Adolfo Sánchez, Edison Mason, Manuel Romero, 2014, *CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA SEMILLA DE MARACUYA PASSIFLORA EDULIS PROCEDENTE DE LOS CANTONES VINCES Y GUAYAS, ECUADOR PARA SU USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL*, Cuarto Simposio Latinoamericano de Alimentación Animal, Quevedo, pp 85-89, ISBN: 978-9942-948-01-4.
- Moldes, A. B., Cruz, J. M., Domínguez, J. M., & Parajó, J. C. (2002). Production of a cellulosic sub-strate susceptible to enzymatic hydrolysis from prehidrolized barley husks. En *Agr. Food Sci. Finland.* 11 (págs. 51-58).
- Mondragón, J; Serna, J; García, L; Jaramillo, L, 2018, *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS CÁSCARA Y VÁSTAGO DEL PLÁTANO DOMINICO HARTON*, Revista ION, ISSN web: 2145-8480.
- Rivas, B., Moldes, A., Dominguez, J., & Parajo, J. (2004). Lactic Acid Production from Corn Cobs by Simultaneous Saccharification and Fermentation: a Mathematical Interpretation. En *Enzyme and Microbial Tecnology*, vol 34 (7) (págs. 627-634).
- Santiago Nicolás Aguiar, Edgar Chicaiza, Karel Diéguez-Santana y Willan Orlando Caicedo (2019): “Composición química de subproductos agroindustriales destinados para la alimentación de cerdos”, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* (abril 2019). En línea <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/subproductos-alimentacion-cerdos.html>, - ISSN: 2254-7630.
- Sarkar, N., Ghosh, S. K., Bannerjee, S., & Aikat, K. (2012). Bioethanol production from agricultural wastes: an overview. En *Renewable Energy*, Vol. 37, No. 1 (págs. 19-27).
- SEA, (. d., IICA, (. I., & CNC, (. N. (2007). Estudio de la cadena agroalimentaria de banano en la Republica Dominicana. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA). Santo Domingo, DO.