

## Afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde

Cassava bran like partial substitute of the corn in the feeding of pig's feeder

Rolando Romero de Armas<sup>1\*</sup>; Euster Alcívar Acosta<sup>2</sup>; Jorge Alpizar Muni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Veterinaria Universidad Técnica de Manabí

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Zootécnicas Universidad Técnica de Manabí

\* Autor para correspondencia: rromerodearmas@gmail.com

### Resumen

Se determinó la degradabilidad in vitro mediante la técnica de producción de gas del afrecho de yuca obtenido en el cantón Chone, provincia de Manabí y se valoró su posibilidad de sustituir el 10, 20 o 30% del maíz en la alimentación de cerdos en crecimiento y ceba; para lo cual se emplearon 16 cerdos, 8 hembras y 8 machos castrados distribuidos en un diseño completamente aleatorizado así como su ventaja económica. Se encontró una alta degradabilidad del producto evaluado tanto para las fases de crecimiento y de ceba; mientras que el consumo de alimentos, el peso vivo y la conversión alimenticia no difirieron significativamente entre los tratamientos con afrecho de yuca y el control de maíz; el costo de los alimentos disminuyó a medida que aumentó el nivel de sustitución del maíz. Se concluye que el afrecho de yuca es una nueva alternativa sostenible y ventajosa económicamente para productores de cerdos. Se recomienda la inclusión del 30 % del afrecho de yuca en sustitución parcial del maíz.

**Palabras clave:** Alimentos alternativos, composición nutritiva, digestibilidad, materia seca, producción de gas.

### Abstract

Was to determine the degradability in vitro of the cassava bran obtained in the Canton Chone, its possibility to substitute 10, 20 o 30% the corn in the feeding of the pigs in growth and finalization, for which we used 16 pigs, 8 females and 8 castrated males distributed in a completely randomized design as well as its economic advantage. The obtained results show a high degradability of the evaluated product and that in the phases of growth as much as finalization and the feeds consumption, body weight and the nutritious conversion didn't differ significantly among the treatments with cassava bran and the control of corn; as for the cost of the feeds for treatments this diminishes as the level of substitution of the corn increased. The cassava bran is economically a new sustainable and advantageous alternative for producing of pigs. The inclusion of 30% of cassava bran in partial substitution of maize is recommended

**Key words:** Alternative feeds, digestibility, dry matter, gas production nutritious composition



**Recibido:** 21 de julio, 2017  
**Aceptado:** 3 de octubre, 2017

## Introducción

Diversos autores (Trómpiz, Ventura, Esparza, Del Villar y Aguirre, 2010; Díaz, Elías y Valiño, 2014 y Méndez, Rodríguez, Mandujano, Reyes y Banda, 2015) han venido planteando que la alimentación de los cerdos en los países en vía de desarrollo requiere de una adecuada reorientación hacia el empleo de fuentes alternativas con el propósito de disminuir la utilización de granos y cereales, que incrementan en 65 y 70% los costos de producción, lo que hace insostenible su adquisición.

En Ecuador, las harinas maíz y soya, son los ingredientes fundamentales que se emplean en la formulación de balanceados para cerdos de ahí que los balanceados formulados con maíz y harina de soya sean parte del estándar alimenticio contra los que se comparan los demás ingredientes que podrían usarse en su sustitución total o parcial. El maíz además de ser utilizado en la alimentación de los cerdos, es un producto vital en la alimentación humana y también es utilizado en la producción de biocombustibles (Montoya, Quintero, Sánchez y Cardona, 2012; Cabrera, Lezcano y Castro, 2012 y Agudelo, 2014).

Basado en lo anteriormente señalado, es necesario la utilización de nuevos productos, entre los cuales destaca, en el entorno tropical de Ecuador, en especial de la provincia de Manabí el afrecho de yuca como sustitución parcial o total de los cereales, lo que coincide con lo reportado por Marmolejo, Pérez, Torres, Cajigas, y Cruz (2008).

Durante el proceso de industrialización de la yuca para la producción de harina o almidón se obtiene el afrecho de yuca que es el subproducto de la operación de colado y una vez secado al sol, el afrecho se usa como complemento energético en balanceados para animales o se ofrece directamente al animal como parte de una ración (Sriroth, Chollakup, Chotineeranat, Piyachomkwan y Oates (2000).

El afrecho de yuca y la harina de yuca en contenido de nutrientes, son similares, diferenciándose ligeramente el afrecho debido al mayor contenido de proteínas y fibra bruta y su mejor proporción de extracto no nitrogenado (Rosales, 1993) y que el afrecho de yuca tiene un contenido de materia seca de 80 a 85%, de la cual el 60 a 70% es almidón y el 12 a 14% es fibra bruta (Torres, Rodríguez y Rojas., 2005), por lo que este subproducto podría reemplazar parcial o totalmente al maíz en los balanceados porcinos y por consiguiente disminuir los costos de alimentación y hacer más rentable la explotación porcina

Según Gómez, Santos y Valdivieso (1993), de 100 kg de yuca fresca, se producen 20 kg de almidón, 6,5 kg de afrecho (subproducto de mediana finura constituido por fibra y porciones de raíces) y 1.5 kg de mancha (constituido por gránulos de almidón en suspensión acuosa).

En el cantón Chone, provincia de Manabí, se obtiene un afrecho de yuca que además incluye yucas desechables. Este afrecho no ha sido completamente caracterizado nutricionalmente, que es uno de los aspectos fundamentales para utilizarlo eficientemente.

El uso de esta materia prima ofrece la posibilidad de la reducción de los costos de producción y su vez promover el desarrollo de nuevos sistemas de alimentación en la producción porcina y en especial en el cantón Chone

Por lo que el objetivo fue determinar la digestibilidad in vitro del afrecho de yuca obtenido en el cantón Chone, sus posibilidades de sustituir parcialmente al maíz en la alimentación de los cerdos en crecimiento y ceba, así como su ventaja económica

## Materiales y métodos

La determinación de la degradabilidad se ejecutó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

y la evaluación del comportamiento productivo en el área de producción de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, de la Universidad Técnica de Manabí. Para la prueba de degradabilidad in vitro se utilizó la técnica de producción de gas propuesta por Nivia (2009) para la cual se utilizaron tres repeticiones del Afrecho de yuca, de la Remolacha y del Blancos y como inóculo se empleó heces fecales de cerdos recolectadas directamente del recto de cerdos existentes en la granja y se procedió a medir la degradabilidad del afrecho de yuca, de la remolacha y de los blancos por el método de las jeringas reportado por Menke y Steingass (1988) lo que permitió controlar la digestibilidad a las 2, 5, 8, 12, 16, 20, 24, 48 y 72 horas, los resultados fueron sometidos a un análisis estadísticos mediante el sistema SAS y paralelamente la hoja de cálculo en Excel que permitió comparar la digestibilidad entre los tratamiento estudiados

En el experimento de comportamiento, la etapa de crecimiento duro 49 días y la de ceba 62 días para una duración de 111 días, a partir del 8 de noviembre de 2014, se utilizaron 16 cerdos, 8 hembras y 8 machos castrados del cruce Pientrain con Polanchina con 40 días de edad, peso vivo promedio de 13 Kg, previamente adaptados a las raciones experimentales, divididos en cuatro grupos uniformes con la misma cantidad de hembras y machos y distribuidos en un diseño completamente aleatorizado con 4 cerdos por tratamiento y 4 repeticiones. Los indicadores evaluados fueron consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia

Los análisis se realizaron a partir de Análisis de Varianza de Clasificación Simple y las comparaciones entre medias utilizando la Prueba de Tukey mediante el paquete estadístico conocido como IBM SPSS Versión. 20.

Los tratamientos fueron T (control), T1, T2 y T3 que recibieron la inclusión del afrecho de yuca en sustitución parcial del maíz al 10, 20 y 30%, respectivamente. El núcleo proteico utilizado fue un compuesto comercial formulado para ser mezclado con el maíz para preparar el

balanceado según la categoría del cerdo (Tabla 1). La composición nutritiva del afrecho de yuca se muestra en la tabla 2, mientras la composición de las mezclas de alimentos experimentales en las tablas 3 y 4, las cuales fueron elaboradas en la fábrica de balanceado de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad técnica de Manabí. La valoración económica se realizó según el costo-beneficio.

**Tabla 1.** Composición nutritiva del núcleo proteico (Base Húmeda).

PARÁMETROS	CONTENIDO *
Proteína Bruta	34%
Grasa Bruta	3%
Fibra Bruta	6%
Ceniza	12%
Materia Seca	87%
Energía digestible	14,64 MJ/Kg

\*Fuente: La empresa que comercializa el núcleo proteico

**Tabla 2.** Composición nutritiva del afrecho de yuca. (Base Húmeda).

PARÁMETROS	RESULTADOS
Proteína bruta	3,02%
Extracto Etéreo	0,59%
Ceniza	3,26%
Materia seca	98 %
Fibra bruta	7,6 %
Energía digestible	12,6 MJ/kg

\*Fuente: Laboratorio de bromatología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "MLF".

**Tabla 3.** Composición de las mezclas de alimentos en la etapa de crecimiento (Base Húmeda).

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS %			
	T Control	T1	T2	T3
Núcleo	40	40	40	40
Harina de maíz	60	48	36,5	25
Afrecho de yuca	---	10	20	30
Harina T. Soya		2	3,5	5
Proteína Bruta%	19	19	19	19
Fibra Bruta %	3,6	3,56	4,86	5,5
ED MJ/kg	14,64	14,64	14,23	14,15

**Tabla 4.** Composición de las mezclas de alimentos en la etapa de ceba (Base Húmeda).

INGREDIENTES	T Control	TRATAMIENTOS %		
		T1	T2	T3
Núcleo	30	30	30	30
Harina de maíz	70	58,40	46,90	35,30
Afrecho de yuca	---	10	20	30
Harina T. Soya		1,60	3,10	4,70
Proteína Bruta%	16,36	16,36	16,36	16,36
Fibra Bruta %	3,2	3,82	4,45	5,0
ED MJ/Kg	14,64	14,44	14,23	14,20

Los indicadores evaluados fueron son ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, índice de la conversión alimenticia y evaluación de los costos y beneficio.

## Resultados

De acuerdo al promedio de producción de gas a las diferentes horas evaluadas (Tabla 5) y al modelo estadístico (Tabla 6 y Grafico 1) la producción de gas fue altamente significativa, resultando la mayor en el tratamiento de afrecho de yuca con 119 667 ml 500-1 mg seguido por el tratamiento tres (blanco) con 114 037 ml 500-1 mg, y por último la remolacha con 108,074 ml500-1 mg.

Los resultados obtenidos tanto para la etapa de crecimiento, como para la de ceba muestran que el consumo de alimentos, el peso vivo y la conversión alimenticia no difirieron significativamente entre los tratamientos y el control (tabla 7).

En relación con el consumo, incremento de peso, conversión por etapas y la conversión total no se apreció diferencias entre sexo (tabla 8).

El costo total por kg de la ganancia de peso (Tabla 9) fue mayor en el control con 0.55 centavos de dólar americano, y el de menor costo fue para el tratamiento donde se sustituyó al maíz por el 30 % del afrecho de yuca con 52 ctvs. de dólar americano.

**Tabla 5.** Promedios de producción de gas a diferentes horas.

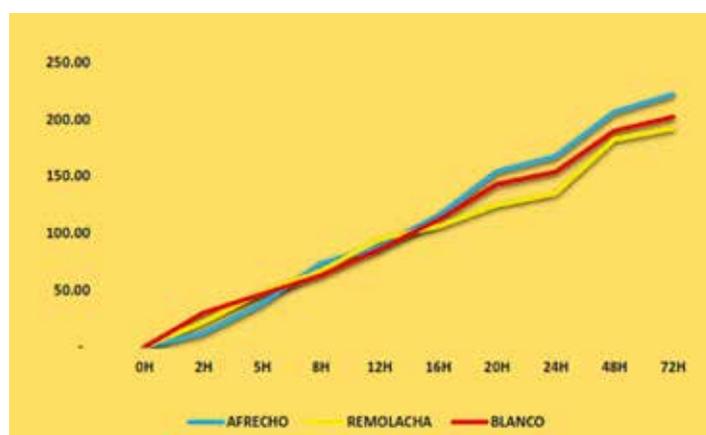
INSUMO	0H	2H	5H	8H	12H	16H	20H	24H	48H	72H
AFRECHO		12.17	37.83	73.33	88.00	115.33	154.17	167.67	206.50	222.00
REMOLACHA		21.83	48.00	66.83	94.83	106.17	125.00	135.17	182.50	192.33
BLANCO		30.00	46.33	63.17	86.00	111.83	143.00	153.83	190.00	202.17

**Tabla 6.** Promedio de producción de gases.

Tratamientos	Producción de gas ml 500 <sup>-1</sup> mg	E.S.	SIG
AfAfrecho de yuca	119,67 <sup>a</sup>		
Blanco	114,04 <sup>a</sup>	± 4,06	*
Remolacha	108,07 <sup>b</sup>		

\*Medias con letras diferentes difieren entre sí (P < 0,05)

**Gráfico 1.** Promedio de producción de gases.



**Tabla 7.** Consumo de alimento, incremento de peso y conversión.

VARIABLE	T	T1	T2	T3	E.S.	(SIG)
Consumo en la etapa de crecimiento (kg)	78,64	75,46	76,46	72,11	±1,957	N.S
Consumo en la etapa de ceba (kg)	124,64	125,56	123,89	119,88	±1,426	NS
Incremento de peso en la etapa de crecimiento (kg)	39,20	36,98	36,45	35,38	±0,980	N.S
Incremento de peso en la etapa de ceba (Kg)	35,95	36,23	37,10	36,45	±1,780	NS
Conversión en la etapa de crecimiento	2,01	2,04	2,11	2,04	±0,067	N.S
Conversión en la etapa de ceba	3,48	3,45	3,36	3,31	±0,177	NS

**Tabla 8.** Consumo de alimento, incremento de peso y conversión por sexo en ambas etapas.

VARIABLE	MACHOS	HEMBRAS	E.S.	SIG
Consumo en la etapa de crecimiento (kg).	78,11	73,22	± 1,384	N.S
Consumo en la etapa de ceba (Kg)	125,27	121,71	± 1,009	NS
Incremento de peso en la etapa de crecimiento (kg).	37,58	36,42	± 0,980	NS
Incremento de peso en la etapa de ceba (Kg)	36,91	35,94	± 1,259	NS
Conversión en la etapa de crecimiento	2,08	2,02	± 0,047	NS
Conversión en la etapa de ceba	3,40	3,41	± 0,125	NS
Conversión total	2,73	2,70	± 0,065	NS

**Tabla 9.** Costo total del balanceado por tratamiento.

TRATAMIENTO	CONVERSIÓN	PRECIO Kg.	TOTAL	DIFERENCIA/Kg.Ctv.
T	2.012	0.55	1.11	
T1	2.044	0.54	1.10	0,01
T2	2.105	0.53	1.11	0,00
T3	2.040	0.52	1.06	0,05

## Discusión

El resultado obtenido indica que el afrecho de yuca tiene una alta digestibilidad, lo que está en correspondencia con lo reportado por Rosales y Tang (1996) que en un estudio realizado hallaron en el afrecho de yuca una digestibilidad in vitro de la materia seca de 84,81% y para materia orgánica de 85,21% y atribuyeron estos resultados a la alta proporción de carbohidratos solubles que contiene el afrecho de yuca, que proporcionan la energía glucogénica fácilmente disponible en sincronización con los aminoácidos biodisponibles para la deposición de proteína corporal. (Yen, Kerr, Easter y Parkhurst 2004)

Los resultados obtenidos en los indicadores biológicos concuerdan con los reportados por Baldeos (1976) y Rosales y Urbietta(1993) quienes evaluaron la inclusión del afrecho de yuca a niveles similares y encontraron un beneficio económico sin que la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión se afectaran. A la respuesta obtenida en nuestro trabajo pudo haber contribuido la inclusión de la harina de soya en las raciones con afrecho de yuca, ya que la soya según Cardona, Posada, Carmona, Ayala, aborda y Restrepo (2009) presenta alta digestibilidad de nutrientes y contiene más grasa y más contenido de ácido linoléico y aminoácidos esenciales que el maíz.

Además para profundizar en los factores que pueden haber influido en los resultados obtenidos en esta investigación se deben hacer algunas reflexiones, en cuanto al componente que caracteriza a las raíces y tubérculos tropicales que es la presencia de carbohidratos complejos en forma de almidón, cuya digestión y absorción en el intestino delgado puede variar según el producto, e incide en la elevación de la glucemia. Entre los factores determinantes del índice glucémico están los intrínsecos (que dependen de las características de las fracciones que los componen) y los extrínsecos (contenido y tipo de fibra dietética, almidón resistente. En este sentido Bach Knudsen (2011) señaló que la fibra

influye en los procesos digestivos y el tránsito intestinal, la insoluble disminuye el tiempo de tránsito principalmente en el intestino grueso e induce un incremento de las secreciones digestivas. Mientras que las fibras solubles y viscosas retrasan el vaciado del estómago. Por otra parte junto con los carbohidratos que pueden ser digeridos por las enzimas endógenas se encuentran las propiedades de la fracción fibrosa, como la viscosidad, solubilidad y degradabilidad.

En un estudio realizado por Blanco-Metzler, Tovar y Fernández (2004) encontraron que el contenido de fibra dietética total de la yuca fue de 1,9 % y dentro de esta, la fibra dietética insoluble ocupó el 1,6% contra la soluble que resultó de 0,4%, por lo que la insoluble superó la salubre. En cuanto al almidón hallaron que fundamentalmente es disponible o digerible y que el contenido de almidón resistente retrogradado es muy bajo; además reportaron que la tasa o velocidad de hidrólisis enzimática del almidón disponible del 72% a los 60 minutos, resultados que atribuyeron al bajo contenido en amilosa de la yuca

El almidón está compuesto exclusivamente de glucosa, bien en una cadena lineal (amilosa) o en forma de un polímero de cadena ramificada (amilopectina). Esta última es mejor digerida como consecuencia de una mayor accesibilidad a las alfa-amilasas por los animales con respecto a la amilosa (NRC 2012). En este sentido Hooda, Metzler-Zabeli, Thavaratman y Zijlstra (2011) reportaron que el comportamiento digestivo del almidón se afecta por la relación amilosa pectina, la cristalinidad y tamaño de los gránulos de almidón

La cinética de digestión del almidón influye en el nivel de glucosa postprandial (Noah, Lecannu, David, Kozlowski y Champ1999), afecta los contenidos en energía metabolizable y energía neta (Fang, Peng, Liu y Liu, 2007), al consumo de alimento (Souza da Silva, Bosch, Bolhuis y Stappers. 2014) y a la utilización de la proteína (Drew, Schafer y Zijlstra.2012)

Además hay que considerar que según Van Hees, (2012) los alimentos provocan efectos en los cerdos que normalmente no se cuantifican en la formulación del balanceado.

El análisis económico demuestra las ventajas económicas de la inclusión del afrecho de yuca en la alimentación de los cerdos en crecimiento y ceba.

## Conclusiones

El uso de afrecho de yuca es una buena alternativa en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y de ceba ya que no existió diferencia significativa en los indicadores productivos evaluados; se obtiene beneficio económico y el mejor resultado lo produce la inclusión del 30 % de afrecho de yuca

## Recomendaciones

Deben continuarse los estudios sobre la caracterización nutricional de este afrecho de yuca y su uso en la alimentación porcina y otras especies en las condiciones de Chone donde no existe suficiente información sobre su valor nutricional.

## Referencias bibliografía

Agudelo. Q. J. (2014) Eficiencia productiva en cerdos de levante alimentados con materias primas alternativas de países tropicales. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Especialización en Nutrición Animal Sostenible, Medellín, Colombia

Bach Knudsen, K. E. (2011). Triennial growth symposium: effects of polymeric carbohydrates on growth and development in pigs. *Journal of animal science*, 89(7), 1965-1980

Baldeos, R. (1976). Utilización de varios niveles

de afrecho de yuca en el engorde de cerdos (Disertación Doctoral, Tesis. Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María).

Blanco-Metzler, A., Tovar, J., & Fernández-Piedra, M. (2004). Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 2004, 54, (3), 322-327.

Cabrera, L.R., Lezcano, O & Castro, M. (2012). Uso de ensilado de raíces de yuca y residuos de granos de maíz en la ceba de cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 19(3)

Cardona, M.G., Posada, S. L., Carmona, J., Ayala, s.a., Taborda, E., Y & Restrepo, L.F. (2009). Evaluación de la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en las etapas de levante y ceba utilizando cuatro niveles de harina de yuca. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 207-212.

Díaz, B., Elías, A., & Valiño, E. (2014). Impacto de la Biotecnología convencional en la Seguridad alimentaria a través de la Producción animal en el Ecuador. Estudio de caso: Producto BIORÉS. *Revista Internacional de Ciencia y Sociedad*, 1(2), 51-61.

Drew, M. D., Schafer, T. C., & Zijlstra, R. T. (2012). Glycemic index of starch affects nitrogen retention in grower pigs. *Journal of Animal Science*, 90(4), 1233-1241.

Fang, Z. F. Peng, J. Liu, Z. I. & Liu, & G. (2007). Responses of non-starch polysaccharide-degrading enzymes on digestibility and performance of growing pigs fed a diet based on corn, soya bean meal and Chinese double-low rapeseed meal. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91(7-8), 361-368.

Gómez, G., Santos, J., & Valdivieso, M. (1983). Least-cost rations containing cassava meal for broilers and growing pigs. In *Proc. 6th Symp. Int. Soc. Tropical Root Crops*.

- Hooda, S., Meltzer- Zebeli, B.V., Thavaratman, V., & Zijlstra, R.T. (2011) Effects of viscosity and fermentability of dietary fibre on nutrient digestibility and digesta characteristics in ileal-cannulated grower pigs. *British Journal of Nutrition* 106(5), 664-674
- Marmolejo, L., Pérez, A., Torres, P., Cajigas, Á., & Cruz, C. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos generados en pequeñas industrias de almidón agrio de yuca. *Livestock Research for Rural Development*, 20(7).
- Méndez, J.M., Rodríguez O.I., Mandujano J.C., Reyes, C., & Banda Y.H. (2015). YUKE: Alimento alternativo para cerdos a base de yuca: determinando su rentabilidad y viabilidad económica. *Global Conference on Business and Finances Proceedings*, 10(2), 53-61.
- Méndez, A.; Zaragoza, L. (1980). Sustitución del sorgo por harina de yuca en la alimentación de cerdos. *Agricultura técnica en México*. 6(2): 83-91.
- Menke, K. H. y Steingass, H (1988). Estimations of energetic feed value obtain from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28, 7-55
- Montoya, M. I., Quintero, J. A., Sánchez, O. J., & Cardona, C. A. (2012). Evaluación económica del proceso de obtención de alcohol carburante a partir de caña de azúcar y maíz. *Revista Universidad EAFIT*, 41(139), 76-87
- National Research Council. (2012). Nutrient requirements of swine. National Academies Press.
- Nivia, A., & María, D.(2009) Eficiencia de la fermentación In vitro de los tractos gastrointestinales del monogástrico y del rumiante/Efficiency of the fermentation in vitro of gastrointestinal tract of monogastric and ruminants (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).
- Noah, I., Lecannu, G., David, A., Kozlowski, F., & Champ, M. (1999). Digestion of starch and glycaemic response to mixed meals in pigs. *Reproduction, Nutrition and Development*, 39(2), 245-254.
- Rosa1es, J., & Urbietta, H. (1993). Comparativo de niveles de afrecho de yuca en raciones para cerdos en crecimiento y engorde, en la zona de Pucallpa. *Folia Amazónica*, 167.
- Rosales, J. Y Tang, T. (1996) Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. *Folia Amazónica* 8 (2), 13 – 28
- Souza Da Silva, C., Bosch, G., Bolhuis, J. E., Stappers, I. J. N., Van Hees, H. M. j., Gerrits, W. J. J., & Kemp, B. (2014). Effects of alginate and resistant starch on feeding patterns, behaviour and performance in ad libitum-fed growing pigs. *Animal*, 8(12), 1917-1927.
- Sriroth, K., Chollakup, R., Chotineeranat, S., Piyachomkwan, K., & Oates, C. G. (2000). Processing of cassava waste for improved biomass utilization. *Bioresource Technology*, 71(1), 63-69.
- Torres, P., Rodríguez, J., & Rojas, O. (2005). Extracción de almidón de yuca. Manejo integral y control de la contaminación hídrica. *CIPAV Livestock Research for Rural Development*, 17.
- Trómpiz, j., Ventura, M., Esparza, D., del Villar, A., & Aguirre, J. (2010). Utilización de la harina de follaje de yuca (*Manihot esculenta crantz*) en cerdos en crecimiento. *Revista Científica*, 10(4), 315-320.
- Van Hees, H. (2012). Avances recientes en nutrición de cerdos en crecimiento: efectos nutricionales y funcionales de ingredientes alimenticios y nutrientes. *XXVIII Curso de Especialización FEDNA*. pp, 249-266.
- Yen, J. T., Kerr, B. J., Easter, R. A., & Parkhurst, A. M. (2004). Difference in rates of net portal absorption between crystalline and protein-bound lysine and threonine in growing pigs fed once daily. *Journal of Animal Science*, 82(4), 1079-1090.