



Balance of nitrogen (n) in pigs fed with *Moringa Oleifera* foliage meal.

Balance de nitrógeno (n) en cerdos alimentados con harina de follaje de *Moringa Oleifera*.

Ly, J.^{1,*}, Samkol, P.², Phiny, C.², Bustamante, D.¹, Caro, Y.¹.

¹Universidad de la Habana, Instituto de Ciencia Animal. Apartado No. 24, San José de las Lajas, Cuba.

²University for Tropical Agriculture Foundation, Royal University of Agriculture Chamcar Daung, Phnom Penh, Cambodia.

ABSTRACT

A double 3 x 3 Latin square was designed to study the balance of nitrogen (N) in growing Mong Cai pigs with a live weight averaging 15 kg, fed with graded levels (0, 15 and 30 % respectively in the diet, in dry basis) of moringa (*Moringa oleifera*) foliage meal. The foliage was composed of terminal branches (30 cm) including leaves and stems of moringa trees periodically cut within an integrated system of pig production, where the plants were periodically fertilized with effluents from biodigesters charged with pig excreta. Moringa foliage meal determined a slight trend ($p < 0.10$) towards a reduction in some measured digestive indexes, particularly in DM and organic matter, but not in rectal digestibility of crude fiber and N (average of three treatments, 43.0 and 72.7 % respectively). The N balance seemed to have a positive influence of the introduction of moringa foliage meal in the diet of pigs. Average value of N retention was 9.23 g/animal per day, and retention as percentage of intake was from 41.0 to 47.4 % and as percentage of digestion, from 55.7 to 65.8 % (in both cases, $p < 0.05$). According to the herein showed data, moringa foliage meal may constitute an important ingredient in the diet of growing pigs, as a protein source for the animal.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: March 05th 2015.

Accepted/Aceptado: June 18th 2015.

RESUMEN

Se diseñó un doble cuadrado latino 3 x 3 para estudiar el balance de nitrógeno (N) en cerdos Mong Cai en crecimiento con un peso promedio de 15 kg, alimentados con niveles variables (0, 15 y 30 % respectivamente de la dieta en base seca) de harina de follaje de moringa (*Moringa oleifera*). El follaje estuvo constituido por ramas terminales (30 cm) de hojas y tallos de moringas cortadas periódicamente dentro de un sistema integrado de producción porcina, en el que las plantas se fertilizaban periódicamente con efluentes de biodigestores cargados con excretas de ganado porcino. La harina de follaje de moringa determinó una ligera tendencia ($p < 0.10$) hacia un descenso significativo en los índices digestivos medidos, particularmente en la materia seca (MS) y materia orgánica, pero no en la digestibilidad rectal de la fibra cruda ni del N (promedio de los tres tratamientos, 43.0 y 72.7 %, respectivamente). El balance de N de los animales pareció tener una influencia positiva por el hecho de introducir harina de follaje de moringa en la dieta de los cerdos. El valor promedio de la retención de N fue de 9.23 g/animal por día, y la retención como por ciento del consumo fue de 41.0 a 47.4 %, mientras que, como por ciento de la digestión, fue de 55.7 a 65.8 % (en ambos casos $p < 0.05$). De acuerdo con los resultados expuestos aquí, la harina de follaje de moringa puede constituir un ingrediente importante en la dieta de cerdos en crecimiento, como fuente proveedora de proteína para el animal.

*Corresponding Author:

Ly Carmenatti, J. Universidad de la Habana, Instituto de Ciencia Animal, Km 47 ½ Carretera Central, CP 31453, San José de las Lajas, Mayabeque Cuba. Tel. +53(47) 599 180 (Ext. 215). E-mail: jly@ica.co.cu

KEY WORDS

Pigs, moringa, rectal digestibility, nitrogen, balance.

PALABRAS CLAVE

Cerdos, moringa, digestibilidad rectal, nitrógeno, balance.

Introduction

The use of arboreal and bushy fodders, particularly those that are not leguminous, being designated to feed porcine cattle, has been a topic of interest in the last times, especially due to the fact that it does not possess anti-nutritional factors of importance, and the fact that they can be integrated to animal production systems, where excreta treated by biodigesters can be valuable sources of fertilizers for plantations of these species (Ly, 2009; Ly and Samkol, 2014; Phiny, 2012). On the other hand, it is important to know the nutritional value of these forages (Carvajal, 2010), which as others of tropical nature, they possess the advantage of being locally available and of well-known agronomy in their cultivation sites.

One of the characteristics of arboreal and bushy fodders is that along with their relative abundance in nitrogen compounds, they are also of fiber nature, which could be a limiting factor for their use in porcine feeding, especially in young animals (Degen, 2010). Nevertheless, fiber sources of N as the arboreal and bushy ones are apparently attractive enough to evaluate their use in monogastric species and so investigate which are the adequate levels to be used successfully in animals such as pigs (Martens *et al.*, 2012; Lindberg, 2014).

The objective of this experiment was to establish N balance in growing pigs fed with variable levels of moringa (*Moringa oleifera*) foliage meal.

Materials and Methods

The experiment here described was approved at time by a commission *ad hoc* at the Royal University of Agriculture, Cambodia. A double 3 x 3 Latin square was designed to study the balance of N in six Mong Cai pigs castrated males, with average weight of 15 kg, fed with variable levels 0, 15 and 30 %, respectively on the dry basis diet, of moringa (*Moringa oleifera*) foliage meal.

Introducción

El uso de forrajes arbóreos y arbustivos, particularmente los de aquellos que no son leguminosos, que sean destinados a la alimentación del ganado porcino, ha sido tema de interés en los últimos tiempos, sobre todo debido al hecho de no poseer factores antinutricionales de importancia, y a que pueden ser integrados a sistemas de producción animal, donde las excretas tratadas mediante biodigestores, pueden ser fuentes valiosas de fertilizantes para plantaciones de estas especies (Ly, 2009; Ly y Samkol, 2014; Phiny, 2012). Por otra parte, es importante conocer el valor nutritivo de estos forrajes (Carvajal, 2010), que como otros de naturaleza tropical, tienen la ventaja de ser localmente disponibles y de agronomía bien conocida en sus sitios de cultivo.

Una de las características de los forrajes arbóreos y arbustivos es que, junto con su relativa abundancia en compuestos nitrogenados, también son de naturaleza fibrosa, lo cual pudiera ser una limitante para su uso en la alimentación porcina, sobre todo en animales jóvenes (Degen, 2010). No obstante, las fuentes fibrosas de N como las arbóreas y arbustivas, aparentemente son lo suficientemente atractivas como para evaluar su uso en especies monogástricas y así investigar cuáles son los niveles adecuados para ser usadas con éxito en animales como los cerdos (Martens *et al.*, 2012; Lindberg, 2014).

El objetivo de este experimento fue establecer el balance de N en cerdos en crecimiento alimentados con niveles variables de harina de follaje de moringa (*Moringa oleifera*).

Materiales y Métodos

El experimento que aquí se describe fue aprobado en su momento por una comisión *ad hoc* de la Universidad Real de Agricultura, Camboya. Se diseñó un doble cuadrado latino 3 x 3 para estudiar el balance de N en seis cerdos Mong Cai, machos castrados, con un peso promedio de 15 kg, alimentados con niveles variables, 0, 15 y 30 % respectivamente de la dieta en base seca, de harina de follaje de moringa (*Moringa oleifera*).

Foliage was constituted by terminal branches (30 cm) with secondary leaves and stems of moringa cut periodically, every 60 days, within an integrated system of porcine production, in which plants fertilized periodically with biogas digesters of effluents, charged with porcine cattle excreta. Harvested foliage was sundry during three conse-

El follaje estuvo constituido por ramas terminales (30 cm) con hojas y tallos secundarios de moringas cortadas periódicamente, cada 60 días, dentro de un sistema integrado de producción porcina, en el que las plantas se fertilizaban periódicamente con efluentes de biodigestores cargados con excretas de ganado porcino. El follaje cosechado fue seca-

Table 1.
Characteristics of moringa foliage.
Tabla 1.
Características del follaje de moringa.

Composition, %	Value, %
DM in natura	24.42
DM residual	88.85
In dry basis	
Ashes	8.00
Organic matter	92.00
Crude fiber	10.92
FDN ¹	50.30
N	3.75
FDN-N ¹	1.31

¹FDN and FDN-N express neutral detergent fiber and N in neutral detergent fiber.

¹FDN y FDN-N expresan fibra detergente neutro y N en fibra detergente neutro.

cutive days, and posteriorly ground in a hammer mill. Foliage characteristics of moringa are introduced in Table 1.

Moringa foliage used in the experiment was characterized for having a low level of crude fiber, while the one on the cellular wall, or insoluble fiber in neutral detergent (FND) was high in comparison to other arboreal foliage (Ly, 2009). On the other hand, the percentage of N linked to the cellular wall, as it has been defined (Licitra *et al.*, 1996) was relatively low, 35 % total. Details on the characteristics of the diets used in this test are shown in Table 2.

Each experimental period was constituted by nine consecutive days of use of diet and other five where the leftovers were recorded quantitative, as well as the emission of urine and excreta. Animals were weighed at the start and ending of each experimental period in order to perform the necessary adjustments to the daily levels of feed, which was of 0.10 kg MS/kg^{0.75}, served in one daily meal. During all the experiment animals had free access to water, which was given by nipple troughs.

do al sol durante tres días consecutivos y posteriormente se molió en un molino de martillo. Las características del follaje de moringa se presentan en la Tabla 1.

El follaje de moringa usado en el experimento se caracterizó por poseer un bajo nivel de fibra cruda, mientras que el de pared celular, o fibra insoluble en detergente neutro (FDN), fue alto en comparación con otros follajes arbóreos (Ly 2009). Por otra parte, el por ciento de N ligado a la pared celular, tal como ha sido definido (Licitra *et al.*, 1996), fue relativamente bajo, un 35 % del total. Los detalles de las características de las dietas usadas en la prueba se muestran en la Tabla 2.

Cada período experimental estuvo constituido por nueve días consecutivos de acostumbramiento a la dieta y otros cinco en los que se registró cuantitativamente los sobrantes de alimentos, así como la emisión de orinas y excretas. Los animales fueron pesados al inicio y al final de cada período experimental, para hacer los ajustes necesarios al nivel diario de consumo de alimento, que fue de 0.10 kg MS/kg^{0.75}, servido en una sola comida diaria. Durante todo el experimento los animales

Table 2.
Characteristics of the experimental diets (% in dry basis).
Tabla 2.
Características de las dietas experimentales (% en base seca).

Ingredients	Moringa foliage meal		
	-	15	30
Cut rice	49.00	41.65	34.30
Rice bran	17.57	14.78	12.00
Fish flour	32.43	27.57	22.70
Moringa meal	-	15.00	30.00
NaCl	0.50	0.50	0.50
Premixture ¹	0.50	0.50	0.50
Analysis			
Dry matter	89.67	89.54	89.43
Ashes	12.59	11.90	9.05
Organic matter	87.41	88.10	90.95
Crude fiber	5.09	5.97	6.84
N	2.88	3.00	3.14
CRA ² , g water/g DM	0.50	0.73	0.95

¹Vitamins and trace elements given according to acknowledge recommendations. (NRC, 2012).

²Water retention capability.

¹Vitaminas y elementos traza suministrados de acuerdo con recomendaciones reconocidas (NRC, 2012).

²Capacidad de retención de agua.

Animals housing was given in metabolism cages made of bamboo and other local materials, which allowed the separation of fecal material from urine. Cages were installed in an open stable, with no walls.

Feces were daily weighed and conserved frozen until analysis were performed, when they were adequately manually mixed, the five materials corresponding to each animal in each period. Urine was collected in recipients added with 30 mL of H₂SO₄ 10 N to prevent N drain in ammonium form. The urinary volume emitted by the animals was recorded daily and an aliquot of 10 % from the total volume was taken. At the moment of the preparation of materials for analysis, the defrosting of

tuvieron libre acceso al agua, que fue suministrada mediante bebederos del tipo de tetina.

El alojamiento de los animales fueron jaulas de metabolismo hechas de bambú y otros materiales localmente disponibles, que permitían la separación del material fecal de las orinas. Las jaulas fueron instaladas en un establo abierto, sin paredes.

Las heces fueron pesadas diariamente y conservadas en congelación hasta el momento de efectuar los análisis, cuando se mezclaron adecuadamente de forma manual los cinco materiales fecales correspondientes a cada animal en cada período. La orina fue recogida en recipientes en los que se añadió 30 mL de H₂SO₄ 10 N para prevenir la fuga de N en forma de

urine samples to mix the five emissions of each animal in each period was made to obtain a representative sample.

In food and fresh fecal samples the content of DM and N was determined according to known procedures (AOAC, 2007). Same analytical technique in determining N was used to establish the urinary concentration of N. At a second moment, excreta were dried in a stove at 60 °C with air circulation and ground in order to determined ash content, organic matter (100 – per cent of ashes) and crude fiber, by the same analytical techniques applied to food (AOAC, 2007). Rectal digestibility calculus and N balance was determined in accordance to the direct method, as it has been described in another place (Adeola, 2001). Fecal leakage material was calculated by methods informed by our laboratory (Ly *et al.*, 1998).

The means for treatment were compared by the technique of variance analysis (Steel *et al.*, 1997) and when significant differences were found ($p < 0.05$), these means were separated by a multiple comparison test as Tukey. Data were manipulated by the use of an adequate statistical package (Minitab, 2009).

Results and Discussion

During the process of the experimental work, animals did not show any symptom of distress or agitation that would suggest a pathological process. All pigs used in this evaluation consumed all assigned portion in a few minutes and left nothing. Rectal digestibility indexes of nutrients and fecal material leakage are presented in Table 3.

It was found that moringa foliage meal determined a light tendency ($p < 0.10$) towards a significant decrease in the measured digestive indexes, particularly DM and organic matter, but not in the rectal digestibility of crude fiber nor N (average 43.0 and 72.7 %, respectively). These results agree with the other studies in which it has been found that the fiber fraction of feed influences negatively in the rectal digestibility of the diet (Jorgensen *et al.*, 1996; Zhang *et al.*, 2013) in porcine cattle, without excluding arboreal and bushy fiber sources (Ly, 2006), which is generally attributed to the fact that re-

amoníaco. Diariamente se registró el volumen urinario emitido por los animales y se tomó una alícuota igual al 10 % del volumen total. En el momento de la preparación de materiales para su análisis, se procedió a descongelar las muestras de orina para mezclar las cinco emisiones de cada animal en cada período, con vistas de obtener una muestra representativa.

En los alimentos y en las muestras frescas fecales se determinó el contenido de MS y N según procedimientos reconocidos (AOAC, 2007). La misma técnica analítica de determinar N fue la usada para establecer la concentración urinaria de N. En un segundo momento, las excretas fueron secadas en una estufa a 60 °C con circulación de aire y molidas con el fin de determinar el contenido de cenizas, materia orgánica (100 – por ciento de cenizas) y fibra cruda, por las mismas técnicas analíticas aplicadas a los alimentos (AOAC, 2007). El cálculo de la digestibilidad rectal y el balance de N se determinó de acuerdo con el método directo, tal como ha sido descrito en otro lugar (Adeola, 2001). La salida fecal de materiales fue calculada por métodos informados por nuestro laboratorio (Ly *et al.*, 1998).

Las medias por tratamiento fueron comparadas por la técnica del análisis de varianza (Steel *et al.*, 1997) y cuando se hallaron diferencias significativas ($p < 0.05$), estas medias fueron separadas mediante una dócima de comparación múltiple como la de Tukey. Los datos fueron manipulados mediante el uso de un paquete estadístico adecuado (Minitab, 2009).

Resultados y Discusión

Durante el transcurso del trabajo experimental, los animales no mostraron ningún síntoma de malestar ni clínico que sugiriera el transcurso de algún proceso patológico. Todos los cerdos que fueron utilizados en esta evaluación consumieron toda la ración asignada en pocos minutos, y sin dejar sobrante alguno. Los índices de digestibilidad rectal de nutrientes y de la salida fecal de materiales se presentan en la Tabla 3.

Se encontró que la harina de follaje de moringa determinó una ligera tendencia ($p < 0.10$) hacia un descenso significativo en los índices digestivos medidos, particularmente en la MS y materia orgánica, pero no en la digestibilidad rectal de la fibra cruda ni del N (promedio, 43.0 y 72.7 %, respectivamente). Estos resultados concuerdan con los de otros estudios en los que se ha encontrado que la fracción fibrosa del alimento influye negativamente en la digestibilidad rectal de la dieta (Jorgensen *et al.*, 1996; Zhang *et al.*, 2013) en el ganado porcino, sin excluir de ello las fuentes arbóreas y arbustivas de fibras (Ly, 2006),

tention time of digest in the gastrointestinal tract is not extended enough to allow a maximum digestive utilization of food (Wilfart *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2007). In such regarding, diets containing moringa foliage are no exception, including those consumed by Mong Cai pigs (Ngoc *et al.*, 2012), even though the effect found was very low. In animals fed with growing levels of morera foliage meal, just like in this test, there was no effect in digestibility treatment of N, while the one of organic matter was better when pigs ate morera meal (Phiny, 2012).

Regarding N digestibility, in previous studies in *in vitro* conditions, it was found that the nitrogen fraction of moringa foliage showed a rather high digestive utilization when ileal digestibility was simulated in the samples (Ly *et al.*, 2001; Samkol *et al.*, 2005). On that it has been observed that ileal digestibility, *in vitro*, of DM and N in leaves is very high, and equals 75.3 and 74.2 %, in that order (Ly *et al.*, 2001). Those results seem to be confirmed with those informed here, *in vivo* conditions. In fact, a high ileal digestibility of nitrogen composes is an important advantage in the digestive strategy in pigs, since disappeared N in the blind and colon of this species has no nutritional value (Zebrowska, 1973). Fecal materials leakage pattern that was found corresponded to the one described for pigs fed with fiber levels in the diet (Hansen, 2007) which has also been observed as true in Mong Cai pigs (Ly and Samkol, 2008; Samkol and Ly, 2008).

lo que generalmente se atribuye a que el tiempo de retención de digesta en el tracto gastrointestinal, no es lo suficientemente extenso como para permitir un aprovechamiento digestivo máximo del alimento (Wilfart *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2007). En este sentido, las dietas contentivas de harina de follaje de moringa no son una excepción, incluidas aquellas consumidas por cerdos Mong Cai (Ngoc *et al.*, 2012), aunque el efecto encontrado fue muy bajo. En animales alimentados con niveles crecientes de harina de follaje de morera, al igual que en esta prueba, no se halló efecto de tratamiento en la digestibilidad del N, mientras que la de la materia orgánica fue mejor cuando los cerdos comieron harina de morera (Phiny, 2012).

En lo que respecta a la digestibilidad del N, en estudios anteriores en condiciones *in vitro*, se encontró que la fracción nitrogenada del follaje de moringa mostraba un aprovechamiento digestivo más bien alto, cuando se simulaba la digestibilidad ileal de las muestras (Ly *et al.*, 2001; Samkol *et al.*, 2005). Sobre ello, se ha observado que la digestibilidad ileal, *in vitro*, de la MS y del N de las hojas, es muy alta, e igual a 75.3 y 74.2 %, en ese orden (Ly *et al.*, 2001). Esos resultados parecen estar confirmados con los que se informan aquí, en condiciones *in vivo*. De hecho, una alta digestibilidad ileal de los compuestos nitrogenados es una ventaja importante en la estrategia digestiva de los cerdos, puesto que como se sabe, el N desaparecido en el ciego y colon de esta especie no tiene valor nutricional (Zebrowska, 1973). El patrón de salida fecal de materiales que se halló se correspondió con el descrito para el de cerdos alimentados con niveles de fibra en la dieta (Hansen, 2007), lo

Table 3.
Rectal digestibility of nutrients and fecal material leakage in pigs fed with variable levels of moringa foliage meal.

Tabla 3.
Digestibilidad rectal de nutrientes y salida fecal de materiales en cerdos alimentados con niveles variables de harina de follaje de moringa.

Digestibility, %	Moringa foliage meal %			EE ±
	-	15	30	
n	6	6	6	-
Dry matter	80.4	78.1	77.7	2.5 ⁺
Ashes	55.4	53.5	53.7	4.5
Organic matter	82.2	81.4	79.5	1.5 ⁺
Crude fiber	45.5	43.5	40.0	4.4
N	73.5	72.5	72.0	4.5
Fecal DM, %	42.2 ^a	34.5 ^b	32.0 ^b	3.5 [*]
Leakage, g/kg ingested DM				
Fresh material	465 ^a	635 ^{ab}	696 ^b	100 [*]
Dry material	196 ^a	219 ^{ab}	223 ^b	15 [*]
Water	269 ^a	416 ^{ab}	473 ^b	95 [*]

⁺*p*<0.10; ^{*}*p*<0.05.

^{ab}Means with no letter in common in the same line differ from each other (*p*<0.05).

⁺*p*<0.10; ^{*}*p*<0.05.

^{ab}Medias sin letra en común en la misma línea difieren entre sí (*p*<0.05).

N balance of pigs fed with moringa foliage meal is shown in Table 4.

It is worth mentioning that, even though there were numeric differences between treatments for the daily consumption of N, variance analysis did not reveal significant differences between treatments, so data were not adjusted by covariance analysis, with the consumption of N as co-variable.

It was evident in this experiment that balance of N in animals seemed to have a positive influence for having introduced moringa foliage meal in the diet of pigs. Average value of retention of N was 9.23 g/animal per day, and retention as per cent of digestion was 55.7 to 65.8 % (in both cases, $p < 0.05$). N balance in pigs fed with other non-leguminous species, morera, has also been positive, according to data obtained for that purpose (Phiny, 2012; Caro et al., 2013; Ly and Samkol, 2014). Moringa foliage meal, as other arboreal or bushy foliage non-leguminous as morera and tricanter, determined good N balance, according to what was observed in this investigation. In contrast, it has been found that leguminous arboreal foliage tend to show a deficient utilization of N in this animal species (Ly et al., 1998; Carvajal, 2010), probably due to showing a high proportion of

que también se ha observado como cierto en cerdos Mong Cai (Ly y Samkol, 2008; Samkol y Ly, 2008).

En la Tabla 4 se muestra el balance de N de los cerdos alimentados con harina de follaje de moringa.

Vale la pena mencionar que, aunque hubo diferencias numéricas entre tratamientos para el consumo diario de N, el análisis de varianza no reveló diferencias significativas entre tratamientos, por lo que los datos no fueron ajustados por análisis de covarianza, con el consumo de N como covariable.

En este experimento se hizo evidente que el balance de N de los animales pareció tener una influencia positiva por el hecho de introducir harina de follaje de moringa en la dieta de los cerdos. El valor promedio de la retención de N fue de 9.23 g/animal por día, y la retención como por ciento del consumo fue de 41.0 a 47.4 %, mientras que como por ciento de la digestión fue de 55.7 a 65.8 % (en ambos casos, $p < 0.05$). El balance de N en cerdos alimentados con otra especie arbórea no leguminosa, la morera, también ha sido muy positivo, de acuerdo con los datos informados a propósito (Phiny, 2012). ; Caro et al., 2013; Ly y Samkol, 2014). La harina de follaje de moringa, como la de otros follajes arbóreos o arbustivos no leguminosos tales como los de morera y tricantera determinó un buen balance de N, según lo observado en la presente investigación. En contraste, se ha hallado que los follajes arbóreos leguminosos tienden a mostrar un aprovechamiento deficiente del N en esta especie animal (Ly et al., 1998; Carvajal, 2010), probablemente debido a la alta proporción mostrada del N ligado a la pared celular (Li-

Table 4.
N balance of pigs fed with variable levels of moringa foliage meal.

Tabla 4.
Balance de N en cerdos alimentados con niveles variables de harina de follaje de moringa

N balance, g	Moringa foliage meal, %			EE ±
	-	15	30	
n	6	6	6	-
Consumption	19.76	20.58	21.54	1.51
Fecal excretion	5.24	5.66	6.03	0.45
Digestion	14.52	14.92	15.51	0.54
Urinary excretion	6.42	5.54	5.30	0.56
Total excretion	11.66	11.20	11.33	0.76
Retention	8.10	9.38	10.21	1.00 [†]
Retention, % of consumption	41.0 ^a	45.6 ^b	47.4 ^b	2.95 [*]
Retention, % of digestion	55.7 ^a	62.9 ^b	65.8 ^b	3.03 [*]

[†] $p < 0.10$; ^{*} $p < 0.05$.

^{a,b}Means with no letter in common in the same line differ from each other ($p < 0.05$).

[†] $p < 0.10$; ^{*} $p < 0.05$.

^{a,b}Medias sin letra en común en la misma línea difieren entre sí ($p < 0.05$).

N linked to the cellular wall (Licitra *et al.*, 1996), which makes protein, between peptides rich in lysine, become inaccessible to digestive enzymes of animals. In this experiment, N linked to cellular wall was low, only 35 % from the total, number that is below quantities of this entity in other food resources of arboreal or bushy nature (Ly, 2009). This number allows to assume that first, approximately two thirds of N in moringa foliage meal would be susceptible to convert into nitrogen composes ileally digestible for pigs, *in vivo* conditions. These composes would obviously be mostly amino acids.

Conclusions

According to the results exposed in this communication, moringa foliage meal can constitute an important ingredient in the diet of growing pigs, as a source of protein for the animal. Further experiments would be needed to develop new experiments to determine optimum levels of inclusion in young animals and reproductive pigs, in coordination with agronomic studies of fertilization and cut frequency, to establish a strategy on the use of moringa in the sustainable systems of porcine production in the tropic.

citra *et al.*, 1996), que hace que la proteína, y entre los péptidos, los ricos en lisina, sean inaccesibles a las enzimas digestivas del animal. En este experimento, el N ligado a la pared celular fue más bien poco, solamente el 35 % del total, cifra que está por debajo de las cantidades de esta entidad en otros recursos alimentarios de naturaleza arbustiva o arbórea (Ly, 2009). Esta cifra permite asumir que en principio aproximadamente dos tercias partes del N de la harina de follaje de moringa sería susceptible de convertirse en compuestos nitrogenados ilealmente digestibles para los cerdos, en condiciones *in vivo*. Estos compuestos serían obviamente mayoritariamente aminoácidos.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados expuestos en la presente investigación, la harina de follaje de moringa puede constituir un ingrediente importante en la dieta de cerdos en crecimiento, como fuente proveedora de proteína para el animal. Se requeriría posiblemente desarrollar nuevos experimentos para determinar niveles óptimos de inclusión en animales jóvenes y en cerdas reproductoras, en coordinación con estudios agronómicos de fertilización y frecuencia de corte, para establecer una estrategia de uso de la moringa en sistemas sostenibles de producción porcina en el trópico.

References

- Adeola, O. 2001. Digestion and balance techniques. New York: CRC Press, 903-916 pp.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Gaithersburg, 2007. http://www.aoac.org/imis15_prod/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48
- Caro, Y., Ly, J., Delgado, E.J. and Samkol, P. 2013. Digestibilidad *in vitro* ileal y total de *Morus alba* L. y *Trichanthera gigantea* H y B como alimento para cerdos. *Zootecnia Tropical* 31: 331-336.
- Carvajal, J.I. 2010. Digestibilidad *in vitro* prececal y cecal de plantas forrajeras tropicales para la nutrición del cerdo (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia. Palmira.
- Degen, I. 2010. Dietary influence of fiber on the energy and amino acid digestibility and its consequences for diet formulation in growing pig. (Tesis de doctorado). Universidad de Kaspovár. Kaspovár.
- Hansen, M.J., Chwalibog, A. and Tauson, A.H. 2007. Influence of different fibre sources in diets for growing pigs on chemical composition of faeces and slurry and ammonia emission from slurry. *Animal Feed Science and Technology* 134 suppl 3: 326-336. http://www.researchgate.net/publication/248333119_Influence_of_different_fibre_sources_in_diets_for_growing_pigs_on_chemical_composition_of_faeces_and_slurry_and_ammonia_emission_from_slurry
- Jorgensen, H. and Zhao, X.Q. 1996. Eggum BO The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. *British Journal of Nutrition* 75 suppl 3: 365-378. http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FB%2FBJN75_03%2F50007114596000402a.pdf&code=b29b1cca9c90f3ccdb323feb4fadd1e3

- Kim, B.G., Lindeman, M.D., Cromwell, G.L., Ballagon, A. and Agudelo, J.H. 2007. The correlation between passage rate of digesta and dry matter digestibility in various stages of swine. *Livestock Production Science* 109 suppl 1-3: 81-84.
- Licitra, G., Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57 suppl 4: 347-358. [http://www.animalfeedscience.com/article/0377-8401\(95\)00837-3/pdf](http://www.animalfeedscience.com/article/0377-8401(95)00837-3/pdf)
- Lindberg, J.E. 2014. Fiber effect in nutrition and gut health in pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 5 suppl 1: 15-21. <http://link.springer.com/article/10.1186%2F2049-1891-5-15#page-1>
- Ly, J., Reyes, J.L., Macias, M., Martinez, V., Dominguez, P.L. and Ruiz, R. 1998. Ileal and total tract digestibility of leucaena meal (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit) in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 70 suppl 3: 265-273. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840196011066>
- Ly, J., Samkol, P. and Preston, T.R. 2001. Nutritional evaluation of tropical leaves for pigs: pepsin/pancreatin digestibility of thirteen plant species. *Livestock Research for Rural Development* 3 núm. 5, versión electrónica disponible en el sitio <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/5/ly135.htm>.
- Ly, J. and Samkol, P. 2008. Studies on faecal output in Mong Cai pigs fed diets rich in crude fibre. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 15 suppl 2: 139-143. http://www.researchgate.net/publication/268399567_STUDIES_ON_FAECAL_OUTPUT_IN_MONG_CAI_PIGS_FED_DIETS_RICH_IN_CRUDE_FIBRE
- Ly, J. 2009. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 2009 11 suplemento 1:11-33. <http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP11s1es.html>
- Ly, J. 2006. Procesos digestivos en cerdos alimentados con follaje arbóreo. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 13 suplemento 1: 21-24. <http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP13s1es.html>
- Ly, J. and Samkol, P. 2014. Utilización del follaje de morera en la alimentación del ganado porcino en sistemas integrados tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 48 suplemento 1: 63-66. <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122014.pdf>
- Martens, S.D., Tiemann, T.T., Bindelle, J., Peters, M. and Lascano, C.E. 2012. Alternative plant protein sources for pigs and chickens in the tropics – nutritional value and constraints: a review. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 113 suppl 1:101-123. <http://www.jarts.info/index.php/jarts/article/view/2012092441794>
- Minitab. Minitab reference manual release for Windows 13.31. Minitab in Company. State College. 2009, version electrónica disponible in <http://www.minitab.com>
- Ngoc TTB, Hong TTT, Len, NT, Lindberg JE. 2012. Effect of fibre level and fibre source on gut morphology and micro-environment in local (Mong Cai) and exotic (Landrace x Yorkshire) pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 25 suppl 12:1726-1733. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4094155/pdf/ajas-25-12-1726-10.pdf>
- Phiny, C. 2012. Evaluation of some local forages (mulberry, sweet potato and taro) as feed for smallholder pig production in Cambodia (Tesis de doctorado). Universidad de Hué. Hue.
- Samkol, P., Bun, Y. and Ly, J. 2005. Physico-chemical properties of tropical tree leaves may influence its nutritive value for monogastric animal species. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 12 (1): 31-34. <http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP12s1es.html>
- Samkol, P. and Ly, J. 2008. Balance of N in young Mong Cai and Large White pigs. High fibrous diets based on full-fat rubber seeds. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 15 suppl 3: 265-270. <http://www.iip.co.cu/RCP/153/RCP153es.html>
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. and Dickey, M. 1997. Principles and procedures of Statistics. A biometrical approach, Toronto: McGraw and Hill Book Company and In Company, 666 pp. <https://www.scienceopen.com/document/vid/7ff111dd-8cf8-482b-8154-ea58e871cbd5>
- Wilfart, A., Montagne, L., Simmins, H., Noblet, J. and Van Milgen, J. 2007. Effect of fibre content in the diet on the mean retention time in different segments of the digestive tract in growing pigs, *Livestock Science* 109 suppl 1-3: 27-29. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141307000339>

- Zebrowska, T. 1973. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs. *Roczniki Nauk Rolniczych* B95 suppl 2: 85-90.
- Zhang, W., Li, D., Liu, L., Zang, J., Duan, Q. and Yang, W. 2013. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 4 suppl 1: 17-23. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3643821/>

Cite this paper/Como citar este artículo: Ly, J., Samkol, P., Phiny, C., Bustamante, D., Caro, Y. (2016). Balance of nitrogen (n) in pigs fed with *Moringa Oleifera* foliage meal. *Revista Bio Ciencias* 3(4): 349-358. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/185/230>

