

Cutting age and nutritional value of mulberry (*Morus alba*) foliage meal for pigs

Edad de corte y valor nutritivo de harina de follaje de morera (*Morus alba*) para cerdos

S. Mireles¹, E. Moreno¹, M. Ruiz¹, Pok Samkol², Y. Caro³, D. González⁴ and J. Ly^{1,2,3}

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

²Fundación para la Universidad de Agricultura Tropical. Real Universidad de Agricultura. Chamcar Daung, Phnom Penh, Camboya

³Instituto de Ciencia Animal, Apartado 24, San José de las Lajas, Cuba

⁴Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. El Limón, Maracay, Venezuela

Email: smireles@cucba.udg.mx

Twelve plots of 15 m² planted with an indeterminate variety of mulberry (*Morus alba*) with wide leaves underwent periodic cuts every 30, 60, 90 and 120 days to study, according to a random block design, the nutritional value of mulberry foliage meal by the technique of *in vitro* ileal (pepsin/pancreatin) and fecal digestibility. Cell wall content and N bound to that wall increased significantly ($P = 0.004$) with the cut age while the N content tended to decrease ($P = 0.059$). The ileal digestibility of organic matter and N decreased from 68.1 and 59.4 % to 44.2 and 30.0 % ($P < 0.05$), respectively, in samples of 30 cutting days up to others of 120 days ($P < 0.01$). Similarly, fecal digestibility of DM and organic matter went from 66.7 and 68.0 % to 45.3 and 51.0 % ($P < 0.01$), respectively. Cutting age exerts a determining influence on the nutritional value of mulberry foliage meal provided to pigs, which worsens as cut frequency decreases.

Keywords: *tree forage, pigs, digestibility, yield, fiber*

The use of tree foliage, in general, and mulberry in the feeding of pigs and other animals of zootechnical interest has been reviewed in recent years (Ly 2004, Martín *et al.* 2007, and Ly and Samkol 2014). Other studies, especially concerning the use of legume foliages in pig feeding, have also been of interest for researchers in the Latin American tropics (Martens *et al.* 2012), or for non-legume foliages and fiber materials, in Indochina (Phiny 2012 and Tran 2012).

There is no available precise information on the influence of mulberry cut age on indicators of economic importance such as performance and digestibility traits of diets with mulberry, provided to pigs (Martín *et al.* 2007), but it is known that young leaves are more nutritional than the old ones in pigs (Samkol *et al.* 2005). It is known that, in other livestock species, this is a factor of considerable importance (Boschini 2001, Noda *et al.* 2011 and Avila *et al.* 2012).

The objective of this paper was to inform about the effect of the cutting age of mulberry tree foliage, in its nutritional value for pigs. In the knowledge of the authors, there is no history of this type of research in pigs fed mulberry foliage.

Doce parcelas de 15 m² sembradas de una variedad indeterminada de morera (*Morus alba*) de hoja ancha se sometieron a cortes periódicos cada 30, 60, 90 y 120 días para estudiar, según diseño de bloques al azar, el valor nutritivo de la harina de follaje de morera por la técnica de la digestibilidad ileal (pepsina/pancreatina) y fecal *in vitro*. El contenido de pared celular y N ligado a esa pared aumentó significativamente ($P = 0.004$) con la edad de corte mientras que el contenido de N tendió a decrecer ($P = 0.059$). La digestibilidad ileal de la materia orgánica y N disminuyó desde 68.1 y 59.4 % hasta 44.2 y 30.0 % ($P < 0.05$), respectivamente en muestras de 30 días de corte hasta otras de 120 días ($P < 0.01$). De manera similar, la digestibilidad fecal de la materia seca y la materia orgánica pasó de 66.7 y 68.0 % hasta 45.3 y 51.0 % ($P < 0.01$), respectivamente. La edad de corte ejerce influencia determinante en el valor nutritivo de la harina de follaje de morera dada al ganado porcino, la que empeora mientras la frecuencia de poda disminuya.

Palabras clave: *forraje arbóreo, ganado porcino, digestibilidad, rendimiento, fibra*

El uso del follaje arbóreo en general y de morera en la alimentación del ganado porcino y de otros animales de interés zootécnico, ha sido revisado en los últimos años (Ly 2004, Martín *et al.* 2007 y Ly y Samkol 2014). Otros estudios, sobre todo relacionados con el uso de follajes de leguminosas en la alimentación de cerdos, también ha sido motivo de interés para investigadores en el trópico latinoamericano (Martens *et al.* 2012), o de follajes no leguminosos y materiales fibrosos, en Indochina (Phiny 2012 y Tran 2012).

No existe información precisa disponible sobre la influencia de la edad de corte de la morera en indicadores de importancia económica tales como rasgos de comportamiento y digestibilidad de dietas con morera suministradas al ganado porcino (Martín *et al.* 2007), pero se sabe que las hojas jóvenes son más nutritivas para los cerdos que las viejas (Samkol *et al.* 2005). Se sabe que en otras especies ganaderas éste es un factor de considerable importancia (Boschini 2001, Noda *et al.* 2011 y Avila *et al.* 2012).

El objetivo de la presente investigación fue informar sobre el efecto de la edad de corte del follaje de árboles de morera, en su valor nutritivo para el ganado porcino.

Materials and Methods

Twelve plots of 15 m² (3x5 m) planted with an indeterminate variety of mulberry (*Morus alba*) with wide leaves, after initial sowing (distance, 0.5 m) and to which an initial even cut was made six months after sowing, were subjected to periodic cuts every 30, 60, 90 and 120 days to study the nutritional value of mulberry foliage meal by the *in vitro* technique of ileal (pepsin/pancreatin) and fecal digestibility. Mulberry was planted with cuttings of about 20 cm, and periodically fertilized with effluent from digesters loaded with porcine excreta (100 kg N/ha per year), in an integrated animal production system. The sample taken at random in each plot came from the central rows to avoid the border effect, and it was representative of the foliage of the second periodic cut, when the whole plot was harvested. The cutting height was constant and equal to 30 cm maximum.

Mulberry foliage was devoid of the central stems, to obtain a material that mostly contained leaves and petioles, as well as stems no more than 3 mm in diameter. In a representative fresh sample of each plot, DM content was determined by drying in a microwave oven (Undersander *et al.* 1993). The material was spread on sheets of black polyethylene on the ground in order to be dried under the sun, for three days, and then converted into foliage meal, when ground in a hammer mill with a sieve size of 1 mm. Representative samples of the foliage meal were taken, corresponding to three per each cutting age, and the content of residual DM, ashes, crude fiber and N were determined by recognized procedures (AOAC 2006) in aliquots of the samples. The technique of dissolution in detergent solution was used for determining the NDF concentration (Van Soest *et al.* 1991). The organic matter was calculated as the difference between 100 and ash percentage. The N linked to the NDF was determined according to Licitra *et al.* (1996). The wash value or water solubility of DM and N was carried out by the procedure suggested by Ly and Preston (2001).

The determination of *in vitro* digestibility simulating the ileal was carried out according to the method of Dierick *et al.* (1985), with the use of casein as a pattern substance. For *in vitro* fecal digestibility, Löwgreen (1992) procedure was followed and porcine fecal material recently excreted by adult pigs was used, and wood cellulose as a pattern substance. All determinations were conducted in quadruplicate. A random block design was applied for numerical manipulation. Thus there were three blocks per treatment, and the treatment was the cut age. Means were processed according to the analysis of variance technique (Steel *et al.* 1997). When this analysis detected significant differences ($P < 0.05$), the means were compared by Duncan multiple comparison test.

En el conocimiento de los autores, no hay antecedentes de este tipo de investigaciones en ganado porcino alimentado con follaje de morera.

Materiales y Métodos

Doce parcelas de 15 m² (3x5 m) sembradas de una variedad indeterminada de morera (*Morus alba*) de hoja ancha, después de sembrada inicialmente (distancia, 0.5 m) y a la que se hizo un corte inicial de emparejamiento a los seis meses de la siembra, se sometieron a cortes periódicos cada 30, 60, 90 y 120 días para estudiar el valor nutritivo de la harina de follaje de morera por la técnica *in vitro* de la digestibilidad ileal (pepsina/pancreatina) y fecal. La morera se sembró con esquejes de unos 20 cm, y fertilizada periódicamente con effluente de digestores cargados con excretas porcinas (100 kg N/ha al año), en un sistema integrado de producción animal. La muestra tomada al azar en cada parcela provino de las hileras centrales para evitar el efecto de borde, y fue representativa del follaje del segundo corte periódico, cuando se hizo la cosecha de toda la parcela. La altura de corte fue constante e igual a 30 cm como máximo.

El follaje de morera fue desprovisto de los tallos centrales, para obtener un material que contenía mayoritariamente, hojas y pecíolos, así como tallos de no más de 3 mm de diámetro. En una muestra fresca representativa de cada parcela se determinó el contenido de MS, mediante secado en un horno de microondas (Undersander *et al.* 1993). El material fue extendido sobre láminas de polietileno negro en el suelo con vistas a ser secado al sol, durante tres días, y después, convertido en harina de follaje, al ser molido en un molino de martillo con tamaño de criba de 1 mm. Se tomaron muestras representativas de la harina del follaje, correspondientes a tres por cada edad de corte, y en alícuotas de las mismas se determinó el contenido de MS residual, cenizas, fibra cruda y N por procedimientos reconocidos (AOAC 2006). La técnica de disolución en solución detergente fue la que se usó para determinar la concentración de FDN (Van Soest *et al.* 1991). La materia orgánica fue calculada como la diferencia entre 100 y el porcentaje de cenizas. El N ligado a la FDN se determinó de acuerdo con Licitra *et al.* (1996). El valor de lavado o solubilidad en agua de la MS y el N se llevó a cabo mediante el procedimiento sugerido por Ly y Preston (2001).

La determinación de la digestibilidad *in vitro* simulando la ileal, se hizo de acuerdo con el método de Dierick *et al.* (1985), con el uso de caseína como sustancia patrón. Para la digestibilidad *in vitro* fecal se siguió el procedimiento de Löwgreen (1992) y se empleó material fecal porcino recientemente excretado por cerdos adultos, y celulosa de madera como sustancia patrón. Todas las determinaciones se condujeron por cuadruplicado. Se aplicó un diseño de bloques al azar para la manipulación numérica. Así hubo tres bloques por tratamiento, y el tratamiento fue la edad de corte. Las medias fueron procesadas de acuerdo con la técnica del análisis de varianza (Steel *et al.* 1997). Cuando este análisis detectó diferencias significativas ($P < 0.05$),

The interdependence among some chemical-physical characteristics of the studied foliage and its ileal digestibility, *in vitro*, was established by means of a Pearson correlation matrix (Steel *et al.* 1997). When it was considered convenient, regression analysis was also carried out. Data processing was performed through a statistical package (Minitab 2009).

Results and Discussion

Table 1 shows the mulberry foliage yield.

Even with a lot of variability, fresh foliage yield was higher while the cutting frequency was lower

las medias fueron comparadas mediante la d6cima de comparaci3n m6ltiple de Duncan. La interdependencia entre algunas caracteristicas qu6mico-fisicas del follaje estudiado y su digestibilidad ileal, *in vitro*, fue establecida mediante una matriz de correlaci3n de Pearson (Steel *et al.* 1997). Cuando se crey3 conveniente tambi3n se practic3 el an6lisis de regresi3n. El procesamiento de los datos se hizo mediante un paquete estadistico (Minitab 2009).

Resultados y Discusi3n

El rendimiento de follaje de morera aparece en la tabla 1.

Tabla 1. Anual yield of mulberry foliage in this experiment¹

	Cut age, days				SE ±	P
	30	60	90	120		
n	3	3	3	3	-	-
Fresh foliage, t/ha	15.52 ^a	17.41 ^a	34.22 ^b	38.46 ^c	2.93	0.001
Dry foliage, t/ha	3.88 ^a	5.03 ^a	10.43 ^b	12.90 ^c	0.42	0.001
Dry matter, %	25.06 ^a	28.90 ^{ab}	30.53 ^b	31.10 ^b	1.41	0.006

¹ Branches cut at 30 cm from the soil

^{abcd} Means without common letters in the same row differ significantly among them (P<0.05)

(P = 0.001). Also the annual yield of dry foliage increased significantly (P = 0.001), in this case, from 3.88 to 12.90 t DM/year when the cut age went from 30 to 120 days. On the other hand, it was noted that DM concentration in the foliage increased significantly (P = 0.006) from 25.06 to 31.10 % depending on the cut of foliage from 30 to 120 days, the increase in the yield of mulberry with the decrease of cutting frequency has been previously reported (Boschini 2001, García Soldevilla and Fernández 2004 and Noda *et al.* 2011), and this experiment would confirm these other observations.

Table 2 shows the effect of cut age on chemical composition of mulberry foliage.

When the cut age went from 30 to 120 days, cell

Aún con mucha variabilidad, el rendimiento de follaje fresco fue mayor mientras menor fuera la frecuencia de corte (P=0.001). También el rendimiento anual de follaje seco aumentó significativamente (P=0.001), en este caso, desde 3.88 hasta 12.90 t MS/año cuando la edad de corte pasó de 30 a 120 días. Por otra parte, se notó que la concentraci3n de MS en el follaje aumentó significativamente (P=0.006) desde 25.06 hasta 31.10 % seg6n el corte del follaje fuera desde 30 hasta 120 días, El incremento en el rendimiento de morera con la disminuci3n de la frecuencia de corte ha sido informada anteriormente (Boschini 2001, García Soldevilla y Fernández 2004 y Noda *et al.* 2011), y este experimento confirmaría estas otras observaciones.

En la tabla 2 está el efecto de la edad de corte en la composici3n qu6mica del follaje de morera

Tabla 2. Effect of cut age on chemical composition of mulberry foliage meal¹ (percentage under dry basis)

	Cut age, days				SE ±	P
	30	60	90	120		
n	3	3	3	3	-	-
Ashes	7.50 ^a	8.00 ^a	13.07 ^b	16.62 ^c	0.59	0.001
Organic matter	92.50 ^a	92.00 ^a	86.93 ^b	83.38 ^c	0.59	0.001
Crude fiber	8.63 ^a	10.06 ^a	17.43 ^b	19.73 ^b	1.73	0.001
NDF	24.33 ^a	26.70 ^a	28.43 ^{ab}	32.73 ^b	1.50	0.004
N	5.02	5.01	4.25	3.61	0.33	0.059
NDF-N	1.32 ^a	1.40 ^a	1.72 ^{ab}	1.92 ^b	0.17	0.004
NDF-N, % total N	29.77 ^a	28.03 ^a	41.16 ^b	49.70 ^b	3.44	0.001
Soluble DM	44.83 ^a	39.03 ^b	31.33 ^c	25.33 ^d	1.91	0.001
Soluble N	48.13 ^a	42.30 ^a	33.93 ^b	24.33 ^c	1.60	0.001

¹ Branches cut at 30 cm from the soil

^{abcd} Means without common letters in the same row differ significantly among them (P<0.05)

wall content (NDF, $P = 0.004$) and N content bound to that wall increased (NDF-N, $P = 0.004$). Likewise, the percentage of crude fiber increased ($P = 0.001$), and, at the same time, solubility values of MS and N decreased ($P=0.001$). These data, which are obvious signs of foliage senescence, are consistent with those of other researches in which the same evolution of tree foliage with aging has been found (Boschini 2001, Samkol *et al.* 2005, Noda *et al.* 2011 and Avila *et al.* 2012). Obviously, a higher content of N bound to the wall implies a lower availability of amino acids for the animal during digestive processes that take place in the pig (Ly 2008).

The effect of cut age on *in vitro* ileal digestibility is presented in table 3. Ileal digestibility of organic matter and N decreased from 68.17 and 59.46 % to 44.37 and 30.00 % ($P = 0.001$) in 30-day-cut samples of until 120 days. Data found in this experiment with pigs confirm previous ones (Samkol *et al.* 2005) and show the same inclination as those results of Boschini (2001) with *in situ* degraded mulberry, in the rumen.

Some apparent relations of cause/effect among *in vitro* digestibility indexes and other physical and chemical of foliage appear in the matrix of correlation of Pearson of table 4.

Cuando la edad de corte pasó de 30 a 120 días, aumentaron tanto el contenido de pared celular (FDN; $P=0.004$), como el del N ligado a esa pared, (FDN-N; $P=0.004$). Igualmente aumentó el porcentaje de fibra cruda ($P=0.001$), y al mismo tiempo descendieron los valores de la solubilidad de MS y N ($P=0.001$). Estos datos, que son signos evidentes de senescencia del follaje, son congruentes con los de otras investigaciones donde se ha hallado la misma evolución del follaje arbóreo con el envejecimiento (Boschini 2001, Samkol *et al.* 2005; Noda *et al.* 2011 y Avila *et al.* 2012). Obviamente, mayor contenido de N ligado a la pared implica menor disponibilidad de aminoácidos para el animal durante los procesos digestivos que tienen lugar en el cerdo (Ly 2008).

El efecto de la edad de corte en la digestibilidad ileal *in vitro* se presenta en la tabla 3. La digestibilidad ileal de la materia orgánica y N decreció desde 68.17 y 59.46 % hasta 44.37 y 30.00 % ($P=0.001$) en muestras de 30 días de corte hasta 120 días. Los datos hallados en este experimento en cerdos confirman otros anteriores (Samkol *et al.* 2005) y muestran la misma inclinación que los encontrados por Boschini (2001) con morera degradada *in situ*, en el rumen.

Algunas relaciones aparentes de causa/efecto entre índices de digestibilidad *in vitro* y otros químico-físicos del follaje se muestran en la matriz de correlación de

Table 3. *In vitro* ileal digestibility (pepsin/pancreatin) of mulberry foliage meal¹ (percentage under dry basis)

	Cut age, days				SE ±	P
	30	60	90	120		
n	3	3	3	3	-	-
Dry matter	63.13 ^a	54.96 ^b	43.20 ^c	35.56 ^c	2.75	0.001
Organic matter	68.17 ^a	60.70 ^{ab}	52.76 ^b	44.37 ^c	4.15	0.002
N	59.46 ^a	52.23 ^b	41.87 ^c	30.00 ^d	1.95	0.001

¹Branches cut at 30 cm from the soil

^{abcd} Means without common letters in the same row differ significantly among them ($P<0.05$)

Table 4. Association of *in vitro* digestibility (pepsin/pancreatin) of mulberry foliage with other physical and chemical characteristics of samples (n = 12)

	MSS1	NS	DMD	ND	NDF	NDF-N
NS	0.981					
DMD	0.992	0.974				
ND	0.985	0.993	0.980			
NDF	-0.842	-0.880	-0.838	-0.884		
NDF-N	-0.869	-0.853	-0.855	-0.863	0.704	
CF	-0.889	-0.880	-0.882	-0.900	0.777	0.910

¹MSS and NS express the washing of DM and N; DMD and ND express *in vitro* digestibility (pepsin/pancreatin); NDF, NDF -N and CF express the content of NDF, NDF -N and crude fiber in the foliage. All measures are expressed in percentage $P<0.05$ for $r>0.6$.

Figure 1 shows the interdependence found between *in vitro* digestibility of N (pepsin/pancreatin) of N and N content bound to the plant wall ($P = 0.001$). It was positive to find such a response even with a relatively small population size. The decrease in the values of

Pearson de la tabla 4.

En la figura 1, se muestra la interdependencia hallada entre la digestibilidad *in vitro* del N (pepsina/pancreatina) del N y el contenido de N ligado a la pared vegetal ($P=0.001$). Fue positivo encontrar una respuesta así aún

in vitro digestibility of N with the increase of the N content linked to the plant wall, support the perception that with the increase in the age of cut, the nutritional value of mulberry foliage decreases, which it had been suggested by Samkol *et al.* (2005) when they examined this interdependence in samples of tropical trees and shrubs.

con un tamaño de población relativamente reducido. El descenso en los valores de la digestibilidad *in vitro* del N con el aumento del contenido del N ligado a la pared vegetal, apoyan la percepción de que con el aumento de la edad de corte, disminuye el valor nutritivo del follaje de morera, lo que sugirieron Samkol *et al.* (2005) cuando examinaron esta interdependencia en muestras de árboles

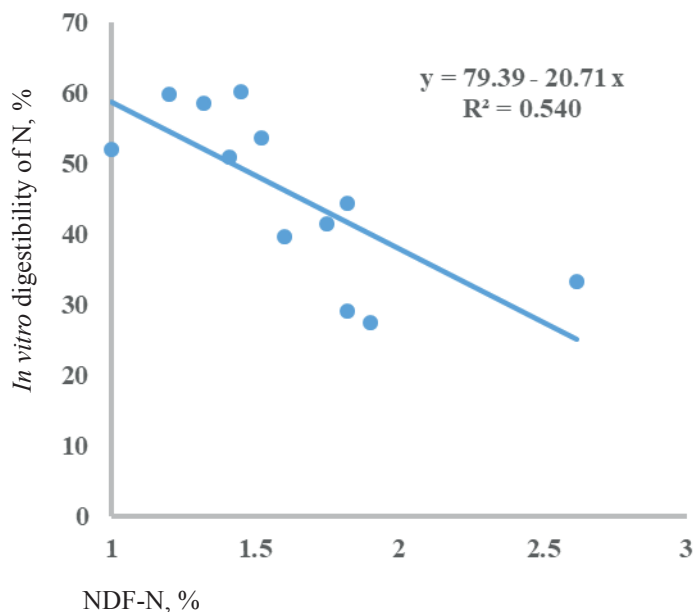


Figure 1. Relationship between *in vitro* digestibility of N (pepsin/pancreatin) and N bound to the wall of mulberry foliage (Syx, \pm 6.28)

The effect of cut age on *in vitro* fecal digestibility is shown in table 5. Rates of rectal digestibility were obviously higher than those observed for ileal digestibility, because, in this case, they include digestive processes that take place in the caecum and colon (Ly 2008). As the age of cut was higher, the difference between fecal and ileal *in vitro* digestibility increased, for DM and for organic matter. As an illustration, in the case of N, 0.04 % disappeared in the large intestine when the cut was made every 30 days, while at 120 days, the disappearance in that same segment of the food canal, amounted to 21.13%. These data are inclined to support the hypothesis that foliage aging modifies the digestion strategy of pigs, with a greater participation of indigenous microflora, to take advantage of nutrients contained in old mulberry. Even so, the microbial attack on the available substrates may be done with greater difficulty. In studies of ruminal digestibility of mulberry forage, Boschini (2001) found an equivalent pattern, with mulberry trees with a regrowth age between 56 and 112 days.

In this test, *in vitro* fecal digestibility of DM decreased from 66.77 to 45.37 % ($P = 0.001$) while the organic matter declined from 68.07 to 48.90 % ($P = 0.013$). In contrast, nitrogen fraction of samples showed little significant influence ($P = 0.050$) due to treatment effect. These results of *in vitro* ileal and fecal digestibility of mulberry foliage, mostly agree

y arbustos tropicales.

El efecto de la edad de corte en la digestibilidad fecal, *in vitro*, se muestra en la tabla 5. Los índices de digestibilidad rectal obviamente fueron superiores a los observados para la digestibilidad hasta el íleon, debido a que en este caso, incluyen los procesos digestivos que tienen lugar en ciego y colon (Ly 2008). En la medida que fue mayor la edad de corte, la diferencia entre la digestibilidad *in vitro* fecal e ileal fue en ascenso, tanto para la MS, como para la materia orgánica. Como ilustración, en el caso del N, el 0.04 % desapareció en el intestino grueso cuando el corte se hizo cada 30 días, mientras que a los 120 días, la desaparición en ese mismo segmento del canal alimentario, ascendió al 21.13%. Estos datos se inclinan a apoyar la hipótesis de que el envejecimiento del follaje, modifica la estrategia de digestión de los cerdos, con una mayor participación de la microflora indígena, para aprovechar nutrientes contenidos en la morera vieja. Aún así el ataque microbiano a los sustratos disponibles posiblemente se haga con mayor dificultad. En estudios de digestibilidad ruminal de forraje de morera, Boschini (2001) encontró un patrón equivalente, con moreras con una edad de rebrote entre 56 y 112 días.

En el presente examen, la digestibilidad fecal *in vitro* de MS disminuyó desde 66.77 hasta 45.37 % ($P=0.001$) mientras que la de la materia orgánica decayó desde 68.07 hasta 48.90 % ($P=0.013$). En contraste, la fracción nitrogenada de las muestras manifestó poca influencia significativa ($P=0.050$) por efecto de tratamiento. Estos

Table 5. *In vitro* fecal digestibility of mulberry foliage meal1 (percentage under dry basis)

	Cut age, days				SE ±	P
	30	60	90	120		
n	3	3	3	3	-	-
Dry matter	66.77 ^a	58.40 ^{ab}	50.13 ^{bc}	45.37 ^c	4.01	0.001
Organic matter	68.07 ^a	63.10 ^{ab}	52.27 ^{bc}	48.90 ^c	5.22	0.013
N	59.50 ^a	58.33 ^a	57.63 ^{ab}	51.13 ^b	2.97	0.050

with others in which the effect of cutting age or foliage aging influence significantly on the decrease of their digestive indexes (Noda *et al.* 2011, Avila *et al.* 2012 and Ly *et al.* 2018).

According to the results of this research, the cut age exerts a determining influence on the nutritional value of the mulberry foliage meal provided to pigs. Factors such as fertilization level and cultivated variety of mulberry may interact with the cut age. Other strategies to consider could be the feeding of growing pigs or breeding sows with mulberry foliage meal, and levels of inclusion in the diet.

Acknowledgements

Thanks to the laboratory work performed at the Foundation of the Universidad de Agricultura Tropical, Chamcar Daung. Thanks to the staff of the pig farm of the Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, in Maracay, for the technical support for the development of this experiment. Finally, thanks are given to Dr. Marisol Muñiz, Instituto de Investigaciones Porcinas, Punta Brava, for her suggestions about the design and biometric manipulation of data.

resultados, tanto los de digestibilidad ileal como fecal *in vitro* correspondientes al follaje de morera, concuerdan en líneas generales con otros en los que el efecto de edad de corte o envejecimiento del follaje hace decrecer notablemente sus índices digestivos (Noda *et al.* 2011, Avila *et al.* 2012 y Ly *et al.* 2018).

En consonancia con los resultados de la presente investigación, la edad de corte ejerce una influencia determinante en el valor nutritivo de la harina de follaje de morera dada al ganado porcino. Factores tales como el nivel de fertilización y la variedad cultivada de morera pudieran interactuar con la edad de corte. Otras estrategias a tener en cuenta pudieran ser si se alimentan cerdos en crecimiento o cerdas reproductoras con harina de follaje de morera, y los niveles de inclusión en la dieta.

Agradecimientos

Se agradece el trabajo de laboratorio hecho en la Fundación de la Universidad de Agricultura Tropical, Chamcar Daung. Igualmente agradecen al personal de la granja porcina de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, en Maracay, por el apoyo técnico para el desarrollo de este experimento. Finalmente se dan las gracias a la Dra. Marisol Muñiz, Instituto de Investigaciones Porcinas, Punta Brava, por sus sugerencias acerca del diseño y la manipulación biométrica de los datos.

References

- AOAC. 2006. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists International (AOAC Int), 18th edition. Gaithersburg (Maryland).
- Avila, R.E., Di Marco, O. & Agnusdei, M. 2012. Calidad nutritiva de láminas de *Chloris gayana* en estado vegetativo. Efecto de la reducción del tamaño foliar y envejecimiento. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 20(1):17-27.
- Boschini, C. 2001. Degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). Agronomía Mesoamericana. 12(1):79-87.
- Dierick, N., Vervaeke, I., Decuyper, J. & Henderickx, K. 1985. Protein digestion in pigs measured in vivo and *in vitro*. In: Digestive Physiology in the Pig (A. Just, H. Jørgensen y J.A. Fernández, Ed.). Beretning Statens Husdyrbrugsforsøg. Copenhagen, p 329-332
- García Soldevilla, F. & Fernández, C. 2004 Influencia de la frecuencia de poda y de la época del año sobre los rendimientos de biomasa de morera. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 11(1):64-74.
- Licitra, G., Hernández, T.M. & Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology. 57(2):347-358.
- Löwgreen, W. 1992. An *in vitro* method for studying digestion of dietary components and the energy value of pig feeds. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, pp 102.
- Ly, J. 2004. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 11(1):11-33.
- Ly, J. 2008. Fisiología Nutricional del Cerdo. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp165.
- Ly, J., Caro, Y., Arias, R., Delgado, E. & Mireles, S. 2018. Estudios del valor nutritivo del follaje de *Albizia lenbeck* (L.) Benth según su digestibilidad *in vitro*. Livestock Research for Rural Development. 31(2). Available: <http://www.lrrd.org/>
- Ly, J. & Pok Samkol. 2014. Use of mulberry foliage for pigs in tropical integrated systems. Cuban Journal of Agricultural Science, 48(1):63-66.

- Ly, J. & Preston, T.R. 2001. *In vitro* estimates of N digestibility for pigs and water soluble nitrogen are correlated in tropical forage feeds. *Livestock Research for Rural Development*, 13(). Available: <http://www.lrrd.org/lrrd13/1/ly131>.
- Martens, S.D., Tiemann, T.T., Bindelle, J., Peters, M. & 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(1):101-123.
- Martin, G.J., Noda, Y., Pentón, G., García, D.E., García, F., González, E., Ojeda, F., Milera, M., López, O., Ly, J., Leiva, L. & Arece, J. 2007. La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 30(1):3-19.
- Minitab 2009. Minitab 15 Statistical Software. Minitab In Company. State College (Pennsylvania). Available: <http://www.minitab.com>
- Noda, Y., Martin, G. & García, D.E. 2011. Efecto de la altura y la frecuencia de defoliación en la producción y calidad de la biomasa de *Morus alba* (Linn.). In: *Morera – Un Nuevo Forraje para la Alimentación del Ganado* (M.C. Milera, Ed.). Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. p 90-99.
- Phiny, Chiev. 2012. Evaluation of some local forages (mulberry, sweet potato and taro) as feeds for smallholder pig production in Cambodia. PhD Thesis. Hué University. Hué, pp 28.
- Samkol, Pok, Bun Y & 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
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. & Dickey, M. 1997. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. McGraw and Hill Book Company In Company (segunda edición). New York, pp 666
- Tran Thi Bich Ngoc. 2012. Utilization of fibre-rich feedstuffs for pigs in Vietnam. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Undersander, D., Mertens, D.R. & Theix, N. 1993. *Forage Analysis Procedures*. National Forage Testing Association. Omaha, pp 154
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, .B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10):3583-3597

Received: January, 28, 2019

