Artículo científico

Deshidratación del follaje, al sol y a la sombra, de tres plantas forrajeras proteicas

Dehydration of the foliage, under sunlight and shade, of three forage protein plants

Iván Lenin Montejo-Sierra, Luis Lamela-López y Onel López-Vigoa
Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
Correo electrónico: lenin@ihatuey.cu

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la influencia del método de secado (al sol y a la sombra) del follaje de *Morus alba* (morera), *Boehmeria nivea* (ramié) y *Tithonia diversifolia* (titonia), sobre la dinámica de deshidratación y la calidad de la harina. Se determinó la pérdida de agua, al sol y a la sombra, de la biomasa comestible de cada especie. Al follaje deshidratado se le cuantificó el rendimiento y la calidad bromatológica de la harina. Se empleó un diseño completamente aleatorizado, con dos tratamientos y siete réplicas en cada uno. La deshidratación del follaje se alcanzó a los cinco días con ambos métodos de secado, en las tres especies. El rendimiento en harina fue mayor en morera, que en ramié y titonia (186,4; 131,5 y 81,2 g /kg MV, respectivamente); sin embargo, en cada especie tuvo un valor similar con ambas formas de secado. En morera y ramié, aunque la forma de deshidratación no afectó el contenido de PC de la harina, a la sombra se detectaron los valores más altos de MS (88,2 %), FDA (33,8 %) y celulosa (26,8%) en la primera; así como en los de FDA (39,8 %), celulosa (25,8 %) y lignina (9,2 %) en la segunda. En titonia, el secado al sol produjo mayor contenido de PC (27,1 %); mientras que la MS (89,6 %), la FDA (34,1 %) y la celulosa (25,7 %) fueron superiores con el secado a la sombra. Se concluye que ambos tipos de secado constituyen una alternativa para deshidratar la biomasa comestible de las tres especies, con poca afectación de los indicadores bromatológicos.

Palabras clave: *Boehmeria nivea*, harina, *Morus alba*, secado, *Tithonia diversifolia*.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the influence of the drying method (under sunlight and shade) of the foliage of *Morus alba* (mulberry), *Boehmeria nivea* (ramie) and *Tithonia diversifolia* (Mexican sunflower), on the dehydration dynamics and meal quality. The water loss, under sunlight and shade, of the edible biomass of each species, was determined. The yield and bromatological quality were quantified in the dehydrated foliage. A completely randomized design was used, with two treatments and seven replicas each. The foliage dehydration was reached after five days with both drying methods, in the three species. The yield in meal was higher in mulberry, than in ramie and Mexican sunflower (186,4; 131,5 and 81,2 g /kg GM, respectively); however, in each species it had a similar value with both drying forms. In mulberry and ramie, although the dehydration method did not affect the CP content of the meal, under shade the highest values of DM (88,2 %), ADF (33,8 %) and cellulose (26,8 %) were detected in the former, as well as the value of ADF (39,8 %), cellulose (25,8 %) and lignin (9,2 %) in the latter. In Mexican sunflower, the drying under sunlight produced a higher CP content (27,1 %); while DM (89,6 %), ADF (34,1 %) and cellulose (25,7 %) were higher with drying under shade. It is concluded that both drying types constitute an alternative to dehydrate the edible biomass of the three species, with little affectation of the bromatological indicators.

Keywords: *Boehmeria nivea*, drying, meal, *Morus alba*, *Tithonia diversifolia*.

Introducción

En los países tropicales, el período lluvioso trae consigo un incremento de la producción de biomasa de las plantas forrajeras. Esta producción es tan elevada que los animales no logran consumir todo el alimento disponible; sin embargo, el excedente que se genera puede ser conservado y ofrecido en el período poco lluvioso (González-García y Martín-Martín, 2015).

Las investigaciones en Cuba se concentran más en el uso de recursos forrajeros localmente disponibles, que contribuyan de manera decisiva al establecimiento de sistemas adecuados de producción sostenible (Milera-Rodríguez, 2010). Diferentes autores indican que la biomasa comestible producida por algunas plantas forrajeras, arbustivas y arbóreas puede ser utilizada en forma de harina (Castrejón-Pineda *et al.*, 2016).

La elevada producción de biomasa vegetal en el trópico y la existencia de numerosas especies con alto potencial alimentario para animales herbívoros incentivan la conservación de estos recursos y su evaluación nutricional. Esta práctica contribuye a disminuir los imprevistos que se presentan por plagas y sequías prolongadas, que afectan la disponibilidad y el crecimiento de las plantas (Moreno y Sueiro, 2009).

La deshidratación del follaje cuando presenta una óptima relación entre el rendimiento y la calidad de la biomasa comestible, para posteriormente convertirlo en harina, garantiza conservar un alimento de buena calidad y, por consiguiente, de elevado valor nutricional. Además, ello permite disminuir el peso y el volumen respecto al del alimento fresco, por lo que facilita el almacenamiento y la transportación.

Por otra parte, este proceso de conservación contribuye a optimizar el uso de los recursos locales de los agrosistemas, y a elevar la autosuficiencia en la generación de las materias primas que se pueden incorporar en las dietas de los animales de diferentes especies. Asimismo, posibilita guardar y conservar alimentos para el período poco lluvioso (Cattani, 2011).

La conservación del follaje excedente en forma de harina es atractiva para los países tropicales con bajos recursos tecnológicos. En ellos se han evaluado diferentes especies de plantas que se han incorporado a la dieta de los animales en forma de harina, principalmente en cerdos y conejos (Leyva *et al*., 2012).

En este sentido, la morera (*Morus alba*), el ramié (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud.) y la titonia (*Tithonia diversifolia*) son plantas con una alta producción de biomasa comestible y de elevado valor nutricional. Por esas características, sus excedentes pueden ser conservados en forma de harina y han sido incluidas como plantas proteicas en dietas de diferentes especies de animales (Ruíz *et al*., 2014). En Cuba se ha estudiado la cinética de deshidratación durante el secado al sol, pero existe poca información de la cinética de deshidratación a la sombra, que permita al follaje alcanzar en poco tiempo de exposición un elevado contenido de materia seca. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue estudiar la influencia de la forma de secado (al sol o a la sombra) del follaje de *M. alba*, *B. nivea* y *T. diversifolia*, sobre la dinámica de deshidratación y la calidad de la harina.

Materiales y Métodos

Localización de los experimentos. Los experimentos se realizaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey del municipio de Perico, provincia Matanzas, Cuba (22° 50' 12.26" N, 81° 02' 25.99" O), a 19 msnm.

Caracterización del suelo y material vegetal utilizado. El área de la que se tomó el material vegetal para realizar el experimento era de 300 m^2; mientras que el suelo característico donde estaban plantadas las tres especies es del tipo Ferralítico Rojo (Hernández-Jiménez *et al*., 2015). El manejo de la plantación no incluyó riego ni fertilización, y la cosecha del forraje que se deshidrataría se realizó al final del período lluvioso.

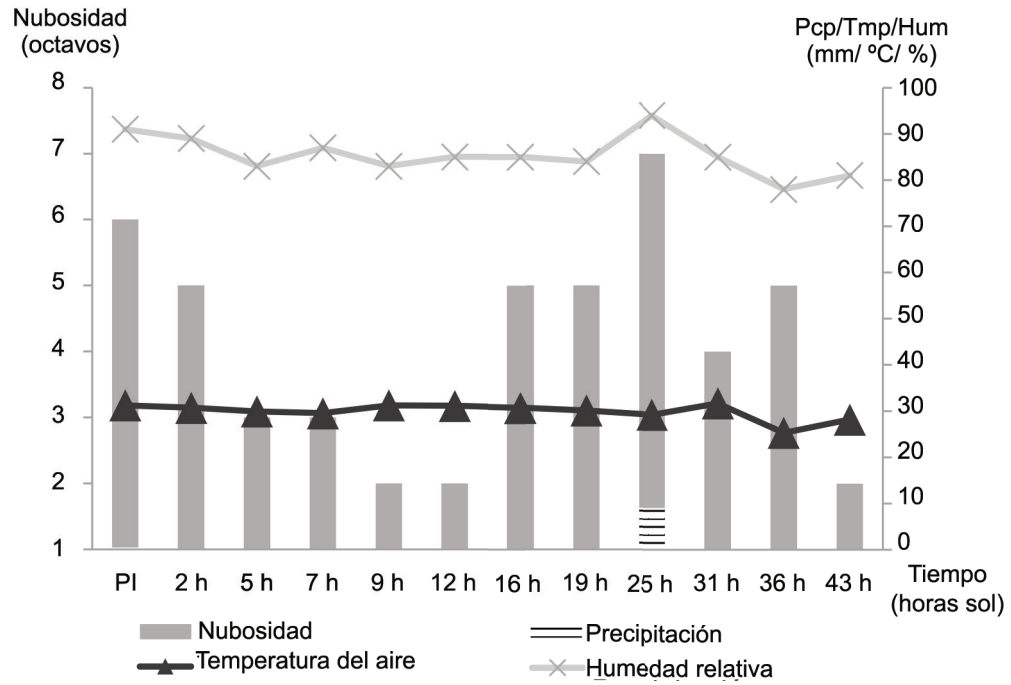
Diseño y tratamientos. La edad de corte del follaje en cada especie se estableció de acuerdo a las recomendaciones de Elizondo y Boschini (2002), García *et al*. (2007) y Verdecia *et al*. (2011).

Se evaluó la deshidratación del follaje en dos condiciones: al sol y a la sombra (tabla 1), con siete réplicas para cada forma de secado (tratamiento) por especie.

Condiciones climáticas en la etapa experimental. Los elementos del clima durante el período experimental fueron suministrados por la Estación Meteorológica de la EEPF Indio Hatuey, ubicada a menos de 200 m de distancia del área experimental. En la figura 1 se muestra el resumen de los datos climáticos registrados por la Estación durante los

Tabla 1. Tratamientos empleados en la investigación

Especie	Edad (días)	Forma de secado
Morus alba	60	Sol
		Sombra
Boehmeria nivea	40	Sol
		Sombra
Tithonia diversifolia	60	Sol
		Sombra



Pcp: precipitación, Tmp: temperatura, Hum: humedad, PI: peso inicial, h: horas.

Figura 1. Datos de los elementos del clima durante la exposición del follaje al secado.

días en que se deshidrataron los follajes y a la hora del pesaje (fig. 1).

Método de deshidratación. Para la deshidratación al sol se colocaban las muestras sobre una superficie asfaltada, desde las 9:00 a.m. hasta las 4:00 p.m.; a partir de esta hora y durante toda la noche se dejaban bajo techo en un lugar cerrado. Se depositó 1,03 ± 0,03 kg de forraje (tallos tiernos de 0,75 m con sus hojas) en sacos de nailon tejido (tabla 2).

Tabla 2. Peso inicial de la biomasa comestible de las tres especies deshidratadas al sol y a la sombra.

Especie	Secado		
	Sol	Sombra	ES ±
M. alba	1,05	1,05	0,0011
B. nivea	1,03	1,04	0,015
T. diversifolia	1,02	1,02	0,0022

En el caso de la deshidratación a la sombra las muestras se depositaron en una nave abierta y techada, protegida solamente por malla *peerle* en los laterales, sobre una parrilla de cabillas de acero a una altura del suelo de 1,2 m.

Los sacos con las muestras de todos los tratamientos se pesaron a las 11:00 a.m., 1:00 p.m. y 3:00 p.m., y en el caso de las expuestas al sol se voltearon después de cada pesaje, que se realizó diariamente hasta alcanzar un peso constante. Después de alcanzado este en las muestras durante dos días, se molió esa biomasa deshidratada y se almacenó en forma de harina en frascos de vidrio con tapas de rosca, en el laboratorio de análisis químico, hasta la cuantificación de los indicadores.

Cálculos y análisis estadísticos. La curva de deshidratación se elaboró con los valores del peso promedio diario de las siete réplicas de cada tratamiento. Los pesajes para estimar la pérdida de peso de las muestras se realizaron cada 2 h, durante el tiempo que se expuso la biomasa a deshidratar hasta alcanzar un peso constante.

Los cálculos se realizaron con las ecuaciones que se detallan a continuación. Para la cuantificación de las pérdidas de peso se empleò la ecuación:

$$\% PP = \frac{(Pi-Pf) \times 100}{P}$$

Donde:

% PP: porcentaje de pérdida de peso.
Pi: peso de la biomasa comestible al inicio.
Pf: peso de la biomasa comestible al final.

La humedad (H) de la muestra, expresada en porcentaje, se calculó por la siguiente ecuación:

$$H\ \% = \frac{(P1\text{-}P2) \times 100}{P}$$

Donde**:**

P1: peso, en kilogramos, del saco de nailon tejido con la muestra.

P2: peso, en kilogramos, del saco de nailon tejido con la muestra desecada.

P: peso, en kilogramos, de la muestra.

A la biomasa comestible deshidratada y molida (harina) se le determinó su calidad mediante un análisis químico proximal, que incluyó la materia seca (MS), la proteína cruda (PC), la fibra en detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), la celulosa, la lignina y la ceniza, según las normas de la AOAC International (2005).

Procesamiento estadístico. Para evaluar la pérdida de peso durante la cinética de deshidratación se realizó una comparación de medias con análisis de varianza, mediante la dócima de Duncan para $p \leq 0{,}05$.

La diferencia de peso de la biomasa seca con cada forma de secado, el rendimiento y la calidad bromatológica en cada especie se evaluaron a través de una prueba t de Student.

Resultados y Discusión

Influencia de la forma de secado sobre la dinámica de deshidratación del follaje de *M. alba, B. nivea* y *T. diversifolia*

El peso final de los follajes expuestos al proceso de deshidratación al sol y a la sombra se muestra en la tabla 3. En ninguna de las tres especies se encontraron diferencias significativas en el peso seco final del follaje entre las dos formas de deshidratación.

Tabla 3. Peso final (kg) de la biomasa comestible deshidratada al sol y a la sombra.

Especie	Secado		
	Sol	Sombra	ES ±
M. alba	0,29	0,30	0,0007
B. nivea	0,21	1,04	0,0049
T. diversifolia	0,16	0,17	0,0005

Con ambas formas de secado se logró una adecuada deshidratación del follaje, y los resultados coinciden con los de López *et al.* (2012), quienes informaron rangos de MS para la morera, el ramié y la titonia de 26-29; 12,0-14,7 y 14,3-19,1 %, respectivamente. Estas especies se caracterizan por presentar contenidos de materia seca de bajos a medios. Además, debido a que su contenido de PC supera el de las gramíneas tropicales, el follaje de estas plantas se usa comúnmente en la alimentación de monogástricos y rumiantes.

La deshidratación a la sombra presenta ventajas en relación con el secado al sol, sobre todo en las condiciones climáticas de Cuba que son muy variables, y donde las altas temperaturas se encuentran entre los 25 y 34 ºC en el período lluvioso (INSMET, 2016). Este es el período propicio para conservar el follaje, ya que la producción de forraje es abundante. Una parte de la biomasa que no es utilizada en esa época para la alimentación directa en los animales queda como excedente, y puede ser conservada en forma de harina o ensilaje para ser ofrecida en el período poco lluvioso (Ramos-Trejo *et al*., 2013).

Estas condiciones climáticas favorables para el crecimiento de los forrajes (mayor cantidad de horas luz e intensidad de la radiación solar) son adecuadas para el proceso de deshidratación al sol. Sin embargo, coinciden también la elevada humedad relativa, la alta nubosidad y la mayor frecuencia de precipitaciones (fig. 1), que atentan contra una exposición directa al sol de manera constante y estable, tal como requiere ese tipo de secado.

La producción de biomasa vegetal es estacional; por ese motivo, se busca una alternativa de conservar el follaje en forma de harina de manera económica, y utilizarla en la producción agropecuaria para reducir los costos productivos. Es necesario destacar que los forrajes de este estudio se caracterizan por una producción de biomasa comestible de 78-80 % en el período lluvioso en relación con el valor total del año (González *et al*., 2013).

Martín *et al.* (2007) señalaron que una hectárea de morera produce el equivalente a 6 t de concentrado a un costo de 290,00 CUC *vs.* 1 200,00 CUC, como mínimo, que costaría esa cantidad de concentrado.

Por su parte, Canul-Ku *et al.* (2013) indicaron que el uso del follaje de morera significó un ahorro de 29,0; 38,6 y 54,1 % por coneja en el costo del concentrado comercial, para los tratamientos con restricción a 200, 160 y 120 g día^{-1}, respectivamente.

De ahí que se busque una alternativa, como el secado a la sombra bajo techo para la deshidratación, que supere los inconvenientes del clima.

El material para deshidratar se cosechó en octubre, y, como suele suceder en Cuba, el clima cambió rápidamente: de días soleados, adecuados para la deshidratación, a días nublados y con trazas de precipitaciones, acompañados de nubosidad y humedad relativa altas (fig. 1), lo cual atenta contra la velocidad de la pérdida de agua en la biomasa expuesta al secado.

Al analizar estos datos, se apreció que distan de lo recomendado por otros autores para llevar a cabo el secado del material (Muciño-Castillo, 2014), es decir, escoger días soleados y con una baja humedad relativa. Durante la evaluación ocurrieron precipitaciones de 74,5 mm en cinco días.

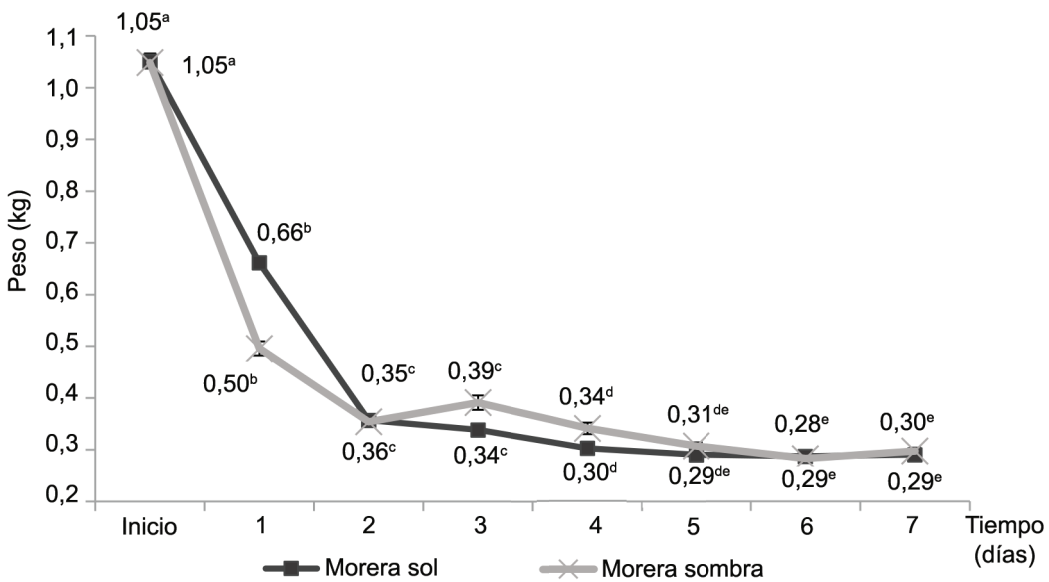
Las ventajas prácticas que trae consigo el secado a la sombra bajo techo es que no hay peligro de que se pierda o se deteriore el alimento debido a lluvias inesperadas, ni necesidad de mano de obra extra para guardar el follaje y después volver a exponerlo al sol, lo cual puede retrasar el período de secado e incrementar las pérdidas en la calidad del material con el que se trabaja (Guevara-Pérez, 2010).

Al exponer el follaje que se deshidrata en un local protegido no es necesario su traslado para ponerlo a resguardo, lo que implica no tener que contar con un local adicional, ni disponer de un hombre para esa actividad. Asimismo, no se requiere combustible para generar el calor que ayuda a evaporar el agua que contiene dicho material. Cuando el productor pone a deshidratar el follaje, no tiene que estar pendiente del clima y así realiza otras actividades durante ese tiempo. Una vez que se ponga la biomasa a secar, no se recoge más hasta que esté seca para guardar.

La estructura de la nave donde se deshidrató el follaje a la sombra permitió el paso del aire, lo que contribuyó a la pérdida de agua y benefició el proceso de secado; ello coincide con lo señalado por Pineda-Castro *et al.* (2009), quienes informaron que, de las variables del clima, la temperatura y la velocidad del aire fueron las que mayor influencia manifestaron en la deshidratación del forraje de morera.

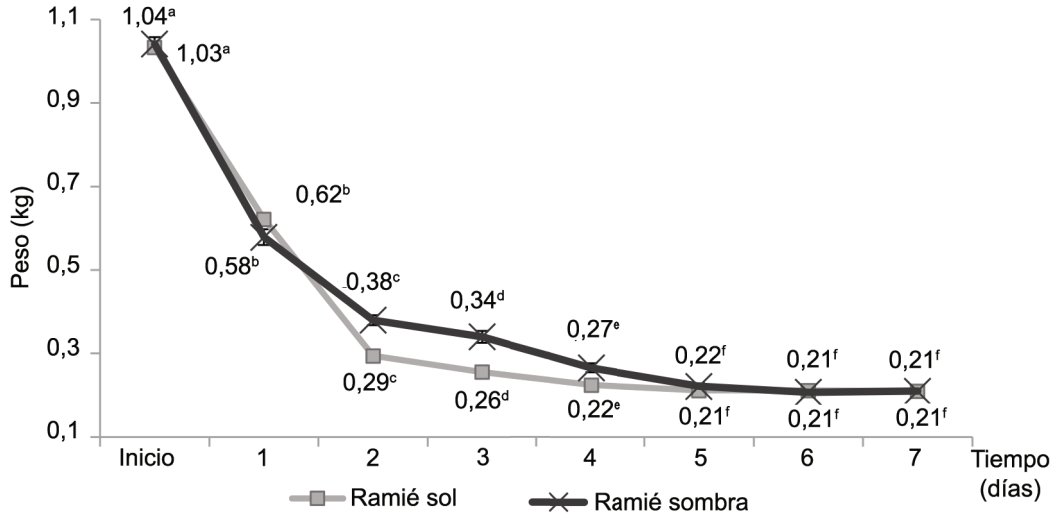
La cinética de deshidratación de la biomasa mostró un comportamiento similar en las tres especies. En las figuras 2, 3 y 4 se puede apreciar una drástica pérdida de agua en el primer y el segundo días, que se corresponde con aproximadamente el 70-90 % de la humedad que se eliminó durante todo el proceso de deshidratación. No obstante, hasta el quinto día no se alcanzó un peso constante de la muestra, en coincidencia con lo informado por Silveira-Prado y Franco-Franco (2006).

En esas condiciones, las pérdidas de humedad de la biomasa comestible en el forraje de cada especie fueron de 72,4; 79,8 y 84,3 %; de manera similar, en la literatura se informan contenidos entre 74 y 90 % (López, 2012).



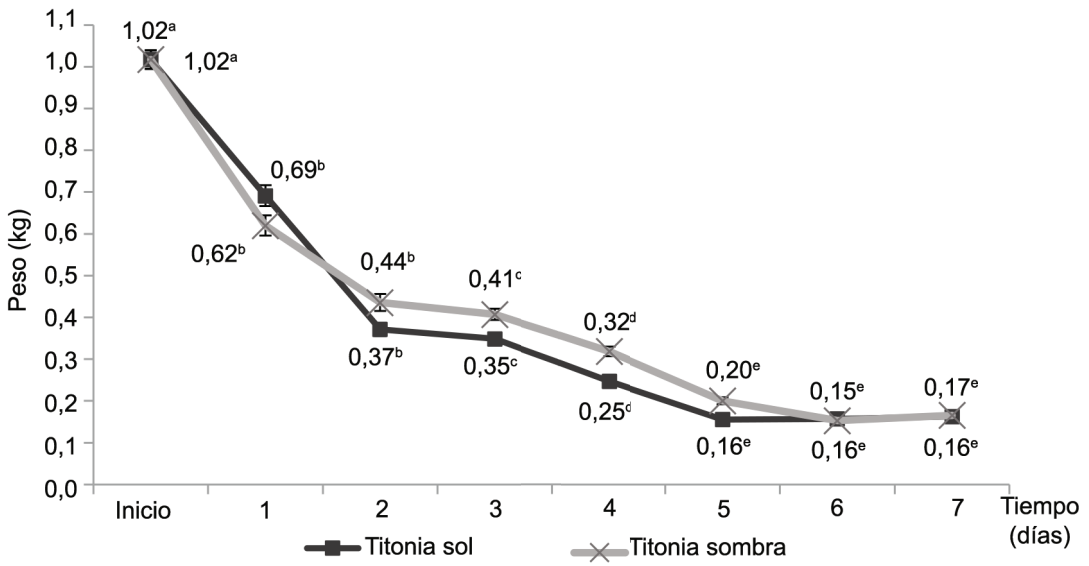
Letras diferentes dentro de cada forma de secado difieren a p < 0,05.

Figura 2. Dinámica de deshidratación del follaje de *M. alba*.



Letras diferentes dentro de cada forma de secado difieren a p < 0,05.

Figura 3. Dinámica de deshidratación del follaje de *B. nivea.*



Letras diferentes dentro de cada forma de secado difieren a p < 0,05.

Figura 4. Dinámica de la deshidratación del follaje de *T. diversifolia.*

La materia seca y la estabilidad en el contenido de humedad que alcanzó el follaje de las especies fueron adecuadas para que la harina conservara su calidad. Esto ha sido informado por Itzá-Ortiz *et al.* (2010).

En el caso de la curva de deshidratación de la morera (fig. 2), esta coincide con la reportada por Martín *et al*. (2007).

En los estudios de Meza *et al.* (2014) el tiempo de secado fue menor, ya que se deshidrataron solamente las hojas; mientras que en el presente estudio, el incremento del tiempo para lograr la deshidratación se debió a que la biomasa que se secó contenía hojas y tallos tiernos. Además, como se señaló con anterioridad, durante el período de deshidratación ocurrieron precipitaciones que, sin duda, influyeron en la duración del proceso de secado.

Las hojas solas presentan una tasa de secado mayor que cuando están unidas al tallo; por tal motivo, la deshidratación de la biomasa en el se-

gundo caso requiere un mayor tiempo. Una posible explicación de este fenómeno es que al secar el follaje comestible (hojas y tallos tiernos), una parte del agua de las hojas cuando estas se marchitan se puede acumular en los tallos tiernos y adicionarse al agua que ellos contienen; lo cual sucede debido a que la relación superficie:volumen de las hojas es mayor que en los tallos (Jahn-B. *et al*., 2003).

Efecto de la forma de secado del follaje en el rendimiento y la calidad bromatológica de la harina

Se cuantificó el rendimiento en harina, obtenido a partir del follaje verde (tabla 4). El forraje de morera produjo 1,4 veces más harina por kilogramo de materia verde que el ramié, y 2,3 veces más que la titonia. Estas diferencias en producción entre las tres especies fueron informadas por López *et al*. (2012).

No se encontraron diferencias significativas para el rendimiento en harina entre ambas formas de secado de cada especie forrajera (tabla 4). Ello demostró que es posible usar las dos variantes en condiciones locales, como las existentes en las fincas de la ganadería cubana. No obstante, deshidratar a la sombra garantiza que no se afecte el secado si ocurre una lluvia imprevista.

En la tabla 5 se muestran los resultados del análisis químico proximal de la harina para cada una de las especies. Hubo diferencias significativas en la MS ($p < 0,001$) para la morera y la titonia entre las dos formas de secado, aunque no son importantes desde el punto de vista práctico, ya que no superaron la unidad porcentual. Itzá *et al*. (2010) informaron valores similares a los de este trabajo para el caso de la harina de hojas de morera, con 89,5 y 17,1 % para la MS y la PC, respectivamente. La PC difirió ($p < 0,05$) solamente en el caso de la titonia.

Los contenidos de proteína cruda, fibra en detergente neutro y fibra en detergente ácido de los forrajes no difirieron de los informados por Naranjo y Cuartas (2011), quienes clasificaron como forrajeras proteicas a *M. alba*, *B. nivea* y *T. diversifolia*. Estas plantas se caracterizan por tener un contenido de proteína entre 14 y 29 % (Retamal-Contreras, 2006), lo cual depende, entre otros factores, de la edad del forraje de cada especie. Por ello, la adecuada utilización de estos forrajes en la alimentación de los animales incrementa la proteína de la dieta y la ganancia de peso vivo, tanto en las especies monogástricas como en los rumiantes (Leyva-Cambar *et al*., 2012).

Tabla 4. Rendimiento en harina a partir del forraje fresco de las tres especies).

Especie	g MS/kg forraje fresco			
	Sol	ES ±	Sombra	ES ±
M. alba	183,9	12,70	188,9	13,26
B. nivea	126,9	8,20	136,1	11,04
T. diversifolia	82,7	7,09	79,7	2,48

Tabla 5. Análisis químico proximal (%) de las harinas obtenidas con cada especie y forma de secado.

Planta	Forma de secado	MS	PC	FDN	FDA	Celulosa	Lignina	Ceniza
M. alba	Sol	87,3	14,2	46,0	33,1	25,5	5,9	9,4
	Sombra	88,2	14,5	47,6	33,8	26,8	6,0	9,9
	EE ±	0,3***	0,79	2,14	1,71***	1,31***	1,21	0,68
B. nivea	Sol	89,8	15,8	45,7	37,3	25,5	8,3	19,6
	Sombra	88,0	16,7	46,9	39,8	25,8	9,2	18,6
	EE ±	3,99	0,60	4,1	1,93***	2,06*	0,94**	1,14
T. diversifolia	Sol	88,6	27,1	49,8	31,7	22,4	8,7	18,1
	Sombra	89,6	23,3	52,5	34,1	25,7	8,2	17,5
	EE ±	0,48***	0,95*	3,67	1,87**	1,3**	1,67	0,93

MS: materia seca, PC: proteína cruda, FDN: fibra en detergente neutro, FDA: fibra en detergente ácido. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

El valor de la FDA y la celulosa en las tres especies, así como la lignina en el ramié, fueron superiores cuando el forraje se deshidrató a la sombra. El resto de los indicadores evaluados no difirieron entre ambas formas de secado en ninguna de las especies.

Según Periche *et al.* (2015), la FDA y la lignina son susceptibles de cambiar por el efecto de la temperatura y la humedad durante el proceso de secado, ya que la degradación enzimática endógena aumenta con la temperatura (Noda, 2006).

Estos forrajes, tanto frescos como conservados en forma de harina, pueden ser utilizados en la alimentación de conejos y cerdos, en sustitución parcial de los concentrados basados en materias primas de importación como la soya, la torula, las harinas de pescado, entre otras (Fernández *et al.*, 2012)

En tal sentido, los productores de escasos recursos pueden utilizar la harina de estas plantas en la elaboración de piensos criollos, con resultados productivos satisfactorios (Diz, 2013).

Como se explicó anteriormente, la ventaja de conservar el alimento en forma de harina es que permite su inclusión en los diversos alimentos que se les ofrecen a los animales. Además, uno de los beneficios más importantes que se le atribuye a esta forma de conservación es que posibilita el almacenamiento del alimento por largos períodos de tiempo, con poco cambio en su valor nutricional (Gallego-Castro *et al.*, 2014).

Conclusiones

La opción de secar a la sombra, previamente al proceso de conservación, combinó las ventajas de realizar una deshidratación económica y resolver el inconveniente de la inestabilidad del clima.

Las dos formas de secado permitieron obtener un porcentaje de materia seca superior al 87 %, a partir de la deshidratación del forraje de las tres especies a los cinco días.

La forma de secado del follaje no afectó el rendimiento en harina, ni el contenido de proteína cruda en *M. alba* y *B. nivea*; mientras que en *T. diversifolia* este último fue menor cuando se deshidrató a la sombra.

Referencias bibliográficas

AOAC International. *Official methods of analysis of AOAC International*. 18 th ed. Maryland, USA: AOAC International, 2005.

Canul-Ku, L. A.; Lara-y-Lara, P. E.; Aguilar-Urquizo, E.; Ortiz-Ortiz, J. R.; Magaña-Magaña, M. Á. & Sanginés-García, J. R. Uso del follaje de morera (*Morus alba*) o cayena (*Hibiscus rosa-sinensis*) en la alimentación de conejas lactantes y su efecto sobre la productividad. *Rev. Científ. FCV-LUZ*. 23 (2):126-133. http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/37167. [13/01/2018], 2013.

Castrejón-Pineda, F. A.; Martínez-Pérez, Paulina; Corona, L.; Valle-Cerdán, J. L. & Mendoza, G. D. Partial substitution of soybean meal by *Gliricidia sepium* or *Guazuma ulmifolia* leaves in the rations of growing lambs. *Trop. Anim. Health Prod.* 48 (1):133-137. http://link.springer.com/article/10.1007/s11250-015-0932-2. [21/01/2016], 2016.

Cattani, P. A. *Henificación, conservación de forrajes. Sitio Argentino de Producción Animal*. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_henos/30-Henificacion.pdf. [21/01/2016], 2011.

Diz, R. *Comportamiento productivo de conejos que consumen harina de forraje de Moringa oleifera*. Tesis de Maestría. Mayabeque, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2013.

Elizondo, J. & Boschini, C. Calidad nutricional de la planta de ramio (*Boehmeria nivea* (L) Gaud) para alimentación animal. *Agron. Mesoam*. 13 (2):141-145. http://www.redalyc.org/ articulo.oa?id=43701308. [21/09/2015], 2002.

Fernández, M.; Fernández, M. Jr.; Valdivié, M. & Bicudo, S. J. Nuevo sistema alternativo y semintensivo de producción de conejos. *ACPA*. 1:40, 2012.

Gallego-Castro, L. A.; Mahecha-Ledesma, Liliana & Angulo-Arizala, J. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agron. Mesoam*. 25 (2):393-403, 2014.

García, F.; Fernández, R. & Valdés, L. R. Influencia del intervalo de corte en los rendimientos y valor nutritivo del follaje de morera (*Morus alba*). *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 1 (3):133-141, 2007.

González, Daimarys; Ruiz, T. E. & Díaz, H. Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. *Rev. cubana Cienc. agríc*. 47 (4):425-429, 2013.

González-García, E. & Martín-Martín, G. J. Climatic and management factors affecting the forage yield and quality of a high density mulberry forage bank established under low input tropical farming conditions. *J. Anim. Sci. Vol. 93, Suppl. s3/J. Dairy Sci. Vol. 98, Suppl. 2*. https://www.researchgate.net/profile/Eliel_Gonzalez-Garcia. [21/01/ 2016], 2015.

Guevara-Pérez, A. *Deshidratación de alimentos. Tecnología de alimentos*. Maestría en Ciencias con Mención en Ingeniería de Procesos Industriales. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2010.

Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. *Clasificación de los suelos de Cuba*. Mayabeque, Cuba:

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.

INSMET. *Estado de la sequía*. La Habana: Instituto de Meteorología de la República de Cuba. http://www.met.inf.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=sqCLIMA&TB2=/ CLIMA/sequia/sqEnero2016.htm. [21/01/2016], 2016.

Itzá-Ortiz, M. F.; Lara-y-Lara, P. E.; Magaña-Magaña, M. A. & Sanginés-García, J. R. Evaluación de la harina de hoja de morera *(Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda. *Zootecnia Trop*. 28 (4):477-487, 2010.

Jahn-B., E.; Soto-O., P.; Cofré-B., P. & Sasmay-M., Rocío. Velocidad de secado de alfalfa bajo diferentes condiciones de radiación solar y ancho de hilerado. *Agric. Téc*. 63 (1):30-37. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000100005&lng =es&tlng=es.10.4067/S0365-28072003000100005. [07/03/2016], 2003.

Leyva, Coralia S.; Valdivié, M. & Ortiz, A. Utilización de harina de frutos y hojas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) en la ceba de conejos Nueva Zelanda Blanco. *Pastos y Forrajes*. 35 (4):443-451, 2012.

Leyva-Cambar, L.; Olmo-González, C. & León-Álvarez, E. Inclusión de harina deshidratada de follaje de morera (*Morus alba* L.) en la alimentación del pollo campero. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12 (3):653-659, 2012.

López, O.; Montejo, I. L. & Lamela, L. Evaluación del potencial nutricional de cuatro plantas forrajeras para la alimentación de reproductoras cunículas. *Pastos y Forrajes*. 35 (3):293-300, 2012.

Martín, G. J.; Noda, Yolai; Pentón, Gertrudis; García, D. E.; García, F.; González, E. *et al*. La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 30 (ne):3-19, 2007.

Meza, G. A.; Loor, N. J.; Sánchez, A. R.; Avellaneda, J. H.; Meza, C. J.; Vera, D. F. *et al*. Inclusión de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus). *Rev. Med. Vet. Zoot*. 61 (3):258-269, 2014.

Milera-Rodríguez, Milagros de la C., Comp. *Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2010.

Moreno, Eliana & Sueiro, Nadia. *Conservación de forrajes. Curso de Pasturas (CRS)*. http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/Seminarios%202009/Conservacion%20de%20 Forrajes.pdf. [26/02/2016], 2009.

Muciño-Castillo, Gabriela. *Evaluación nutricional de harina de nopal en dietas para borregos*. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias. Texcoco, México: Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, 2014.

Naranjo, J. F. & Cuartas, C. A. Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. *CES Med. Vet. Zootec*. 6 (1):9-19. http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=74225&id_seccion=3040&id_ejemplar=7404&id_revista=185. [05/02/2014], 2011.

Noda, Yolai. *Influencia de la frecuencia y la altura de corte en la producción y composición bromatológica de Morus alba (Linn.)*. Tesis presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2006.

Periche, Angela; Castelló, María L.; Heredia, Ana & Escriche, Isabel. Influence of drying method on steviol glycosides and antioxidants in *Stevia rebaudiana* leaves. *Food Chem*. 172:1-6, 2015.

Pineda-Castro, María L.; Chacón-Villalobos, A. & Cordero-Gamboa, Gendi. Efecto de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de morera (*Morus alba*). *Agron. Mesoam*. 20 (2):275-283, 2009.

Ramos-Trejo, O.; Canul-Solis, J. R. & Duarte-Vera, F. J. Producción de tres variedades de *Pennisetum purpureum* fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatán, México. *Revista Bio Ciencias*. 2 (2):60-68, 2013.

Retamal-Contreras, R. A. *Efectos de la suplementación con morera (Morus alba) a cabras, en el último tercio de lactancia, sobre la producción y composición láctea*. Título profesional de Ingeniero Agrónomo Mención: Producción animal. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2006.

Ruíz, T. E.; Febles, G. J.; Galindo, Juana L.; Savón, Lourdes L.; Chongo, Bertha B.; Torres, Verena *et al. Tithonia diversifolia*, its possibilities in cattle rearing systems. *Cuban J. Agric. Sci*. 48 (1):79-81, 2014.

Silveira-Prado, E. A. & Franco-Franco, R. Conservacion de forrajes: primera parte. *REDVET. Rev. electrón. vet*. 11 (11). http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106/110605.pdf. [17/05/2015], 2006.

Verdecia, D.; Ramírez, J.; Leonard, I.; Álvarez, Y.; Bazán, Y.; Bodas, R. *et al*. Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del Valle del Cauto. *REDVET. Rev. electrón. vet*. 12 (5). http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050511/051113.pdf. [04/03/2016], 2011.

Recibido el 7 de mayo del 2017

Aceptado el 23 de febrero del 2018