

Artículo científico**LEUCAENA Y MORERA, EN EL MANEJO SOSTENIBLE DE SUELOS DEDICADOS A LA GANADERÍA, EN CUBA.**

Graciela Dueñas Vega, Teresa Fraser Gálvez, Ibette Sosa Ortega, Marcela Hernández Guillén, José Pascual Amaro, Juana Dantín Martínez, Nereida Chávez González y Maribel Gardentei Gálvez.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del establecimiento de *Leucaena leucocephala* y Morera (*Morus alba*) sobre la fertilidad de suelos dedicados a la ganadería en Cuba. Para evaluar el aporte de nitrógeno de la Leucaena al sistema suelo-planta, se seleccionaron áreas experimentales en las Empresas "Nazareno" y "Los Naranjos" donde se determinaron los contenidos de nutrientes en suelo, y planta de Leucaena. En el caso del nitrógeno se utilizó la técnica isotópica (^{15}N) para la determinación de su fijación biológica. El trabajo con morera se desarrolló en dos condiciones experimentales diferentes, uno en la Empresa "Los Naranjos" y otro en el Instituto Politécnico "Villena Revolución", Boyeros La Habana. Además de determinar los contenidos de nutrientes en el sistema agrícola se realizó un experimento de niveles de fertilización (N y K). Los resultados obtenidos demostraron que el pastoreo (o la poda) de la Leucaena incrementó la capacidad de la planta para fijar nitrógeno del aire. Su establecimiento en el suelo elevó el contenido de materia orgánica del mismo, pero disminuyó el de fósforo, por lo que se recomienda evaluar periódicamente este elemento en estas condiciones de producción. Para obtener rendimientos elevados de morera, sin comprometer las reservas del suelo, se requieren altas dosis de fertilizantes minerales (700 kg N.ha^{-1} , 600 kg K.ha^{-1} y 100 kg P.ha^{-1} al año). Quedó demostrado que las categorías de abastecimiento establecidas, en Cuba, para los pastos no son válidas para especies arbustivas como la Morera.

Palabras clave: Fertilidad de suelo, Leucaena, Morera

Leucaena and Mulberry in sustainable management of cattle soil, in Cuba.

This work aims to determine the effect of establishing the *Leucaena leucocephala* and Mulberry (*Morus alba*) on the cattle soil fertility in Cuba. In order to evaluate the nitrogen supply contribution of Leucaena to plant-soil system, experimental areas were selected in "Nazareno" and "Los Naranjos" Enterprise, where soil nutrient content of the soil, Leucaena and pasture were determined. Biological nitrogen fixation was evaluated using ^{15}N techniques. The experimental work with Mulberry was carried out in two different experimental conditions, one in "Los Naranjos" Enterprise and another one in Technical College "Villena Revolución". Besides determining nutrient content in the agricultural system, it was carried out a field experiment of fertilization levels (N and K). It demonstrated that the pasturage (or pruning) increases N

Dra.C. Graciela Dueñas Vega, Investigador Auxiliar del Departamento de Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas del Instituto de Suelos de Cuba. Calle Autopista Costa-Costa Km 8 ½ Apdo. 8022, Capdevilla Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: gduenas@isuelos.cu

fixation capacity of the plant. Their establishment in the soil, increased the organic matter content but diminished the P soil content, and that's the reason why it is also recommendable to evaluate periodically this element in that production conditions. In order to obtain high yields of mulberry production, and not affecting soil nature reserve, it is necessary to apply high quantities of mineral fertilizers (700 kg N.ha⁻¹, 600 kg K.ha⁻¹ and 100 kg P.ha⁻¹ per year). This investigation validated that the supply categories established in Cuba for pasture are not admissible for shrub species as mulberry.

Key words: Leucaena, Mulberry, soil fertility.

INTRODUCCIÓN

Por regla general los suelos dedicados a la alimentación del ganado en Cuba presentan una baja fertilidad según reportes de Lok (2015) y Leyva et al. (2016). Por otra parte, a partir de 1990 las áreas de pasto experimentaron la total eliminación de la dosis de fertilizante mineral, de por si baja que recibían, lo que conllevó a la disminución paulatina de la disponibilidad de nutrientes en estos suelos, con la consiguiente disminución de la masa ganadera y la aguda reducción de la producción de leche. En este sentido los institutos especializados en esta temática se han dedicado a introducir en las áreas ganaderas, alternativas a la fertilización como las plantas fijadoras de N entre ellas *Leucaena leucocephala*, que también contribuye a la alimentación del ganado (Mancassola y Casanova, 2015, Hernández et al., 2020), o especies arbustivas con alto contenido proteico como Morera (*Morus alba*, L.) (Pentón, 2015 y Mejía, 2019).

Para el establecimiento de dosis de fertilizantes químicos con cierta precisión, en especies como morera y moringa es necesario considerar factores como el tipo de suelo, contenido de nutrientes en el suelo (P₂O₅ y K₂O), con categorías establecidas de Bajo, Medio y Alto según niveles críticos externos, resultados experimentales de nutrición, rendimientos a obtener, variedad, condiciones de riego o secano, edad de la plantación, fórmula de fertilizante, disponibilidades de fertilizantes y

posibilidad de aplicación mecanizada (Gutiérrez et al., 2015). Sin embargo, todavía no se cuenta en el país, con suficientes resultados experimentales que permitan realizar recomendaciones de fertilización científicamente fundamentadas.

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del establecimiento de *Leucaena leucocephala* y Morera, sobre la fertilidad de suelos dedicados a la ganadería en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Influencia de la introducción de leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* sobre el sistema suelo-planta.

Este trabajo se desarrolló en vaquerías pertenecientes a dos Empresas Ganaderas ubicadas en las provincias Artemisa y Mayabeque, donde la Leucaena fue establecida sobre pasto Estrella (*Cynodon niemfuensis*).

En la Empresa "Nazareno", ubicada en el municipio Mayabeque, se seleccionó el cuartón 1, de la vaquería 20, donde la Leucaena se sembró en el año 1997 en hileras, a razón de 100 plantas de sombra por ha sobre pasto Estrella, y se mantuvo 2 años sin podar. Para determinar la presencia del proceso de fijación biológica del N, en las condiciones existentes en el cuartón, se realizó una aplicación, a plantas de Leucaena previamente seleccionadas, de urea enriquecida con 10 % de N¹⁵ a razón de 20 g N.m² según la metodología propuesta por la Organización Internacional de Energía Atómica

para la evaluación de la Fijación Biológica del N (FBN) en árboles, IAEA (2001). El isótopo se aplicó en forma líquida alrededor de la planta. En estos cuartones se realizaron muestreos periódicos, a partir del mes de marzo del año 2001 hasta marzo del 2003, en base a la rotación del ganado por los cuartones del suelo, de la Leucaena podada y sin podar.

En la Empresa “Los Naranjos”, la Leucaena fue sembrada sobre pasto Estrella, en el año 1994, a dos densidades de siembra diferentes (100 y 200 plantas de sombra por ha), con un sistema de poda que no pudo impedir el efecto de sombreo excesivo para el pasto. En estos cuartones se realizaron muestreos periódicos (en base a la rotación del ganado por los cuartones) del suelo, principalmente.

Influencia del establecimiento de la morera sobre el sistema suelo-planta en la Empresa “Los Naranjos”.

En el estudio se seleccionaron campos con diferentes historiales para evaluar el comportamiento de los nutrientes del suelo pH,

porcentaje de materia orgánica, P_2O_5 y K_2O . En los campos A y A1, que fueron sembradas con diferentes variedades de morera, a saber: ‘Murcia’, ‘YU-12’, ‘YU-62’ y ‘Universidad Mejorada’ sobre suelo Ferralítico Rojo Típico (Instituto de Suelos, 1975) en el mes de abril/ 2013 y el corte de establecimiento se realizó en febrero/ 2014, a partir de los dos meses posteriores a esa fecha: se realizaron muestreos de suelo, foliar (tomando la cuarta rama a partir de las primeras ramitas) y en la planta completa (tallos y hojas). en el suelo se determinaron los contenidos de pH, porcentaje de materia orgánica, P_2O_5 y K_2O , así como peso fresco y peso seco para la evaluación del rendimiento de la parte comestible de la planta.

Experimentos de niveles de N, P y K en IPA “Villena – Revolución”.

Se seleccionó para el trabajo experimental un campo de tres surcos de ancho y 140 m de largo sembrado con morera (variedad ‘Yu-62’), sobre suelo Ferralítico Rojo Típico cuyas características aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados del análisis inicial del suelo (fecha: 16/7/2014).

pH KCl	% MO	mg.100g ⁻¹	
		P_2O_5	K_2O
6,93	2,3	26,67	16,52

Se estableció un ensayo de niveles de fertilización (Nitrógeno: 0, 350, 450, 550 y 650 kg.ha⁻¹ y Potasio: 0, 200, 300 y 400 kg.ha⁻¹, con un fondo fijo de 100 kg P.ha⁻¹), los portadores utilizados fueron urea para el nitrógeno, superfosfato sencillo para el fósforo y cloruro de potasio para el potasio, el rango de dosis a estudiar fue seleccionado a partir de los valores de extracción encontrados en los campos controles ubicados en la Empresa “Los Naranjos”. En enero del 2015 se fertilizó el área

experimental, en marzo de este mismo año se realizó el corte para determinar rendimiento y nutrientes en el suelo y la planta, además se realizó la segunda fertilización, con iguales cantidades. No se consideró el peso del tallo para este análisis, debido a que se encontró una gran cantidad de tallos no comestibles. En junio del 2015 se realizó el segundo corte.

En todos los casos los análisis de suelo y de planta se realizaron según las metodologías descritas por Paneque *et al.* (2010), quienes

además de considerar los procedimientos analíticos incluyen los cálculos estequiométricos y las categorías de abastecimiento de cada elemento.

Sr determinó la eficiencia de utilización o eficiencia de recuperación del N proveniente del fertilizante, en este caso urea, según Snyder (2009) donde:

$$EUN = U - U_0 / D$$

U= N total en la biomasa aérea del cultivo con aplicación del fertilizante (kg.ha⁻¹)

U₀ = N total en la biomasa aérea del cultivo no fertilizado. (kg.ha⁻¹)

D= N del fertilizante aplicado (kg.ha⁻¹)

De similar manera se calculó la eficiencia de utilización del K proveniente del fertilizante potásico aplicado (Cloruro de potasio)

Teniendo en cuenta que, en Cuba la fertilización nitrogenada se realiza sobre la base de los resultados obtenidos en los experimentos de curvas de respuesta y que entre el P y el K el elemento de mayor incidencia en la nutrición es el K, se desarrolló un ensayo para establecer categorías de abastecimiento de K por el método de Cate y Nelson (1971), de tal forma que el aporte del suelo sea tomando en consideración en la elaboración de las recomendaciones de fertilización.

Para la evaluación estadística de los datos (cuando procedía) se realizó análisis de varianza y prueba de rango múltiple según Duncan (1955).

Se realizó una recopilación de los datos de temperatura, precipitación y humedad relativa del municipio a fin de conocer la influencia de los factores ambientales sobre el desarrollo del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia de la introducción de leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* sobre el sistema suelo-planta. Empresa "Nazareno".

Se encontró en la vaquería 20 de la Empresa "Nazareno" un incremento del contenido de MO, en los cinco años posteriores al establecimiento del árbol, desde 2,0 % (valor obtenido en el último ciclo agroquímico realizado en 1998) hasta 4,39 % (Tabla 2), debido a que, al no ser podada la Leucaena, el suelo recibió a través de la caída del follaje, un aporte sistemático de N. En este sentido Murgueitio *et al.* (2017) afirmaron que, con la introducción de la Leucaena en los pastizales, la producción de biomasa forrajera pasa de 6-8 a 35-40 t de masa seca. ha⁻¹.año⁻¹. Por otra parte, Hernández *et al.* (2020) consideran que la biomasa que aportan 5,000 árboles ha⁻¹ en un sistema silvopastoril es baja, pero esto es posible cambiarlo aumentando la densidad de plantas.

La poda de la Leucaena incrementó el nivel de nutrientes en la planta (Tabla 3). debido en gran medida a la estimulación del proceso de fijación biológica del N con la poda, lo que se evidencia con la disminución del porcentaje del exceso atómico de ¹⁵N con el incremento de la poda (Tabla 4).

Cuando se aplica una cantidad conocida de átomos de ¹⁵N a un suelo sembrado con un cultivo fijador de N se presenta un efecto de dilución isotópica proporcional a la capacidad fijadora del cultivo (Cavalcanti *et al.*, 2015); como la aplicación al suelo conlleva a pérdidas del isótopo aplicado se tomó como referencia el % de átomos de ¹⁵N detectado en la planta al mes de su aplicación y antes de la poda.

Los resultados obtenidos demuestran que a medida que la planta es podada o pastoreada el porcentaje de ¹⁵N disminuye o lo que es lo mismo la fijación biológica del nitrógeno (FBN) aumenta, lo cual permite afirmar que en las condiciones de silvopastoreo establecidas, la planta de Leucaena fue capaz de fijar N del aire y que el pastoreo (o la poda) estimularon la capacidad de la planta para realizar este

proceso. Aun cuando no se pudo realizar una estimación cuantitativa de la FBN por la dificultad de introducir en estas condiciones de producción un cultivo de referencia, se pueden tomar los valores isotópicos reportados por IAEA

(2001), para el mejor cultivo de referencia recomendado, en este caso *Acacia albida* y aceptar un porcentaje de N derivado del aire (N_{dda}) entre el 50-80 % como el rango reportado para este árbol a nivel internacional.

Tabla 2. Resultados obtenidos en la Empresa “Nazareno” (cuartón 1, vaquería 20).

Determinación	Áreas sin Leucaena (1998)	Áreas con Leucaena 2001-2003 (rango)
pH H ₂ O	7,8	6,1 – 6,7
pH KCl	6,7	5,30 – 6,05
% MO	2,0	3,69 – 4,39
P ₂ O ₅ mg.100 g ⁻¹	50	9,2 – 17,76
K ₂ O mg.100 g ⁻¹	10,2	36,0 – 43,66
Ca meq .100 g ⁻¹	39,36	41,53 – 45,44
Mg, meq .100 g ⁻¹	6,81	8,02 – 9,25
N fácilmente hidrolizable mg.100 g ⁻¹	8,28	10,76 – 11,75
N total mg.100 g ⁻¹	175	276,9 – 345,1

Tabla 3. Influencia de la poda de Leucaena en el contenido de N, P y K en la planta (Vaquería 20 Empresa “Nazareno”).

Tratamiento	N (%)	P (%)	K (%)
Leucaena podada	6,2	0,56	2,05
Leucaena no podada	3,48	0,16	1,15

Tabla 4. Evaluación de la FBN realizada por Leucaena en dependencia de la poda (Vaquería 20 Empresa Nazareno”).

Momentos evaluados	% de ¹⁵ N en planta
Antes de la poda	2,04
1 mes de la poda	1,85
3 meses de la poda	0,90

De acuerdo al informe realizado por el Grupo Nacional de Cambio Climático (2015) los Inventarios Nacionales de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Cuba, establecieron las emisiones de N₂O de los suelos agrícolas como la cuarta categoría de importancia dentro del sistema del inventario nacional. Es admitido que la mejor forma de aminorar el efecto negativo de las prácticas agrícolas sobre las emisiones de N₂O sería incrementando los niveles actuales de utilización de la fijación biológica de nitrógeno en la agricultura cubana.

La disponibilidad de NPK en el pasto Estrella fue satisfactorio, aunque el P estuvo bajo no llegó a ser deficitario, por lo que puede afirmarse que el deterioro del pasto en estas áreas no era debido a la baja disponibilidad de nutrientes sino a un manejo inadecuado de la especie (exceso de sombreo). Si bien es cierto que la biomasa del árbol disminuye con la poda y que hasta cierto punto el sombreo es beneficioso para el ganado, cuando la planta se poda es más accesible al animal y también el exceso de sombreo puede perjudicar al pasto como sucedió en la vaquería 20 de la Empresa "Nazareno".

En este sentido existen experiencias muy exitosas en países como Colombia donde se combinan arbustos forrajeros establecidos a densidades altas (entre 10 y más de 60 mil por hectárea) intercalados con pasturas seleccionadas de alta productividad y árboles maderables establecidos en dirección oriente-occidente para minimizar el efecto de la sombra. Todos estos elementos se organizan en un arreglo espacial que puede ser pastoreado-ramoneado en cortos periodos de ocupación y largos de descanso y se combinan con un manejo sostenible del agua (Murgueitio, 2011). Por otra parte, el contenido de P en el suelo disminuyó en el tiempo, resultados semejantes se obtuvieron al incrementar la densidad de siembra (Tabla 5), donde el porcentaje de MO se incrementó y el P disminuyó, debido al gasto energético que realiza la planta en el proceso de FBN, aunque no se presentaron valores deficitarios de P, para las categorías establecidas por el método de Oniani (Paneque et al., 2010), por lo que es necesario monitorear este elemento en estas condiciones de producción.

Tabla 5. Influencia de la densidad de plantas de Leucaena sobre los nutrientes del suelo (Vaquería 19, Empresa "Los Naranjos").

Determinación	100 plantas. ha ⁻¹	200 plantas. ha ⁻¹
pH H ₂ O	7,3	7,6
pH KCl	6,3	6,6
P ₂ O ₅ mg.100 g ⁻¹	20,0	10,0
K ₂ O mg.100 g ⁻¹	18,0	31,0
% MO	5,2	5,98
Mg meq .100 g ⁻¹	2,6	2,53
Ca meq .100 g ⁻¹	14,71	12,79

Influencia de la introducción de leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* sobre el sistema suelo-planta. Empresa “Los Naranjos”.

Los resultados obtenidos en el año 2014 (Tabla 6) demuestran que el manejo de los campos, en condiciones de explotación ganadera, influye en la disponibilidad de los nutrientes del suelo.

Los valores de P₂O₅ encontrados en todos los campos puede decirse que es alto según las categorías establecidas en Minag (1999), lo que hace pensar que en algún momento los suelos fueron favorecidos con la aplicación de una fórmula completa de fertilización NPK, en particular los campos A y A1, que anteriormente

fueron áreas de autoconsumo (cultivos varios); sin embargo, los campos de forraje o de pastoreo y en particular los sembrados con morera, moringa y ‘CT-115’ alcanzaron valores tan bajos de K₂O como 8,31 e inclusive 2,88 mg.100 g⁻¹.

Es recomendable monitorear el estado del balance de los nutrientes en las vaquerías con Banco de biomasa de ‘CT-115’ y la necesidad de corregir las deficiencias nutricionales para lograr expresar el potencial de esta gramínea, si se considera que Benavides (1995) afirmó que todos los nutrientes extraídos por la Morera deben provenir del suelo o del subsuelo porque la planta no tiene la capacidad de fijar nitrógeno.

Tabla 6. Resultados del análisis de suelo (fecha: 23/04/2014).

Campo	Cultivo anterior	Situación al momento del muestreo	pH		%	mg.100g ⁻¹	
			KCL	H ₂ O	M.O	P ₂ O ₅	K ₂ O
A	Cultivos varios	Sembrado con Morera	6,46	7,04	2,92	90,46	40,0
A ¹	Cultivos varios	Sembrado con Morera	6,55	7,11	2,82	103,30	43,25
Vaquería 1	Pasto guinea	Sembrado con Morera	6,32	7,27	6,43	94,90	20,88
Vaquería 10	(‘CT-115’) Moringa, <i>Brachiaria</i>	(‘CT-115’) Moringa, <i>Brachiaria</i>	6,05	6,58	4,3	58,23	9,45
Pellejero (campo 6)	Forraje (‘CT-115’) Mulato	(‘CT-115’) Mulato	5,84	6,54	3,36	78,76	2,88

Como se puede observar el porcentaje de MO del suelo de la vaquería 1 estuvo en el orden del 6,43 %, ya que fue favorecido con la aplicación de materia orgánica, sobre todo en la fase de establecimiento de las especies arbustivas. Con relación al K, si tenemos en cuenta que, en el cuarto ciclo agroquímico realizado en el año 1999 en la Empresa “Los Naranjos”, el 72,9 % de las áreas evaluadas correspondieron a las categorías de bajo y muy bajo en K y ninguna en categoría alta, puede afirmarse que el elemento que presenta la situación más alarmante en

cuanto a su disponibilidad en el suelo, es el potasio.

En la Tabla 7 se muestran los resultados del análisis de la planta, los cuales mostraron que las variedades ‘Yu-12’, ‘Yu-62’ y ‘Universidad Mejorada’ fueron las que alcanzaron mayores rendimientos y realizaron mayores extracciones, estando los valores más elevados en la variedad ‘Yu-12’. Los elementos de mayor incidencia en la extracción fueron el N y el K. Los valores estimados sirvieron para fundamentar el esquema experimental utilizado en los experimentos de niveles de fertilización.

Tabla 7. Estimado de las extracciones de N, P y K en el año.

Variedad	kg.ha ⁻¹ año ⁻¹		
	N	P	K
Murcia	187,14 d	25,44 c	107,4 c
Yu-12	368,70 b	141,48 a	394,6 a
Yu-62	303,78 a	23,40 c	329,12 ab
Universidad Mejorada	293,19 c	40,32 b	345,84 b
Rango	187,14 – 368,7	23,40 – 141,48	107,4 - 394,36
CV%	10,5	9,5	11,4

Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente entre sí según prueba de Duncan para ($P < 0,05$).

Experimentos de niveles de N, P y K en el IPA “Villena - Revolución”.

Los datos climáticos recopilados no manifestaron la existencia de ningún factor perjudicial para el desarrollo del cultivo durante la fase de establecimiento o en las principales fases experimentales. En los experimentos de niveles de P y de K (Figura 1), el valor máximo de rendimiento se obtuvo en la primera

aplicación, con la combinación de 350 kg de N.ha⁻¹ y 300 kg de K.ha⁻¹; sin embargo, en el segundo corte se observó un rango de aplicación donde los resultados obtenidos de peso fresco en hojas se duplicaron en relación al primer corte y resultaron máximos cuando se repitió la aplicación de 350 kg de N y 300 kg de K, lo que equivaldría a una aplicación anual de al menos 700 kg N.ha⁻¹ y 600 kg K. ha⁻¹.

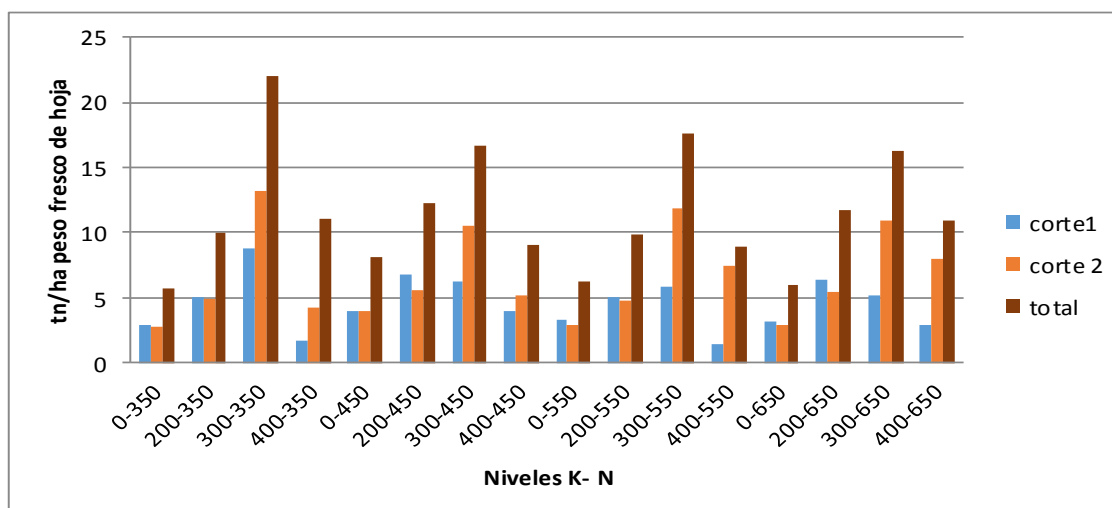


Figura 1. Relación entre el rendimiento de peso fresco de hojas y las dosis aplicadas.

Elizondo (2007) afirmó que para obtener buenos rendimientos de forraje de Morera con niveles adecuados de proteína y sin comprometer las reservas del suelo, se requieren de altas dosis de fertilizantes minerales.

Los resultados experimentales permitieron determinar los porcentajes de utilización del N proveniente de la urea y del K proveniente del cloruro de potasio (Tabla 8). En el caso del N se alcanzó un valor de máximo de 70,90 % y en el potasio solo un 36,97 %.

Tabla 8. Eficiencia de utilización de los fertilizantes nitrogenado y potásico (%).

Fertilizante nitrogenado			
N/K	200 kg K.ha ⁻¹	300 kg K.ha ⁻¹	400 kg K.ha ⁻¹
350 kg N.ha ⁻¹	26,29 %	70,90 %	Valores negativos
450 kg N.ha ⁻¹	34,80 %	22,34 %	Valores negativos
550 kg N.ha ⁻¹	22,32 %	41,21 %	Valores negativos
650 kg N.ha ⁻¹	27,14 %	12,82 %	Valores negativos
Fertilizante potásico			
350 kg N.ha ⁻¹	19,82 %	36,97 %	Valores negativos
450 kg N.ha ⁻¹	13,38 %	8,90 %	0,7 %
550 kg N.ha ⁻¹	13,28 %	11,69 %	Valores negativos
650 kg N.ha ⁻¹	26,19 %	12,77 %	Valores negativos

El bajo porcentaje de utilización del K por la planta de morera, en comparación con el porcentaje de utilización del N es un aspecto que requiere estudios más profundos, sobre todo por el peso que tiene este nutriente en la nutrición del cultivo, puede pensarse que las raíces de la planta, en su interacción con el suelo son capaces de extraer fracciones de potasio no intercambiables, en este caso sería recomendable la utilización de micorrizas para tratar de aumentar la eficiencia de utilización del fertilizante potásico por la planta (González, 2014 y Ferraris *et al.*, 2015).

Categoría de abastecimiento de K.

La aplicación fraccionada del fertilizante potásico permitió establecer un gradiente de

concentración inicial referido al rendimiento de cada corte; sin embargo, no se lograron tenores iniciales de K en el suelo superiores a 40 mg.100g⁻¹ de K₂O, por lo que no fue posible calcular la regresión matemática; sin embargo, sí se pudo establecer la relación entre el contenido inicial del nutriente en el suelo y el porcentaje de rendimiento relativo (RR) calculado según la fórmula:

$$\% \text{ RR} = \text{rendimiento testigo} / \text{rendimiento óptimo} \times 100$$

Un análisis del método de Cate y Nelson (1971), permite considerar la categoría de respuesta al nutriente por debajo del 80 % de rendimiento relativo, en este caso con 36,85 mg.100 g⁻¹ se alcanza un 14,25 % de rendimiento relativo según se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Relación entre el análisis inicial de K del suelo y el rendimiento relativo.

K ₂ O mg. 100 g ⁻¹ inicial	% Rendimiento Relativo
36,85	14,25
28,37	15,93
24,50	17,33
16,2	11,40

Si se comparan estos valores con las categorías de abastecimiento establecidas para los pastos, donde valores mayores de 20 mg.100 g⁻¹ de suelo corresponden a una categoría K3, es decir alta, puede afirmarse que las categorías establecidas para los pastos en Cuba establecidas por el Minag (1999), no son válidas para especies arbustivas como la Morera, además un suelo que con este contenido de K no requiere fertilizante para el cultivo del pasto sí lo requiere para una especie arbustiva como la Morera.

En base a los resultados obtenidos se puede establecer, de forma preliminar, para su posterior validación un valor de 40 mg K₂O.100g⁻¹ de suelo, como el nivel medio de abastecimiento de K para el cultivo de Morera, según el método de Oniani (Paneque *et al.*, 2010), además se recomienda que la fertilización se realice considerando al K como el elemento principal.

CONCLUSIONES

- ✓ El pastoreo (o la poda) de la planta de Leucaena estimula su capacidad para fijar N del aire; sin embargo, debido al gasto energético que realiza la planta durante este proceso, el contenido de P en el suelo puede disminuir, por lo que es necesario monitorear este elemento en estas condiciones de producción, ya que su establecimiento en el

suelo incrementa el contenido de materia orgánica del mismo.

- ✓ Para obtener altos rendimientos de forraje de Morera sin comprometer las reservas del suelo, se requieren dosis elevadas de fertilizantes minerales.
- ✓ Las categorías de abastecimiento establecidas para los pastos en Cuba, no son válidas para especies arbustivas como la Morera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides, J.E. (1995). Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas. Año 2 No. 7, Julio –Setiembre:27-30
- Cate, R.B. y Nelson, C.A. (1971). A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 35: 658 -659.
- Cavalcanti, G.; Sampaio, S.; Urquiaga, S. y Massena, V. (2015). Differential plant growth promotion and nitrogen fixation in two genotypes of maize by several *Herbaspirillum* inoculants. Plant Soil, 387: 307–321.
- Duncan, D.G. (1955). Multiple range and Multiple F test. Biometrics, 11: 1-42.
- Elizondo, J. (2007). Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. Agronomía Mesoamericana, 18 (2): 255.

- Ferraris, G.N.; Toribio, N.; Falconi, R. y Morioni, F. (2015). Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos en largo plazo. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, IAH-19, septiembre: 11-17.
- González, P. (2014). Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica arbuscular vía inoculación y la fertilización mineral en pastos del género *Brachiaria*. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana. Mayabeque. 100 p.
- Grupo Nacional de Cambio Climático (2015). Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana, 225 p.
- Gutiérrez, V.; Gutiérrez, M.C. y Ortiz, C. (2015). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos: revisión. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, 6 (1): 1-10. Texcoco ene/feb. ISSN 2007-0934
- Hernández M., López, S.; Rodríguez J.O.; Pérez, E. y Díaz, P. (2020). Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrus maximus* cv. Tanzania *Rev. Mex. Cienc. Pecuarias*, 11(1):53-69.
- IAEA (2001). Use of isotope and radiation method in soil and water management and crop nutrition. Manual Training Course, series 14. Vienna, Austria. 310 p.
- Instituto de Suelos (1975): Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. Serie Suelos (23). Editores. Consejo Editorial de la Academia de Ciencias de Cuba. 25 p.
- Leyva, A.; Páez, E. y Casanova, A. (2016). Rotación y policultivos. En: F. Funes-Aguilar y L. L. Vázquez-Moreno (eds.). *Avances de la Agroecología en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF "Indio Hatuey", 19-46.
- Lok, S. (2015). Los suelos dedicados en la ganadería en Cuba: características, manejo, oportunidades y retos. *Memorias V Congreso Producción Animal Tropical*, 16 al 20 de noviembre de 2015. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-7171-70-6.
- Mancassola, V. y Casanova, O. (2015). Balance de nutrientes de los principales productos agropecuarios de Uruguay para los años 1990, 2000 y 2010. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. IAH 17-Marzo: 2-13.
- Mejía, H.J. (2019). La morera (*Morus* sp) como alternativa en sistemas silvopastoriles. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Nicaragua, 5 (9):1-10.
- Minag (1999). Registro de la Fertilidad de los Suelos de Cuba. 32 p
- Murgueitio, E. (2011). Ganadería del Futuro. En: *Memorias III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del siglo XXI*. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán. 3, 4 y 5 de marzo de 2011. Fundación Produce, Universidad Autónoma de Yucatán, Fundación CIPAV. Morelia, Michoacán, México. 1-7 p.
- Murgueitio, E.; Peri, P.; Chará, J.; Esquivel, J.; Colcolbet, L.; Fassola, H.; Uribe, F.; Flores, M.; Martins, R.; Molina, J.J.; Reyes, E. y Molina, C. (2017). Contexto global de la ganadería sostenible con sistemas silvopastoriles. *Global Agency for Sustainable Livestock meeting*, Ethiopia. 28 de septiembre, 63 p.

- Pentón, G. (2015). Manejo del intervalo de corte, el intercalamiento de *C. ensiformis* inoculada con HMA y la dosis de fertilizante mineral en plantaciones de *Morus alba* (L.) sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana. Mayabeque. 100 p.
- Paneque, V.; Calaña, J.M.; Calderón, M.; Borges, Y.; Hernández, T. y Contreras, M. (2010). Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Editado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 153 p. ISBN 987-959-7023-51-7
- Snyder C. (2009). Eficiencia de uso del N, desafíos Mundiales, tendencias futuras. Informaciones Agronómicas, No. 75:1-5.

Fecha de recepción: 19 abril 2021

Fecha de aceptación: 17 marzo 2022

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

