

Producción de forrajeras arbustivas en monocultivo y asociadas en el trópico húmedo

G. Hernández*, J. M. Reichert**, R. Taylor*** y E. Blume**

Introducción

La producción de forrajes es la base de la alimentación de los bovinos en los trópicos, no obstante, esta producción en el trópico húmedo de Centro América es baja (Ibrahim et al., 2000), lo que compromete la producción ganadera en pasturas no mejoradas (Jansen et al., 1997). Los forrajes arbóreos o arbustivos mejoran la calidad nutritiva, ya que son una fuente proteica importante en la dieta animal (Velásquez, 1992; Ibrahim et al., 2000) y, de forma general, poseen una alta digestibilidad. La morera (*Morus alba*) y el poró blanco (*Erythrina fusca*) son dos de las especies leñosas, usadas en prácticas agroforestales conocidas como bancos de proteína, con mayor potencial forrajero dentro de las evaluadas en los últimos años (Oviedo et al., 1994; Ibrahim et al., 2000).

En regiones con épocas de clima estacional, los forrajes leñosos sustituyen a los herbáceos, ya que sus raíces más profundas permiten extraer el agua que necesitan para su desarrollo (Araya et al., 1994).

La morera se desarrolla bien hasta 4000 m.s.n.m. en zonas con temperatura entre 18 y 38 °C, con una precipitación entre 600 y

2500 mm por año, un fotoperíodo entre 9 y 13 h/día y una humedad relativa entre 65 y 80%. En condiciones tropicales la producción de materia seca (MS) por planta de morera puede alcanzar 1.64 kg/año, con cortes cada 60 días (Benavides et al., 1994). En cuanto a suelos, esta planta prospera satisfactoriamente en casi todos los suelos, excepto en pantanosos y muy calcáreos (Libreros et al., 1994) y, luego de establecida, es resistente a la sequía y crece en casi todas las condiciones edáficas (González, 1951), pero es susceptible en suelos muy húmedos o muy duros (Benavides et al., 1994).

El poró crece bien hasta 2000 m.s.n.m. y su producción de MS por planta alcanza 1.60 kg/año, con una densidad de 1667 árboles/ha y podas a cada 103 días (Libreros et al., 1994). El follaje de esta leguminosa es rico en proteína y minerales de alta disponibilidad para los vacunos (Benavides, 1994).

El monocultivo intensivo de la morera requiere una alta fertilización nitrogenada, mientras que el poró fija nitrógeno atmosférico que recicla en el sistema. Esto sugiere una posible opción de cultivo asociado de ambos en un sistema de bancos de proteína para reducir la aplicación de insumos y los costos de producción. Sin embargo, González (1951) y Gómez et al. (1995) consideran que existen incompatibilidades en esta asociación debido a respuestas diferentes de las especies frente a la saturación agua en el suelo.

En el presente trabajo se plantea la hipótesis que el nivel freático y la profundidad del suelo afectan de manera diferente los crecimientos del poró y la morera. Los objetivos específicos fueron: (1) determinar el desarrollo y la producción de biomasa de ambas plantas

* Ingeniero Agrónomo. Profesor de la Universidad de Panamá. Apartado 143, Las Tablas, Panamá.
g_hernandez_r@hotmail.com

** Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Profesor de la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM). UFSM-Centro de Ciências Rurais, Prédio 42, Campus. 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil.
reichert@smail.ufsm.br (**Autor correspondiente**) y eblume@ccr.ufsm.br

***Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Profesor de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH).

bajo condiciones diferentes de nivel freático, humedad gravimétrica y condición de drenaje en el suelo, tanto en época seca como lluviosa; (2) estimar los niveles freáticos óptimos y los que limitan el crecimiento de la morera y el poró blanco y (3) evaluar la posibilidad de asociación de ambas especies en condiciones de nivel freático variable en el paisaje y en el tiempo.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en un lote perteneciente a la finca pecuaria integrada de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), ubicada en Guácimo, Limón, Costa Rica. La finca está ubicada a 40 m.s.n.m., con una precipitación anual de 3500 mm, humedad relativa del aire de 90% y temperatura media de 25 °C. Durante el período experimental de 153 días la temperatura del aire fluctuó entre 22 y 30 °C y la precipitación total fue de 1297 mm.

Según Holdridge (1979) la evapotranspiración potencial anual es de 1473 mm, el superávit hídrico es de 1991 mm y la zona de vida corresponde a Bosque Húmedo Tropical. Los suelos son Inceptisoles y Entisoles con una pendiente entre 2% a 6 %. Antes del establecimiento del ensayo, el área estaba cubierta por una pastura de cv. Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1) y ratana (*Ischaemum indicum*).

El ensayo fue establecido en junio de 1994 en 27 parcelas distribuidas en tres bloques, cada uno de los cuales constaba de tres parcelas y tres tratamientos localizados al azar en cada parcela. Los tres tratamientos consistieron en monocultivo de morera (*M. alba*), monocultivo de poró blanco (*E. fusca*) y la asociación de ambas especies arbóreas en hileras alternas. En la Figura 1 aparece la distribución de las parcelas de cada tratamiento en el sitio del ensayo, según el gradiente freático, la altitud y la profundidad del manto rocoso.

La siembra de morera se hizo con material vegetativo consistente en estacas con un promedio de 1.8 cm de diámetro, 35 cm de longitud y cinco yemas a una distancia de siembra de 0.40 x 1.1 m para un total de

22,727 plantas/ha. El poró blanco se estableció, igualmente, con estacas de un diámetro aproximado de 3 cm, 55 cm de longitud y seis yemas a una distancia de siembra de 1 x 1.1 m para una densidad de 9091 plantas/ha (Palacios et al., 1994). Durante el establecimiento se hizo control de malezas manual y se sembró una cobertura viva de maní forrajero (*Arachis pintoii*).

La recolección de información sobre establecimiento y producción de biomasa fresca de ambas especies, así como la medición de las profundidades del nivel freático, se iniciaron 22 meses después de la siembra de las parcelas, durante un período experimental de 153 días de observación. El porcentaje de establecimiento en cada parcela se determinó mediante la relación entre las plantas vivas después de 22 meses de la siembra y la densidad inicial de establecimiento. La producción de biomasa fresca fue determinada en 10 microparcelas distribuidas al azar sobre el gradiente freático. Estas microparcelas de 2.2 m² —con cinco plantas en el monocultivo de morera y de dos plantas en el de poró— fueron colocadas al azar en seis parcelas de morera y en cuatro de poró blanco. Cada una de las 30 plantas de morera y las ocho plantas de poró blanco fueron podadas en tres ocasiones, en el comienzo de las evaluaciones y luego cada 2 meses en el período de crecimiento. La medición de la producción de biomasa se hizo en la época seca, entre el final de febrero y el comienzo de mayo (72 días), y en la época lluviosa, entre mediados de mayo y julio (81 días). Las podas se realizaron a 60 cm de altura de las plantas, incluyendo la biomasa de hojas y tallos tiernos.

La cobertura del suelo por *B. brizantha* cv. Marandú, pasto ratana y Maní Forrajero se determinó utilizando marcos de 25 cm² que fueron dispuestos al azar en 10 sitios en cada parcela experimental.

La profundidad del nivel freático fue determinada mediante la instalación de tubos de PVC de 1.5 pulgadas de diámetro y 2 m de profundidad, perforados lateralmente para permitir la entrada del agua presente en el subsuelo. Estos tubos fueron colocados en cada parcela a distintas profundidades en

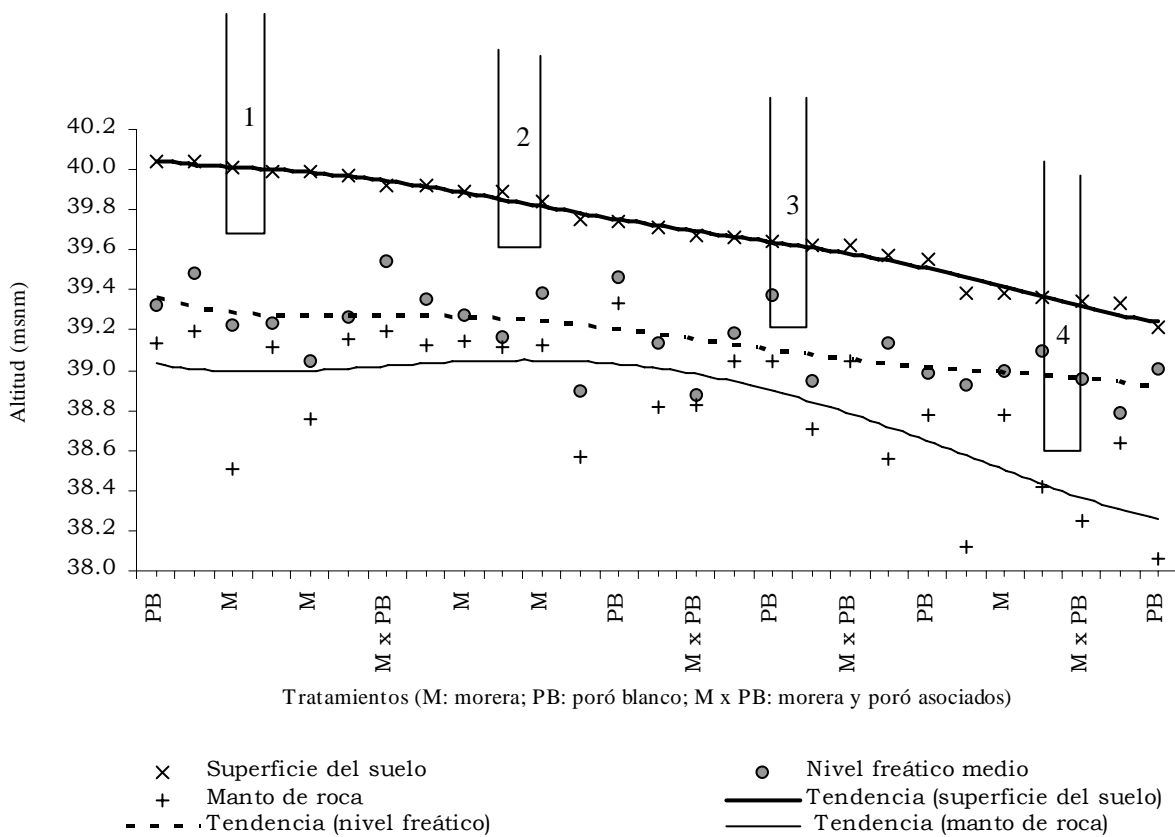


Figura 1. Profundidad del nivel freático, manto de roca y ubicación de cuatro calicatas a través del relieve de 27 parcelas en la Región Atlántica de Costa Rica.

función del manto de roca. El nivel freático fue medido con un sensor eléctrico a intervalos de 15 días, para un total de 139 lecturas durante el período experimental. Para la determinación del agua gravimétrica se tomaron muestras de suelo con barreno a dos profundidades entre 0 y 20 cm y entre 20 y 40 cm, en cada sitio donde estaban ubicados los tubos de PVC. Las características del perfil del suelo fueron descritas en cuatro sitios con diferentes condiciones de drenaje, incluyendo la textura, el color en húmedo mediante la tabla de Munsell y la profundidad de los horizontes (Lemos y Santos, 1996).

La posición de las parcelas en el relieve, obtenida por levantamiento topográfico, y los datos de humedad y profundidad del nivel freático fue relacionada por correlación y regresión con las variables tipo, establecimiento y rendimiento de las plantas.

Resultados y discusión

Suelo y drenaje

Las características del perfil de suelo, en especial la profundidad del nivel freático (Figura 1) y el color (Cuadro 1) eran variables. En la parte superior del relieve del lote, el perfil 1 corresponde a un Inceptisol medianamente desarrollado, con horizontes diferenciados, bien drenado y sin manchas de oxireducción en ninguno de los horizontes; aunque no se determinó la posición exacta de la profundidad del nivel freático en este perfil, ésta debe ser mayor que 76 cm. En la parte media del relieve (perfil 2) el suelo era de características similares a las detalladas en el perfil anterior, pero la profundidad del nivel freático era mayor que 67 cm. En la parte mediana inferior (perfil 3) el suelo era Inceptisol mal drenado con un nivel freático entre 10 y 15 cm e incrustaciones de moteados de oxireducción frecuentes y

Cuadro 1. Descripción simplificada de perfiles del suelo en el ensayo. EARTH, Costa Rica.

Perfil	Horizonte	Espesor (cm)	Color en húmedo (Munsell)	Clase textural	Observación
1	A	0-16	7,5YR 3,5/4 marrón oscuro	Franco arcillosa	Pedregoso
	B	16-44.5	10YR 4/4 marrón amarillento oscuro	Limo arcilloso	
	C	44.5-75.5	7,5YR 4/6 marrón fuerte	Franco arcilloso	
2	A	0-12.5	7,5YR 3/4 marrón oscuro	Franco arcilloso	Pedregoso
	B	12.5-36	10YR 3/4 marrón amarillo oscuro	Arcilloso limoso	
	C	36-66.5	10YR 5/6 marrón amarillo	Franco arcilloso	
3	A	0-19	10YR 4/4 marrón amarillento oscuro	Franco arcilloso	Moteados
	B	19-49	10YR 4/4 marrón amarillento oscuro	Arcilloso	Moteados
	C1	49-67	2,5YR 5/4 marrón oliva claro	Franco limoso	Moteados
	C2	67-78	2,5YR 5/4 marrón oliva claro	Franco limoso	Pedregoso, moteados
4	A	0-29.5	7,5YR 4/3 marrón	Franco arcillo limoso	Pedregoso, moteados
	C	29.5-85	10YR 4/6 marrón amarillo oscuro	Arcilloso arenoso	Pedregoso, moteados

pequeños en todos los horizontes. En la parte más baja del relieve (perfil 4) el suelo era Entisol con moteados en los horizontes A y C y gleyzación a los 70 cm de profundidad. En este sitio el nivel freático se encontraba entre 50 y 60 cm de profundidad. En todos los sitios, la profundidad (entre 75 y 85 cm) y la textura de los suelos fueron poco variable, mientras que la estructura y el material parental original fueron constantes.

La profundidad del nivel freático estuvo directamente relacionado con la fisiografía del paisaje (Figura 2a), obtenida a partir del levantamiento topográfico, con un coeficiente de correlación (r) de 0.52. Lo mismo se observa al separar los datos por época, con correlaciones más altas en las épocas seca ($r = 0.8$) que en la lluviosa ($r = 0.6$). El coeficiente de correlación más

alto en la época seca fue debido a que el perfil del suelo estudiado presentó una mayor diversidad de valores de nivel freático como consecuencia del déficit hídrico propio de esta época, de tal manera que los puntos más bajos presentaron mayores acumulaciones de humedad por drenaje superficial e interno. En general, el nivel freático en esta zona se mantiene como un plano horizontal que se mueve verticalmente siguiendo ligeramente la pendiente del terreno, debido a factores como la presencia del manto de roca y el movimiento lento del agua dentro del suelo por la textura fina o por la presencia de horizontes compactos.

La profundidad del nivel freático varió inversamente con la intensidad de la precipitación ($r = -0.76$) (Figura 2b). Según la ecuación lineal que rige la relación entre las dos variables (Figura 2b) se necesitarían

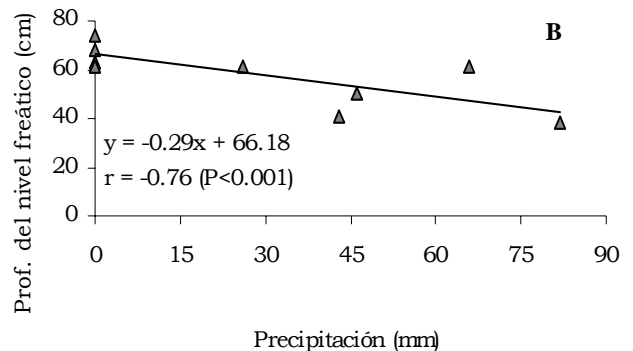
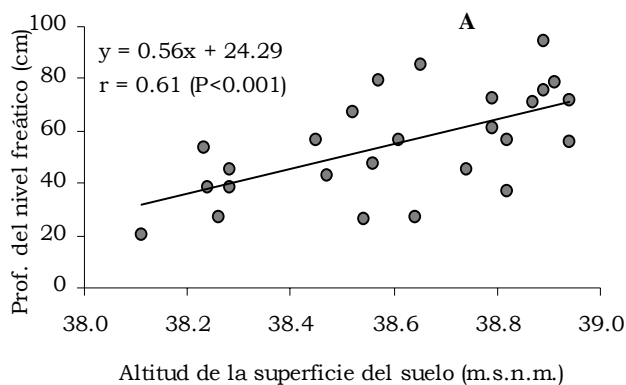


Figura 2. Relación durante el período experimental de la profundidad del nivel freático con la altitud de la superficie del suelo (A) y con la precipitación (B) en la EARTH, región Atlántica de Costa Rica.

aproximadamente 220 mm de lluvia, distribuidos en 2 días, para llevar la profundidad del nivel freático promedio a cero, permitiendo la incidencia de agua superficial o exfiltración. En la época seca, la disponibilidad de agua fácilmente drenable está en función de la posición del relieve que, a su vez, está asociada con el nivel freático; mientras que en la época lluviosa las constantes precipitaciones aseguran la disponibilidad de agua para llenar los requerimientos de las plantas.

Gradiente de drenaje y de vegetación

El gradiente de drenaje en sitios con suelo bien drenado en las partes más elevadas y suelo mal drenado en las partes bajas (Cuadro 1 y Figuras 1 y 2a) influyen sobre la vegetación herbácea dominante. En general, en suelo bien drenado la vegetación predominante era *B. Brizantha* cv. Marandú, mientras que en el suelo mal drenado predominaba el pasto ratana. El análisis de la información recopilada mostró que la relación entre profundidad del nivel freático era directa y positiva ($r = 0.93$) para cv. Marandú e inversa ($r = -0.92$) para el pasto ratana, lo que indica claramente un gradiente de vegetación que refleja las condiciones de

drenaje y humedad en el suelo. Por otro lado, *A. Pintoi* cv. Maní Forrajero fue persistente y cubrió en forma uniforme entre 20% y 30% del área experimental, indicando su capacidad de asociación con las gramíneas y su adaptación a diferentes condiciones de drenaje.

En la Figura 3 se observa que el establecimiento y producción de forraje verde de la morera presentaron una relación directa ($r = 0.32$ y $r = 0.40$) con la profundidad del nivel freático, mientras que en el caso del poró esta relación fue inversa ($r = -0.35$ y $r = -0.52$). Resultados similares fueron encontrados para la humedad gravimétrica en las dos profundidades analizadas (datos no presentados), pero con relaciones más bajas principalmente para prendimiento de las dos especies.

En el análisis de resultados por época sólo se incluyó la producción de biomasa, ya que las evaluaciones se iniciaron 22 meses después de la siembra y para la época del estudio el establecimiento era el resultado de la integración de varios efectos como capacidad de rebrote y sobrevivencia.

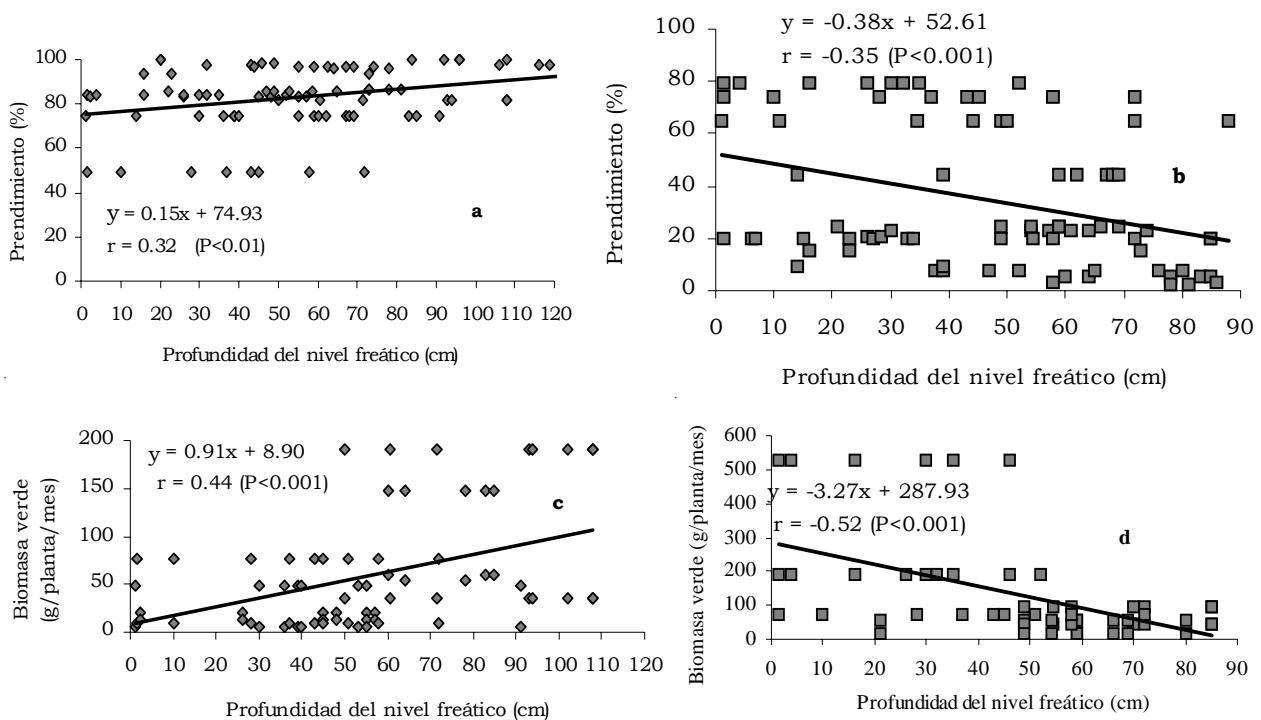


Figura 3. Establecimiento y producción de forraje fresco de morera (*Morus alba*) (a y c) y de poró blanco (*Erythrina fusca*) (b y d) como respuesta a la profundidad de nivel freático en la EARTH, zona Atlántica de Costa Rica.

La profundidad óptima del nivel freático para obtener un máximo porcentaje de establecimiento (100%) de morera, según la ecuación lineal presentada en la figura 3a, fue de 80 cm, la máxima incluida en el ensayo. Esto indica que esta planta se desarrolla adecuadamente en suelos con nivel freático profundo y, posiblemente, la mejor época de siembra en la zona del estudio es al final de la época lluviosa cuando dicho nivel empieza a descender.

En el caso del poró, el mejor establecimiento se obtuvo con el nivel freático más alto (21 cm) (Figura 3b), lo que sugiere que la mejor época para establecer esta leguminosa es el inicio de la época de lluvias cuando dicho nivel comienza a ascender en el suelo. Se debe mencionar que el material vegetativo utilizado en la siembra de poró no fue uniforme por lo que su establecimiento fue inferior al de la morera.

La producción de forraje de ambas especies fue variable entre épocas y sus relaciones con el nivel freático siguieron tendencias similares a las del establecimiento (Figura 3c,d). La época seca fue más favorable para la producción de la morera, ya que el nivel freático se encuentra a mayor profundidad. El poró, por el contrario, presentó la mayor producción de biomasa en la época de lluvias en sitios con nivel freático alto.

Establecimiento y producción de biomasa

El promedio de establecimiento de plantas de morera fue de $86 \pm 3\%$ y la producción de forraje verde fue de 0.81 ± 0.21 kg/planta por año con una densidad de 22,727 plantas/ha. Este rendimiento coincide con el encontrado por Rodríguez et al. (1994) de 0.823 kg/planta de forraje verde, con podas cada 63 días, sin fertilización y densidades de 20,833 plantas/ha; y es diferente del encontrado por Benavides et al. (1994) quienes obtuvieron 1.95 kg/planta de forraje verde, sin fertilización y una densidad de 22,727 plantas/ha. No obstante en el presente ensayo, cuando el nivel freático era profundo, se obtuvieron rendimientos de forraje superiores que los encontrados por estos últimos autores.

Los promedios de establecimiento y sobrevivencia de plantas ($26 \pm 6\%$) del poró

fueron muy bajos, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Rodríguez y Murgueitio (1995) quienes obtuvieron una sobrevivencia de 48% de las plantas de esta leguminosa. No obstante, cuando el nivel freático era profundo la sobrevivencia de las plantas en este estudio fue mayor que la encontrada por estos investigadores.

El promedio de producción de biomasa verde del poró fue de 2.9 ± 1.3 kg/planta por año, para una densidad de 9091 plantas/ha. Este promedio es muy bajo, si se compara con el obtenido por Rodríguez y Murgueitio (1995), quienes encontraron valores de producción anual de biomasa verde de 36 kg/planta, con una densidades de 12,346 plantas/ha, sin fertilización y con intervalos de poda de 104 días.

Conclusiones

Las diferencias en drenaje, debidas a la posición en el relieve y la profundidad del nivel freático causan un gradiente de vegetación. Al aumentar la profundidad del nivel aumentan el establecimiento, la persistencia y la producción de biomasa verde de la morera, a la vez que disminuyen en el poró blanco. El mejor comportamiento de la morera se observó en sitios donde la profundidad el nivel freático era de 80 cm, mientras que el poró se desarrolló mejor en sitios donde éste se encontraba a una máxima profundidad de 21 cm.

Debido a los requerimientos diferentes de humedad en el suelo, la asociación de morera con poró no es posible bajo las condiciones de bosque húmedo tropical.

Los resultados de establecimiento y producción de biomasa en relación con la profundidad del nivel freático, tanto en época seca como lluviosa, indican que la morera prefiere nivel freático profundo, el cual se maximiza en la época seca y en una posición alta en el relieve. El poró prefiere el nivel freático superficial, el cual se presenta en la época lluviosa y en una posición baja en el relieve.

Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento a los estudiantes de la EARTH, Gildardo Martínez y Luciano Machado, por la colaboración en la

realización de las actividades de campo, y al profesor Ricardo Russo por su invaluable ayuda en la interpretación de los resultados.

Resumen

En 1994, sobre Inceptisoles y Entisoles de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), ubicada en Guácimo (40 m.s.n.m., 3500 mm, humedad relativa del aire de 90% y temperatura media de 25 °C), Limón, Costa Rica, durante 153 días y 1297 mm de precipitación se estudio el efecto de la profundidad del nivel freático en el establecimiento, persistencia y producción de forraje verde de las plantas arbustivas morera (*Morus alba*) y poró blanco (*Erythrina fusca*). El ensayo fue establecido en 27 parcelas distribuidas en tres bloques, cada uno de los cuales constaba de tres parcelas y tres tratamientos localizados al azar en cada parcela. Los tres tratamientos consistieron en monocultivo de morera, monocultivo de poró blanco y la asociación de ambas especies en hileras alternas. La profundidad del nivel freático y la humedad gravimétrica fueron determinadas periódicamente, mientras el establecimiento, la sobrevivencia y la producción de biomasa de ambas especies fueran determinadas durante las épocas seca y la lluviosa. Al aumentar la profundidad del nivel aumentaron el establecimiento, la persistencia y la producción de biomasa verde de la morera, por el contrario, estas mismas características disminuyeron en el poró blanco. El mejor comportamiento de la morera se observó en sitios donde la profundidad el nivel freático era de 80 cm, mientras que el poró se desarrolló mejor en sitios donde éste se encontraba a una máxima profundidad de 21 cm.

Summary

Woody forage crops development depends on soil and climatic conditions, mainly the rainfall and the depth of water table. This study intended to determine the effect of water table depths on the development of *Morus alba* and *Erythrina fusca* in the humid tropics of Costa Rica. The experiment was carried out on a toposequence where we determined the percentage of soil cover, depth to the semi-impermeable layer and

topography, and described the soil profile. Water table levels and gravimetric water content were determined periodically, while resprouting/plant survival and biomass production of the two woody forages were determined in the dry season and in the rainy season. The water table depth was closer to soil surface with higher rainfall precipitation and lower landscape positions, but the gravimetric water content did not correlate with the evaluated plant parameters. A vegetation gradient for the two non-woody species was observed on the landscape, conditioned by their adaptation soil moisture. For the two woody forage species, water table depth and the resprouting/plant survival and trimmed biomass production were positively correlated for *Morus* and negative for *Erythrina*, for both the dry and rainy season. This indicates a preference of *Morus* for deeper water table, which occurs preferentially in the dry season and at higher level within the landscape, contrary to the optimal conditions for *Erythrina*. Thus, due to their distinct soil drainage or moisture requirements it is impossible to grow the two species as associated crops.

Referencias

- Araya, J.; Benavides, J.; Arias, R.; y Ruiz, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero. En: Benavides, J. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 31-64.
- Benavides, J. 1994. Follaje de poró (*E. poeppigiana*) y fruto de musáceas como suplemento para rumiantes menores en estabulación. En: Benavides, J. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 341-356.
- _____; Lachaux, L.; y Fuentes, M. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de morera (*Morus* spp.). En: Benavides, J. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Centro Agronómico Tropical de

- Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 495-514.
- Gómez, M.; Rodríguez, L.; Murgueitio, E.; Ríos, C.; Molina, C.; Molina, C. H.; Molina, E; y Molina, J. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica: Matarratón, nacedero, pízamo y botón de oro. Cali, Colombia, CIPAV. 129 p.
- González, F. 1951. El gusano de seda y la morera. Cuarta edición. Madrid, España, Ministerio de Agricultura. 272 p.
- Holdridge, L. R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola (IICA), San José, Costa Rica. 216 p.
- Hueck, K. 1978. Los bosques de Sudamérica: Ecología, composición e importancia económica. Eschborn, Alemania, GTZ. 476 p.
- Ibrahim, M. A.; Holmann, F.; Hernandez, M.; y Camero, A. 2000. Contribution of *Erythrina* protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. *Agrof. Syst.* 49(3): 245-254.
- Jansen, H. G.; Ibrahim, M. A.; Nieuwenhuyse, A.; tMannetje, L.; Joenje, M.; y Abarca, S. 1997. The economics of improved pasture and silvopastoral technologies in the Atlantic Zone of Costa Rica. *Trop. Grassl.* 31(6):588-598.
- Lemos, R. C. y Santos, R. D. 1996. Manual de descrição e coleta de solos a campo. 3 ed. Campinas, Brasil, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 83 p.
- Libreros, L.; Benavides, J.; Kass, D.; y Pezo, D. 1994. Productividad de una plantación asociada de poró (*Erythrina poeppigina*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). En: Benavides, J. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).), Turrialba, Costa Rica. p. 475-494.
- Oviedo, F.; Benavides, J.; y Vallejo, J. 1994. Evaluación bioeconómica de un módulo de agroforestal con cabras en el trópico húmedo. En: Benavides, J. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 601-630.
- Palacios, J.; Vigil, M.; y Céspedes, P. 1994. Evaluación del rebrote y crecimiento de estacas de morera (*Morus* sp.) y poró (*Erythrina fusca*) en asocio con *Arachis* (*Arachis pintoï*) y desmodium (*Desmodium ovalifolium*) como coberturas y su efecto sobre el control de malezas. Documento interno, Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH) Guácimo, Costa Rica. 7 p.
- Rodríguez, C.; Arias, R.; y Quiñones, J. 1994. Efecto de la frecuencia de podas y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de morera (*Morus* spp.) en el trópico seco de Guatemala. En: Benavides, J. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 721 p.
- Rodríguez, L. y Murgueitio, E. 1995. Género *Erythrina*. En: Gómez, M.; Rodríguez, L.; Murgueitio, E.; Ríos, C.; Molina, C.; Molina, C.H.; Molina, E.; y Molina, J. (eds.). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica: Matarratón, nacedero, pízamo y botón de oro. Cali, Colombia, CIPAV. 129 p.
- Velásquez, C. M. 1992. El forraje de morera *Morus* sp. como fuente de proteína en dietas a base de ensilado de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* para novillos en el parcelamiento Cuyuta. Tesis de grado. San Carlos, Guatemala, Universidad de San Carlos. 38 p.