

Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero en la zona alta del estado Mérida

Diannelis Urbano^{1*}, Fernando Castro² y Ciro Dávila²

RESUMEN

Con el propósito de determinar la mejor presión de pastoreo y fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio que permita mantener un balance en la asociación kikuyo-maní forrajero, se condujo un experimento en Jají, estado Mérida, Venezuela. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas divididas, donde en la parcela principal se aplicaron dos presiones de pastoreo (PPA: 800 y PPB: 1.600 kg MS residual/ha) y en la secundaria las combinaciones de dos niveles de nitrógeno (0 y 200 kg/ha/año), tres de fósforo (0, 150 y 300 kg P₂O₅/ha/año) y dos de potasio (0 y 200 kg K₂O/ha/año), evaluándose la composición botánica al inicio y al final del experimento. El porcentaje de kikuyo en la mezcla disminuyó un 11%, mientras que el maní forrajero incrementó un 9%. Los componentes de biomasa muerta y del pasto *Cynodon sp* disminuyeron en 3 y 0,79%, respectivamente. La presión de pastoreo y sus interacciones no influyeron significativamente en los diferentes componentes de la mezcla; sin embargo, la tendencia del kikuyo en la asociación fue a declinar más en la presión de pastoreo baja (13,1%) que en la alta (8,1%), mientras que el porcentaje de maní incrementó en la asociación en ambos sistemas con 12,8 y 6,1%, respectivamente. El porcentaje del kikuyo en la mezcla fue afectado por el nitrógeno (P<0,01) y por su interacción con el

1- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIAE-Mérida. Av. Urdaneta. Edificio INIA Mérida, estado Mérida. Venezuela. *Correo electrónico: durbano@inia.gob.ve

2- Universidad de Los Andes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Mérida, estado Mérida. Venezuela.

tasio ($P < 0,05$); en cambio, en el componente leguminosa, los macroelementos NPK no influyeron significativamente en su proporción, pero la interacción N x K fue significativa ($P < 0,05$). Con la aplicación de N, el pasto kikuyo aumentó su proporción de 27,8 a 36,2%, las malezas de hojas anchas disminuyeron de 7,3 a 2,9% ($P < 0,05$), así como el maní de 45,6 a 43,5%. Se concluye que el maní forrajero, bajo las condiciones probadas, tuvo un alto porcentaje en la asociación, el cual se puede controlar mediante la fertilización con nitrógeno y potasio.

Palabras clave: *Pennisetum clandestinum*, *Arachis pintoi*, composición botánica, presión de pastoreo, fertilización NPK.

Grazing pressure and NPK fertilization effects on botanical composition of kikuyu grass - perennial peanut association in highlands of Mérida state

SUMMARY

To obtain the best combination of the grazing pressure and fertilization with nitrogen, phosphorus, and potassium that allow a good balance in the species kikuyu grass-perennial peanut association, a field grazing experiment was conducted in Jají, Mérida state, Venezuela. A complete randomized block design was used, with three replications. The treatments were a factorial in a split plot arrangement. Two grazing pressures were applied to main plots (HGP: 800 and LGP: 1600 kg residual DM/ha) and two levels of nitrogen (0 and 200 kg N/ha), three of phosphorus (0, 150, and 300 kg P_2O_5), and two of potassium (0 and 200 kg K_2O /ha) were applied to sub-plots. Botanical composition was estimated at the beginning and the end of the trial. Percent of kikuyu grass in the mixture decreased 11%, while perennial peanut increased in 9%. Also, dead material and the grass *Cynodon* sp decreased 3 and 0.79%, respectively. The grazing pressure factor and its interactions were not significant, but the tendency for the components of the association was that kikuyu grass decreased 13.1% in the LGP and 8.1% in HGP, but perennial peanut increased in both systems 12.8% and 6.1%, respectively. Nitrogen application and N x K interaction were significant ($P < 0.05$) in the percent of kikuyu grass in the mixture, but in the legume component, the macro elements NPK did not affect its proportions, but the N x K interaction was significant ($P < 0.05$). N application increased kikuyu grass, from 27.8 to 36.2%, broad leaf weeds decreased from 7.3 to 2.9% ($P < 0.05$), but perennial peanut decrease from 45.6 to 43.5%. The kikuyu grass- perennial peanut

association, in the tested conditions, had a high proportion of legume on offer that may be controlled with N fertilization.

Keywords: *Pennisetum clandestinum*, *Arachis pintoi*, botanical composition, grazing pressure, NPK fertilization.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha demostrado que la incorporación de leguminosas forrajeras en las pasturas tiene muchas ventajas en los sistemas de producción. Sin embargo, una de las principales limitantes de su uso es la baja proporción y persistencia en las asociaciones con gramíneas, lo que ha ocasionado una baja adopción por los ganaderos, a pesar que en condiciones experimentales se han obtenido incrementos notables tanto en la producción de leche como de carne (Urbano y Dávila, 1995).

El uso de las asociaciones gramíneas-leguminosas requiere de un manejo más complejo, debido a que son plantas de hábitos contrastantes con respecto a la arquitectura del follaje, morfología radical, demanda de nutrientes y ruta de asimilación de carbono, entre otros. Además, el comportamiento en pastoreo de una planta forrajera se relaciona con la defoliación selectiva que afecta directamente sus reservas de carbohidratos y especialmente el vigor del rebrote, el crecimiento y la longevidad.

Los factores que más inciden en la persistencia de las leguminosas en las asociaciones son: las condiciones edafoclimáticas, la competencia de las gramíneas asociadas, el manejo de los animales, susceptibilidad a plagas y enfermedades, así como las características intrínsecas de este grupo de plantas (Kretschmer, 1989).

El nitrógeno tiene un efecto notable en la composición botánica de las asociaciones gramíneas-leguminosas, ya que la primera tiene la habilidad de utilizar el nitrógeno aplicado con más eficiencia que la segunda, por lo que puede llegar a ser dominante en el pastizal. En el caso de las leguminosas, estas pueden desaparecer cuando el N está disponible en el suelo en grandes cantidades (Vallis, 1978).

El fósforo modifica el balance de las especies en la pastura a favor de la leguminosa, aumentando el rendimiento de materia seca. En Australia, Gramshaw *et al.* (1989) señalaron que el sobrepastoreo y la reducción en el

so de fertilizantes fosfóricos han ocasionado una disminución de las leguminosas dentro de las pasturas. En el caso del potasio, las gramíneas pueden ser capaces de extraer del suelo este elemento con mayor facilidad que las leguminosas (Urbano, 1990).

El objetivo principal de este estudio fue determinar la mejor presión de pastoreo y fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para mantener un balance adecuado en la asociación kikuyo - mani forrajero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca Las Mesas, sector Las Cruces, Jají, Municipio Campo Elías, del estado Mérida y localizada geográficamente a 19°34'16.7" N y 71°18'56.2" O, a una altitud de 1.850 msnm. La temperatura promedio es de 18,2°C, con una precipitación de 1.700 mm, en forma bimodal, presentando los mayores valores durante los meses de mayo y octubre. La zona de vida es bosque húmedo montano bajo (Ewell y Madrid, 1998).

El sitio experimental se caracteriza por presentar suelos con textura arcillosa y franco arcillosa, con pH ácido a medianamente ácido, niveles medios a altos en fósforo, calcio, magnesio y materia orgánica, variando el contenido de potasio desde trazas hasta alto.

La asociación estaba conformada inicialmente por el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y las leguminosas alfalfa (*Medicago sativa*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y mani forrajero (*Arachis pintoi*). Sin embargo, en el transcurso de los dos primeros años, la compleja dinámica poblacional de las tres leguminosas se redujo al predominio del mani.

La alfalfa y el trébol blanco se sembraron por semilla y para el mani se empleó una mezcla de diferentes cultivares (CIAT 17434; 18744 y 8748), estableciéndose en forma vegetativa. La siembra se efectuó manualmente a una distancia de 0,50 m entre hilos y a chorro corrido dentro del surco. La profundidad de siembra fue de aproximadamente 5 cm y se dejaron descubiertas las últimas hojas, mientras que el kikuyo también se estableció vegetativamente en hilos alternos al mani.

Se utilizó un diseño bloques al azar, con tres repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas divididas, donde en la parcela principal se aleatorizaron dos presiones de pastoreo (PPA: 800 y PPB: 1.600

kg MS residual /ha) y en la secundaria se asignaron las combinaciones de dos niveles de nitrógeno (N0: 0 y N1: 200 kg N/ha/año), tres de fósforo (P0: 0, P1: 150 y P2:300 kg P₂O₅/ha/año) y dos de potasio (K0: 0 y K1: 200 kg K₂O/ha/año), para un total de 24 tratamientos. Las fuentes de macroelementos utilizadas fueron: urea, fosfopoder y cloruro de potasio. La mitad de las dosis del primer y tercer elemento se aplicaron al inicio del experimento junto con toda la cantidad de fósforo, mientras que el resto del N y K fue suministrado seis meses después.

La duración del período experimental fue de 280 días, lo que correspondió a ocho pastoreos. La superficie de la asociación fue de aproximadamente 2,0 ha, dividida en seis potreros. El área de las subparcelas fue de 15 m² (6 x 2,5 m). El sistema de pastoreo fue rotativo, con 35 días de descanso y de 0,5 a 1 y de 1 a 1,5 días de ocupación para la presión baja y alta, respectivamente; dependiendo de la oferta forrajera.

Durante el día, 45 vacas lactantes permanecieron pastoreando la asociación y en la noche fueron estabuladas, donde se le suministraba pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), lo que correspondió a una carga animal promedio de 3,8 UA/ha en la asociación.

La composición botánica se estimó antes y al final del periodo experimental, mediante un muestreo sistemático en el área efectiva. Se cosecharon cuatro muestras representativas por subparcela, con un marco de 0,25 x 0,25 m, se mezclaron y se seleccionó una submuestra de 500 g. Luego, se separaron en forma manual los componentes presentes: kikuyo (K), mani (M), biomasa muerta (BM), *Cynodon sp* (CY), malezas de hoja ancha (MHA) y angosta (MHANG) y se colocaron en la estufa a una temperatura de 70°C, durante 48 horas, para determinar la materia seca, posteriormente se pesó cada componente y se estimó su porcentaje en la asociación.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza a través del procedimiento Modelo Lineal General (GLM), usando el error tipo A para la presión de pastoreo y bloques, el error B para los factores nitrógeno, fósforo, potasio y las interacciones dobles, triples y cuádruples. Además, se utilizó la Prueba de Rango Múltiples de Duncan para detectar la significancia entre niveles de cada factor (SAS, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de aplicar los tratamientos, la proporción promedio en base a la materia seca del pasto kikuyo fue de 42,7%, mientras que el mani

representaba el 33,1%, siendo la contribución de la leguminosa bastante alta, con respecto a la mayoría de las asociaciones evaluadas en el trópico. Durante el periodo experimental el porcentaje de pasto kikuyo en la mezcla disminuyó un 11%, mientras que el maní forrajero presentó un incremento de 9%, siendo estos resultados relevantes, ya que en la mayoría de las asociaciones, las leguminosas disminuyen su proporción de materia seca con el tiempo (Figura 1). Esto se puede atribuir a la presencia de *Blissus sp.* que causó la muerte parcial del kikuyo y a la capacidad del maní forrajero para ocupar los espacios dejados por esta gramínea.

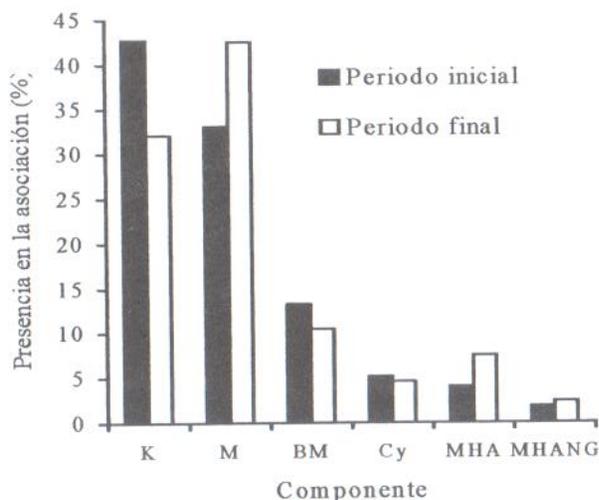


Figura 1. Composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero. Ver leyenda en el texto.

En Australia, Firth y Wilson (1995), evaluando la producción de materia seca, altura, porcentaje de cobertura y persistencia de 52 accesiones y 13 cultivares de leguminosas asociadas con *Dactylis glomerata*, durante siete años, concluyeron que el maní forrajero fue la especie más promisoría en estas asociaciones. Asimismo, Mullen *et al.* (1997) encontraron resultados similares.

Los componentes de biomasa muerta, principalmente de kikuyo y el pasto *Cynodon sp.*, disminuyeron un 3 y 0,8%, respectivamente; en cambio, la

presencia de malezas fue mayor, tanto las de hojas anchas como las gramíniformes.

El análisis de varianza realizado para los diferentes componentes de la mezcla no detectó diferencias significativas entre las presiones de pastoreo utilizadas, ni en sus interacciones con los factores nitrógeno, fósforo y potasio.

En relación a la aplicación de los macroelementos, se encontró que el nitrógeno afectó la proporción del pasto kikuyo ($P < 0,01$) y el porcentaje de malezas de hojas anchas ($P < 0,05$). Asimismo, su interacción con el potasio influyó significativamente ($P < 0,05$) sobre la proporción del pasto kikuyo y del maní forrajero.

En la Figura 2 se observa el efecto del nitrógeno sobre el porcentaje del pasto kikuyo y las malezas de hojas anchas (MHA) en la asociación. Con la aplicación de 200 kg N/ha esta gramínea aumentó de 27,76 a 36,15%, representando un incremento de 8,4%, en cambio las malezas disminuyeron 4,3%, reflejando la importancia de este nutrimento en la capacidad de competir del pasto kikuyo.

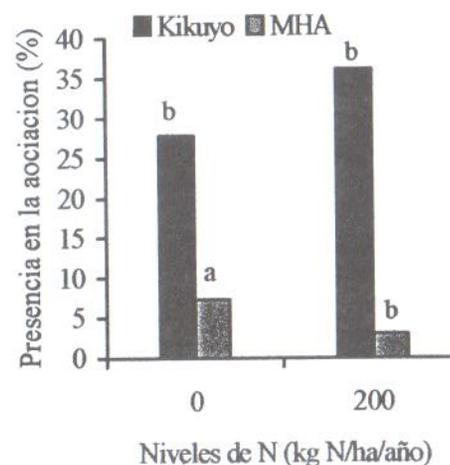


Figura 2. Efecto del nitrógeno sobre el porcentaje de kikuyo y de malezas de hojas anchas (MHA) en la asociación. Medias con letras distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) con Prueba de Duncan.

Santos *et al.* (2001) evaluaron a nivel de invernadero el comportamiento productivo de las especies *Brachiaria brizantha* y *A. pintoi*, encontrando que la aplicación de N redujo tanto la participación como la permanencia de la leguminosa en la mezcla, pero incrementó la producción de materia seca en las raíces. En este estudio, la biomasa muerta y la presencia de malezas disminuyeron, mientras que el *Cynodon* y las malezas gramínoformas aumentaron con la fertilización de este nutriente.

Dávila *et al.* (2004) reportaron un efecto positivo del nitrógeno en la oferta de esta misma asociación, con un incremento de 314,9 kg MS/ha/pastoreo y una eficiencia de 9,03 kg MS de consumo por kg de nitrógeno aplicado. Esto implica que el aumento de estas variables se debe a una respuesta, tanto en la producción de kikuyo, como en el porcentaje del mismo en la mezcla. Sin embargo, para leguminosa y los otros componentes de la mezcla, los efectos principales no influyeron en sus proporciones.

La interacción N x K sobre la proporción del pasto kikuyo y el maní forrajero en la asociación se muestran en la Figura 3. La aplicación de nitrógeno en ausencia de potasio incremento el porcentaje de esta gramínea en 2%, mientras que en presencia de 200 kg K₂O/ha aumento en 15%. En el caso de la leguminosa, su proporción en la asociación incrementó en 4,4% cuando se le suministró 200 kg N/ha sin potasio. En cambio su proporción disminuyó 8,5% en presencia de este macroelemento, lo que refleja que el pasto kikuyo requiere del suministro de nitrógeno junto con el potasio para aumentar su proporción en la mezcla, compitiendo principalmente con el maní.

Machado y Dávila (1998), evaluando el efecto NPK y estiércol sobre la producción de materia seca de la asociación kikuyo-alfalfa, encontraron que esta gramínea incrementaba los rendimientos significativamente cuando se aplicaba N y K, pero no respondió a la aplicación de fósforo. En Australia, Hall (1974) demostró la naturaleza de la competencia por nutrientes en suelos deficientes de K entre las especies de *Desmodium intortum* y *Setaria anceps* donde la gramínea compite con mayor habilidad que la leguminosa por K, por lo que sería conveniente fertilizar con este macroelemento en suelos deficientes para poder mantener una buena proporción de la leguminosa en la asociación.

En relación a la presión de pastoreo, a pesar que su efecto no fue significativo sobre la proporción de los diferentes componentes de la asociación, el porcentaje del pasto kikuyo en la mezcla disminuyó un 13,1 y 8,1%, para la presión de pastoreo baja (PPB) y alta (PPA), respectivamente,

debiéndose posiblemente al habito de crecimiento diferencial que presentan estas especies, así como, al consumo preferencial de kikuyo sobre el maní en la presión baja, disminuyendo la selectividad bajo condiciones de PPA, en la cual el kikuyo es favorecido. Además se puede notar que cuando los animales

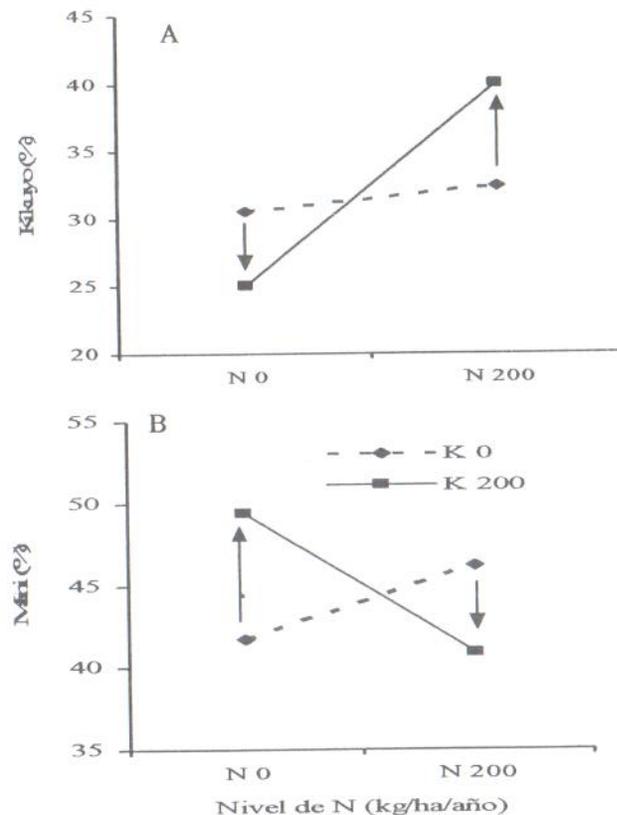


Figura 3. Efecto de la aplicación de N y K sobre la presencia del pasto kikuyo (A) y del maní forrajero (B) en la asociación.

dejan más residuo en la PPB, puede propiciarse un microclima especial para el desarrollo del blissus.

En el caso de maní forrajero, se observó un incremento de su porcentaje en la mezcla para las dos presiones de pastoreo evaluadas, notándose un mayor aumento en los potreros de presión baja (12,8%), con respecto a la alta (6,05%), casi coincidiendo con los espacios dejados por el pasto kikuyo, debido posiblemente a una defoliación más intensa del maní, por los animales en la presión de pastoreo alta.

En Panamá, Ávila y Urriola (1998) evaluaron varias asociaciones encontrando que la carga animal mediana y alta con 2 y 3 UA/ha, favoreció a persistencia de *Arachis pintoi* cv 17434 en pasturas de *Brachiaria dictyoneura*, mientras que la baja (1 UA/ha) fue mejor para *Centrosema macrocarpum*. También, Ibrahim y Mannetje (1998) reportaron que el maní forrajero asociado con *B. humidicola* y *B. brizantha*, presentaron un comportamiento distinto, ya que cuando se mezclaba con la primera gramínea la mejor utilización era con una alta carga animal, mientras que con la segunda su mejor manejo fue con la carga baja. Además concluyeron que esta es la leguminosa más tolerante al pastoreo en el trópico húmedo. La biomasa muerta y el pasto *Cynodon sp* disminuyeron durante la fase experimental; sin embargo, la presencia de malezas de hojas angostas y anchas aumentaron en las dos presiones de pastoreo, excepto en las graminiformes con PPA, que disminuyó en un 15%. El cambio en el porcentaje de malezas en los potreros se debe principalmente a la muerte del kikuyo en áreas donde el maní no pudo cubrir con rapidez.

Contrario a lo esperado, la aplicación del fósforo no afectó las proporciones de los componentes de la asociación, ni los efectos de los otros factores, debido posiblemente a que los niveles iniciales de este nutriente en el suelo fueron de medio a altos. La tendencia fue incrementar tanto el porcentaje del kikuyo como del maní en la mezcla, con la dosis de 150 kg P₂O₅/ha/año, en cambio, con los niveles superiores a esta cantidad, se presentó un ligero efecto negativo en los componentes de la mezcla.

CONCLUSIONES

- El alto porcentaje de *Arachis pintoi* en pasturas de *Pennisetum clandestinum* permite inferir que esta asociación es promisoría bajo las condiciones de este estudio.

- La presión de pastoreo dentro de los niveles probados, no influyó significativamente sobre la proporción de los diferentes componentes de la asociación ni sobre el efecto de los fertilizantes.
- La fertilización con nitrógeno influyó positivamente en el porcentaje de la gramínea y negativamente sobre las malezas de hoja ancha.
- El porcentaje de kikuyo incrementó cuando se aplicó nitrógeno y potasio, mientras que la leguminosa, disminuyó significativamente cuando se aplica nitrógeno en presencia de potasio.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila M. y D. Urriola. 1998. Efecto de la carga animal sobre la persistencia de la *Brachiaria dictyoneura* 6133 asociada con dos leguminosas tropicales. Ciencia Agropecuaria. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, pp.127-136
- Dávila C., F. Castro y D. Urbano. 2004. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK en la producción de forraje de la asociación kikuyo-maní forrajero en el estado Mérida. Zootecnia Trop., 22(3): 157-166.
- Ewell J. y A. Madrid. 1998. Zonas de Vida de Venezuela. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría.
- Firth D. y G. Wilson. 1995. Preliminary evaluation of species for use as permanent ground cover in orchards on the north coast of New South Wales. Trop. Grasslands, 29(1):18-27.
- Gramshaw D., J. Read, W. Collins y E. Carter. 1989. Sown pastures and legume persistence: An Australian overview. En Marten G., A. Matches, R. Barnes, R. Brougham, R. Clements y G. Sheath (Eds.) Persistence of Forage Legumes. ASA, CSSA y SSSA. Madison, WI. pp. 1-21.
- Hall R. 1974. Analysis of the nature of interference between plants of different species. II. Nutrient relations in a nandi *Setaria* and greenleaf *Desmodium* association with particular reference to potassium. Aust. J. Agric. Res., 749-756 pp.

- Ibrahim M. y L. Mannetje. 1998. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixture in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. *Trop. Grasslands*, 32(2): 96-104.
- Kretschmer A. 1989. Tropical forage legume development, diversity, and methodology for determining persistence. *En* Marten G., A. Matches, R. Barnes, R. Brougham, R. Clements y G. Sheath. (Eds.) *Persistence of Forage Legumes*. ASA, CSSA y SSSA. Madison, WI. pp. 117-138.
- Machado D. y C. Dávila. 1998. Efectos de la fertilización con N, P y K y el microclima, en la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo pastoreo rotativo. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 15(1): 38-58.
- Mullen B., I. Rika, D. Kaligis y W. Stur. 1997. Performance of grass-legume pastures under coconuts in Indonesia. *Aust. J. Exp. Agri.*, 33(4): 409-423.
- Santos D., J. Pinto, J. Siquiera, A. Morais, N. Curi y A. Evangelista. 2001. Response to phosphorus, mycorrhizal and nitrogen of *Brachiaria* and forage peanut intercropped. 1. Production of dry matter of aerial part and root. *Ciencia e Agrotecnologia*, 25(5):1206-1215.
- SAS (Statistical Analysis System). 1982. *SAS User's Guide*. SAS Institute Inc. Cary, NC. 494 p.
- Urbano D. 1990. Estudio de la fertilización en el rendimiento y calidad de la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum* x *Medicago sativa*). Trabajo Tesis de Maestría. Postgrado de Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 236 p.
- Urbano D. y C. Dávila. 1995. Efecto de la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum* - *Medicago sativa*) sobre la producción de leche. *Rev. Arg. Producción Animal*, 15(1): 314-317.
- Vallis I. 1978. Nitrogen relationships in grass/legume mixtures. *En* Wilson J.R. (Ed) *Plant Relations in Pastures*. CSIRO. Melbourne. pp. 190-201.