

ÉPOCA DE SIEMBRA MÁS ADECUADA PARA ESPECIES PROMISORIAS DE ABONOS VERDES EN LAS CONDICIONES DE CUBA

Margarita García[✉], Eolia Treto y Mayté Alvarez

ABSTRACT. During 1992-1994 two field experiments were carried out on a compacted Red Ferralitic soil. The behavior of six promising plant species was studied to be used as green manure. They were seeded every month from January to December 1992-1994. Treatments were arranged in a randomized block design with three replicates. Most species were better adapted when they were seeded from March 15 to August 15. The species with the best behavior in this period were: *Crotalaria juncea*, *Sorghum vulgare*, *Canavalia ensiformis* and *Mucuna atterimum*, accumulating great amounts of phytomass and nutrients which were: 9-88 t.ha⁻¹ fresh phytomass, 2.00-22.5 t.ha⁻¹ dry phytomass and 70-300 kg.ha⁻¹ N. The sowing dates from 15th October to 15th December were the worst for the development of most species evaluated; nevertheless, *Canavalia ensiformis* and *Lupinus albus* could be taken into account to improve soil conditions due to phytomass and nutrient accumulation in this period. *Canavalia ensiformis* was the only one species that can be seeded every month to be used as green manure in agriculture, due to its high capacity to accumulate nutrients and phytomass. *Lupinus albus* and *Vigna radiata* were the species with less potential to accumulate phytomass and nutrients in all dates evaluated. The promising species seeded in the optimum developing periods can be taken into account in the green manure rotation program, due to its high potential production of phytomass and nutrients.

Key words: green manure, sowing date, nitrogen content, biomass

INTRODUCCION

El uso de los abonos verdes ha mostrado ser eficiente en la mejora de la productividad de los suelos, sobre todo en las condiciones tropicales donde las altas

RESUMEN. Durante el período 1992-1994 se llevaron a cabo dos experimentos de campo sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado. Se estudió el comportamiento de seis especies promisorias para ser utilizadas como abonos verdes, las cuales fueron sembradas mensualmente durante el período enero-diciembre de 1992-1994, utilizándose para la distribución de los tratamientos un diseño de bloques al azar con tres réplicas. La mayor parte de las especies estudiadas tuvieron su época óptima de desarrollo cuando fueron sembradas en el período comprendido desde el 15 de marzo al 15 de agosto. Sobresalieron por su mejor comportamiento *Crotalaria juncea*, *Sorghum vulgare*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna atterimum*, las cuales se caracterizaron por acumular en este período cantidades apreciables de fitomasa y nutrientes que variaron de 9-88 t.ha⁻¹ de fitomasa fresca, de 2.00-22.5 t.ha⁻¹ de fitomasa seca y de 70-300 kg.ha⁻¹ de N. Las fechas de siembra comprendidas desde el 15 de octubre al 15 de diciembre fueron las menos propicias para el desarrollo de la mayor parte de las especies estudiadas; no obstante, *Canavalia ensiformis* y *Lupinus albus* (siembras de diciembre) podrían tenerse en cuenta en programas de mejora de los suelos por los acumulados de fitomasa y nutrientes alcanzados en este período. De las especies estudiadas *Canavalia ensiformis* resultó ser la única que puede ser sembrada todos los meses del año con fines prácticos para ser utilizada como abono verde, debido al considerable acumulado que presenta. *Lupinus albus* y *Vigna radiata* fueron las especies con menos potencialidades para la formación de fitomasa y nutrientes en todas las fechas evaluadas. Las especies más adecuadas sembradas en los períodos óptimos para su desarrollo pueden tenerse en cuenta dentro de los programas de rotación con abonos verdes por su gran potencialidad de producción de fitomasa y nutrientes.

Palabras clave: abonos verdes, fecha de siembra, contenido de nitrógeno, biomasa

temperatura y lluvias causan una alta degradación de estos (1, 2).

Numerosos autores han demostrado la potencialidad de los abonos verdes en sustituir parcial o totalmente las necesidades de N e incrementar los rendimientos de numerosos cultivos agrícolas, principalmente de los cereales, lográndose impactos en países como China, EUA y Colombia (3). En Cuba se ha logrado avanzar en las investigaciones y puesta en práctica de esta alternativa, principalmente en los suelos dedicados a los cultivos de

Dra.C. Margarita García y Dra.C. Eolia Treto, Investigadoras Titulares y Ms.C. Mayté Álvarez, Investigador Agregado del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700.

✉ margara@inca.edu.cu

arroz y tabaco (4, 5), no así al resto de los suelos y cultivos, principalmente debido al desconocimiento de las especies más adecuadas y su óptima agrotecnia (fechas de siembra). En este sentido, en un trabajo reciente (6) donde se estudió el comportamiento de 19 especies de plantas como abonos verdes, sembradas en dos épocas del año (primavera e invierno), se indicaron las más promisorias: *Crotalaria juncea*, *Sorghum vulgare*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrimum* y *Vigna unguiculata*, las cuales se adecuan mejor a las condiciones de primavera-verano de Cuba que a las de invierno. Se ha hecho necesario incluir estas especies en la mejora de una gama más amplia de suelos y de cultivos, por lo que es imprescindible estudiar sus potencialidades en la producción de biomasa y acumulación de nutrientes, cuando son sembradas sistemáticamente durante todos los meses del año bajo las variables condiciones climáticas del país. Por las razones anteriores se llevó a cabo el presente trabajo con los siguientes objetivos:

- ↳ definir las fechas óptimas de siembra de seis especies promisorias de abonos verdes
- ↳ estudiar la dinámica de acumulación de fitomasa y nutrientes de seis especies promisorias de abonos verdes sembradas sistemáticamente durante todos los meses del año en el país
- ↳ determinar las especies con mejor comportamiento en las diferentes condiciones climáticas del país y la agrotecnia adecuada (fecha de siembra).

MATERIALES Y METODOS

Condiciones experimentales. Se llevaron a cabo dos experimentos de campo sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado correspondiente a las áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), situada a 138 m sobre el nivel del mar en San José de Las Lajas, La Habana.

El suelo se caracteriza por poseer una fertilidad de media a alta, con un pH-H₂O de 6.74, 2.94 % de MO, 235 ppm de P y 0.49, 11.8 y 1.84 cmol. kg⁻¹ de K, Ca y Mg respectivamente.

La temperatura promedio anual de la región fue de 23.6°C, con dos estaciones bien definidas, la de seca de noviembre-abril con una precipitación de 444 mm y la de lluvia de mayo-octubre con una precipitación de 1 050 mm de lluvia; la precipitación promedio anual es de 1 200-1 300 mm (5).

Metodología experimental. Se realizaron siembras mensuales desde enero hasta diciembre en el período de 1993-1994 de seis especies promisorias derivadas de estudios anteriores: *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrimum*, *Lupinus albus*, *Sorghum vulgare*, *Vigna radiata* y *Crotalaria juncea*. Las especies se establecieron en parcelas de 5.40 m² (3 m x 1.80 m), compuestas por cuatro surcos de 3 m de largo separados entre sí a una distancia de 45 cm. Los tratamientos se distribuyeron en el campo en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. La siembra de las especies se realizó de forma manual variando el número de semillas/m en dependen-

cia de su tamaño. Después de la siembra se aplicó un riego de germinación.

En las parcelas establecidas se realizaron observaciones periódicas del crecimiento de las plantas así como a los 60 días de la siembra se evaluó el aporte en las diferentes especies de fitomasa fresca, fitomasa seca y de NPK, mediante el muestreo de un área de 0.45 m² en las parcelas donde se desarrollaron cada uno de los cultivares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados que se observaron (Figuras 1-5), los períodos óptimo de siembra y desarrollo de las plantas variaron de acuerdo con las especies estudiadas.

La *Crotalaria juncea* y el sorgo de grano acumularon altas cantidades de fitomasa y nutrientes cuando se desarrollaron en el período 15 de enero-15 de septiembre (Figuras 1-5), destacándose el período 15 de mayo-15 de agosto como el óptimo. Por su parte, el período 15 de octubre-15 diciembre resultó al menos propicio para el desarrollo de las anteriores especies, ya que las plantas acumularon bajas cantidades de N (< 40 kg.ha⁻¹).

Por su parte, la *Mucuna aterrimum* y la *Vigna radiata* acumularon los mayores volúmenes de fitomasa y nutrientes en siembras comprendidas en el período 15 de marzo-15 de agosto. El período 15 septiembre - 15 enero fue el menos propicio para el desarrollo de esta especie, acumulando en éste cantidades considerablemente bajas (< 40 kg N.ha⁻¹).

La *Canavalia ensiformis* presentó acumulados de fitomasa y nutrientes considerablemente altos durante todo el año (> 50 kg.ha⁻¹ de N), alcanzando los máximos volúmenes de N (> 100 kg N.ha⁻¹) en el período mayo-agosto. Es de destacar las cantidades apreciables de N acumuladas por esta especie aun en el período poco lluvioso, las que oscilaron de 50-125 kg de N.ha⁻¹ con los máximos en el mes de diciembre (125 kg N.ha⁻¹).

A diferencia del resto de las especies, el *Lupinus albus* tuvo un mejor comportamiento en el período comprendido entre el 15 de septiembre-15 de marzo, realizando los mayores acumulados cuando fue sembrada en diciembre. Esta especie resultó en general no satisfactoria para ser empleada en el período lluvioso, desapareciendo las plantas sin antes haber alcanzado el desarrollo necesario como abono verde, observándose los efectos más desfavorables en el período abril-agosto. Es de destacar que si bien es cierto que el *Lupinus albus* fue la única especie que se adaptó sólo al período poco lluvioso (septiembre-marzo) del país, no es menos cierto que otras especies tuvieron mejores comportamientos que el lupinus en cuanto a extracciones de fitomasa y nutrientes realizadas en este período. Por ejemplo, la *Canavalia ensiformis* tuvo acumulados de N superiores al lupinus en ese período (de 55 a 125 kg.ha⁻¹ de N), con los mayores suministros en diciembre (125 kg.ha⁻¹ de N). Asimismo,

mo en el período enero-marzo, otras especies como la crotalaria y el sorgo realizaron también extracciones considerables y superiores al lupinus ($> 75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N). Todo lo anterior indica que las cuatro especies pueden tenerse en cuenta para ser utilizadas como abonos verdes en el período del año (enero-marzo) con la consiguiente extracción de N de mayor a menor: canavalia>sorgo>crotalaria>lupinus. Los resultados anteriores confirman lo encontrado por varios autores, así se define el *Lupinus albus* como una leguminosa anual de invierno (7) y se recomienda su siembra en Brasil en marzo y mayo en regiones de clima templado y subtropical. Además, el lupinus es una planta muy difundida y proveniente del Mediterráneo (8), que presenta una alta resistencia al frío. Puede acumular de acuerdo a los anteriores autores de $30\text{-}40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de masa fresca, de $3.5\text{-}5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de masa seca y $34\text{-}3.5\text{-}27 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de NPK. En Australia constituye la segunda leguminosa de importancia después de la soya para la alimentación animal (9).

En las Figuras 1-5 se presentan los acumulados de fitomasa y nutrientes de las diferentes especies al ser sembradas sistemáticamente durante todo el año. En general, las especies acumularon las mayores cantidades de fitomasa y nutrientes en el período lluvioso (siembras desde el 15 de marzo al 15 de septiembre) en comparación con los acumulados por éstas en el período poco lluvioso (siembras desde el 15 de octubre al 15 de diciembre). Excepto el *Lupinus albus*, las especies estudiadas resultaron promisorias para el período lluvioso, al acumular cantidades de fitomasa y de N considerablemente altas. En este último período se destacaron por sus altas extracciones las siguientes especies: *Sorghum vulgare*, *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis*, con extracciones promedio de 180, 177 y $108 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N respectivamente (Figura 3) y acumulados de fitomasa seca de 13, 8.6 y $3.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ respectivamente (Figura 2).

La *Vigna radiata* y la *Mucuna aterrimum* tuvieron acumulados medio en este período que variaron de 2.2 a $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de masa seca (Figura 2) y de 60 a $83 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N (Figura 3). El *Lupinus albus* por su parte realizó extracciones insignificantes en este período. Los acumulados realizados por las especies en el período poco lluvioso fueron tres veces inferiores a los alcanzados por éstas en el período lluvioso, variando el acumulado de fitomasa seca de $1.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ con mucuna, a $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ con sorgo y crotalaria (Figura 2); el contenido de N varió por su parte de $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ con mucuna a $130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ con sorgo (Figura 3).

El *Sorghum vulgare* y la *Crotalaria juncea* tuvieron una mayor proporción de tallos en relación con las hojas (5), no así el resto de los cultivares que presentaron una proporción más favorable de hojas en la planta. En este sentido, las especies cuya proporción de tallos es mayor en relación con las hojas, aportan de hecho un material con menos concentración de nutrientes y más lignificado, pudiendo influir en los pro-

cesos de mineralización, los cuales se hacen más lentos, produciéndose a su vez inmovilización del nitrógeno y su repercusión negativa en la nutrición nitrogenada de los cultivos posteriores (10, 11).

De forma general, los resultados demostraron que excepto el *Lupinus albus*, la mayor parte de las especies estudiadas como abonos verdes, presentaron un desarrollo vigoroso y exuberante en el período 15 de marzo-5 de agosto, aportando grandes volúmenes de fitomasa y nutrientes, que por su magnitud podrían sustituir las necesidades parciales o totales de N de un gran número de cultivos agrícolas; sin embargo, el período comprendido desde el 15 de octubre al 15 de enero resultó el menos propicio para el desarrollo de estas especies.

Los bajos acumulados de estas plantas en el último, se explican por dos causas: primero, estas especies presentan una alta respuesta al fotoperiodismo de días cortos, por lo que al ser sembradas en períodos con estas características, estas florecen sin antes haber alcanzado el desarrollo vegetativo necesario para ser de utilidad práctica como abonos verdes; en segundo lugar, en este período predominan condiciones climáticas de bajas temperaturas y escasas lluvias, las cuales no favorecen el desarrollo vegetativo exuberante de las plantas (12, 13).

El período 15 de marzo-15 de agosto resultó ser muy favorable al desarrollo de la mayor parte de las especies de plantas utilizadas como abonos verdes, debido a las condiciones climáticas reinantes de altas lluvias, altas temperaturas y predominio de días largos, factores que favorecen un crecimiento vegetativo exuberante de estas plantas en cortos períodos de tiempo.

Los datos demostraron que para la utilización eficiente de los abonos verdes, las plantas deben ser sembradas de forma general desde el 15 de marzo al 15 de septiembre, excepto el *Lupinus albus* que puede desarrollarse en pleno período poco lluvioso (15 de septiembre- 15 de marzo). En general, las especies con mayores posibilidades para ser utilizadas en el período invernal de Cuba resultaron ser: *Canavalia ensiformis* y *Lupinus albus*.

Los resultados encontrados confirman lo indicado por numerosos autores, los cuales refieren que canavalia, mucuna y crotalaria han mostrado ser especies aptas para ser utilizadas como abonos verdes en rotación con arroz, maíz y trigo (13, 14, 15). Estos mismos autores destacan que la *Crotalaria juncea* puede suministrar al cultivo posterior hasta $300 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ como cultivo de cobertura; esta especie crece rápidamente y su fibroso tallo crece erecto y produce gran cantidad de residuo vegetal. Por otra parte, al utilizarse el abono verde como fuente de nutriente del arroz, se encontró que de las leguminosas estudiadas, la crotalaria fue registrada junto a la sesbania, pudiendo adicionar a un cultivo en ocho semanas $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N y sustituir de $1/2$ a $1/3$ de N de las dosis usuales de $120 \text{ kg de N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (16).

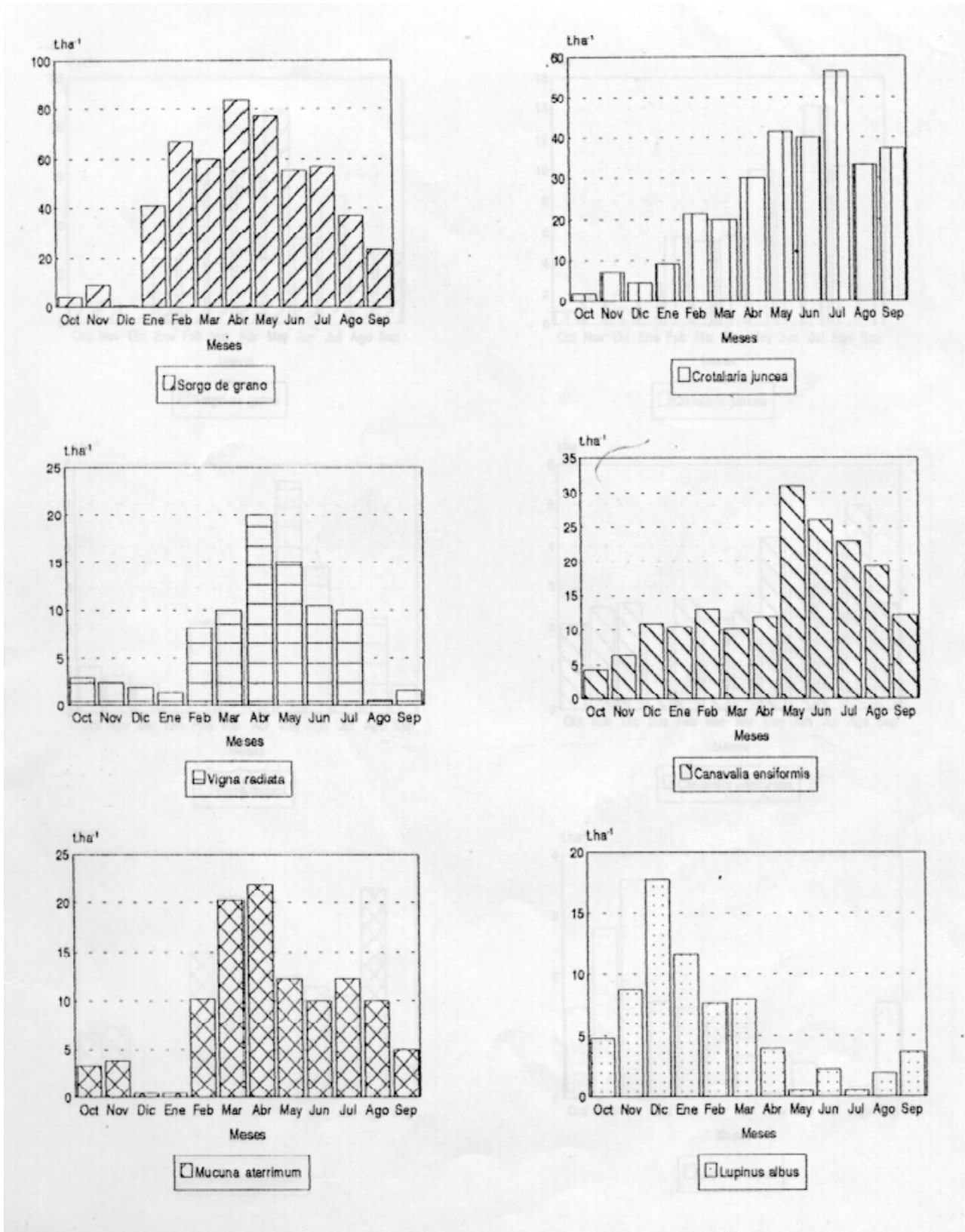
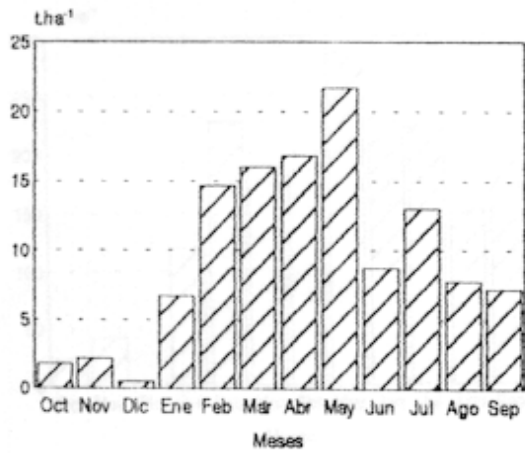
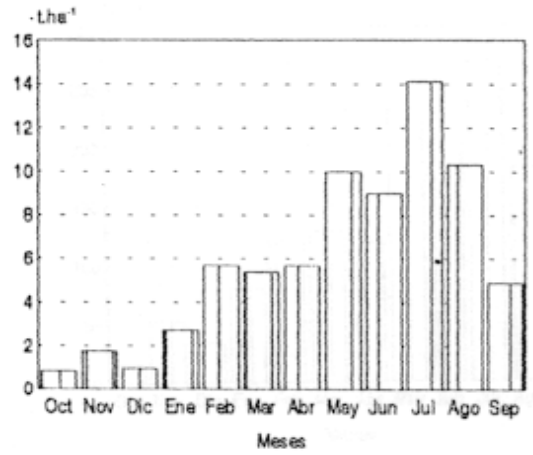


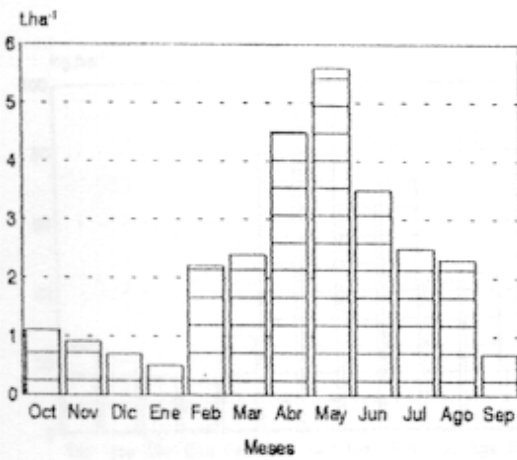
Figura 1. Acumulación de fitomasa verde (t.ha⁻¹) en especies de plantas promisorias como abonos verdes



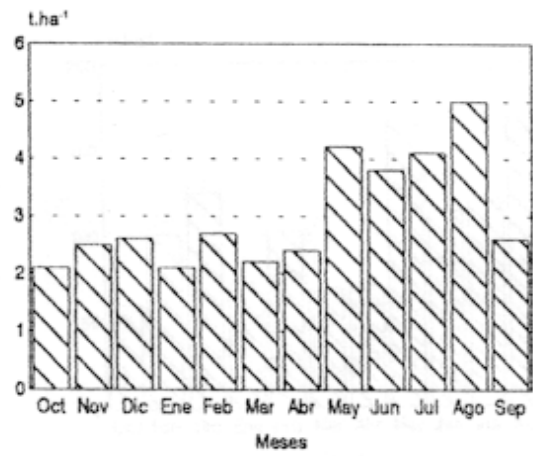
▨ Sorgho de grano



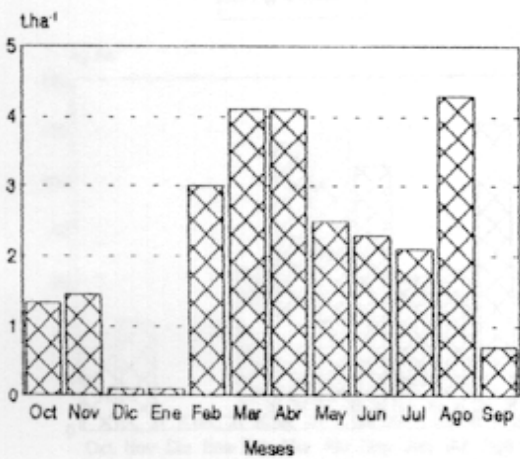
□ Crotalaria juncea



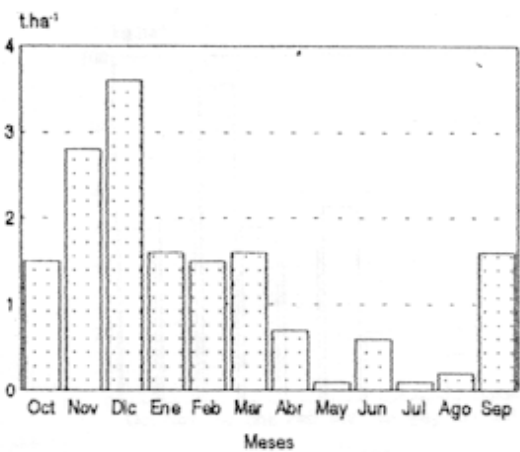
□ Vigna radiata



▨ Canavalia ensiformis

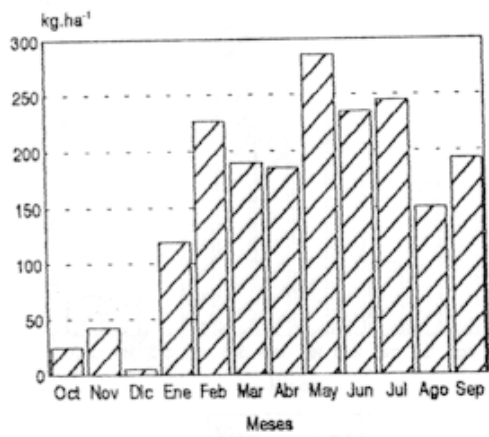


▨ Mucuna aterrimum

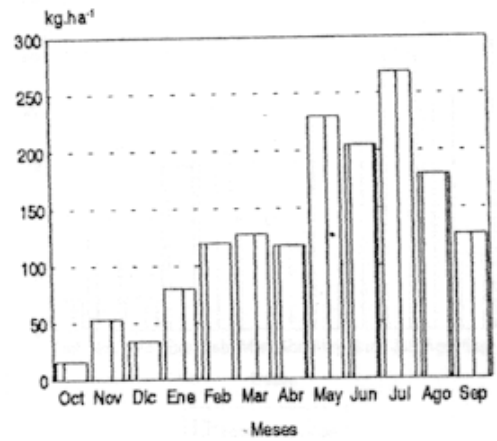


□ Lupinus albus

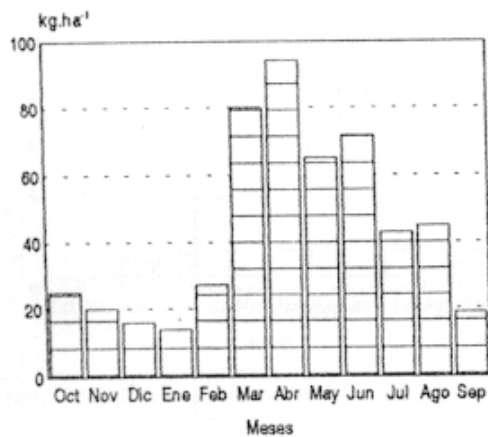
Figura 2. Acumulación de fitomasa seca (t.ha⁻¹) en especies de plantas promisorias como abonos verdes



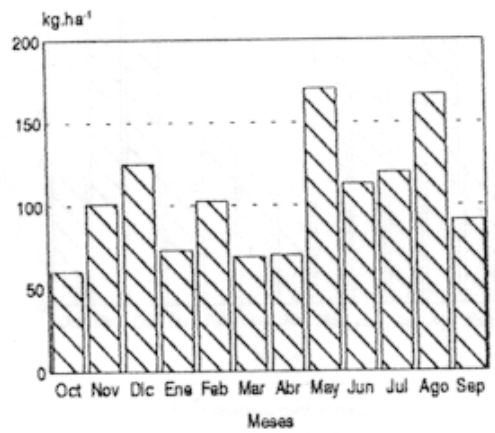
▨ Sorgo de grano



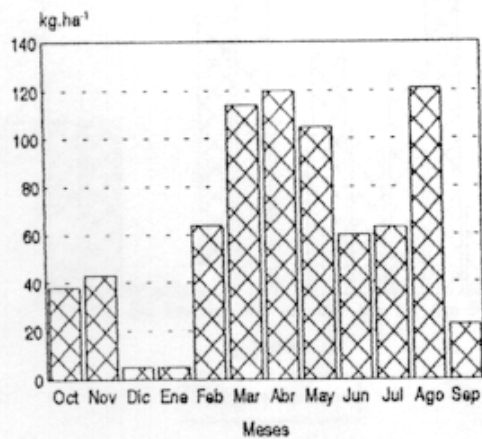
□ Crotalaria juncea



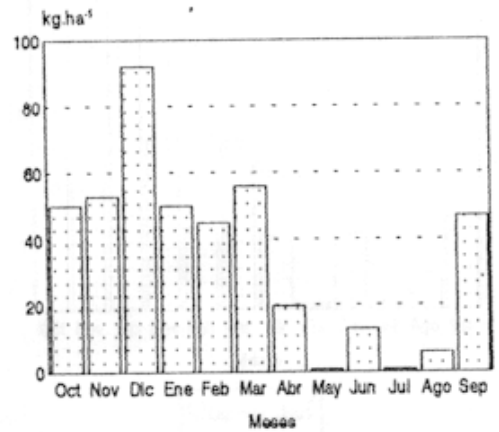
▨ Vigna radiata



▨ Canavalia ensiformis

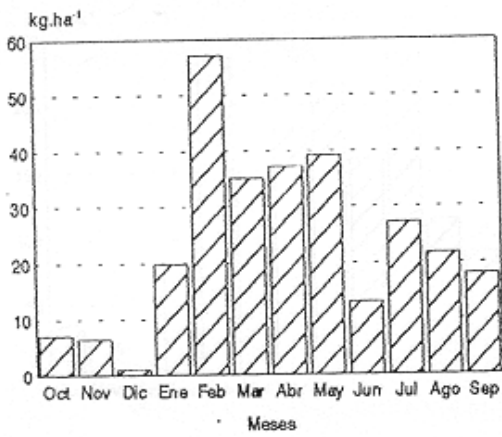


▨ Mucuna aterrima

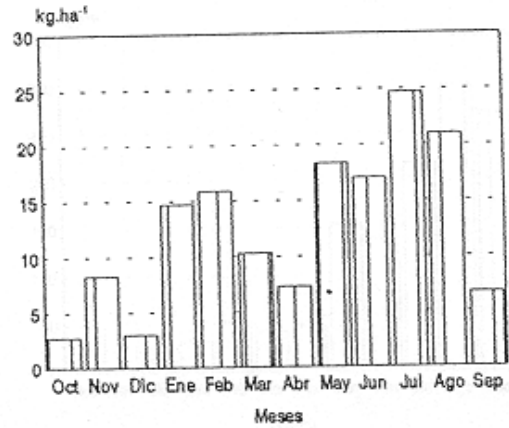


▨ Lupinus albus

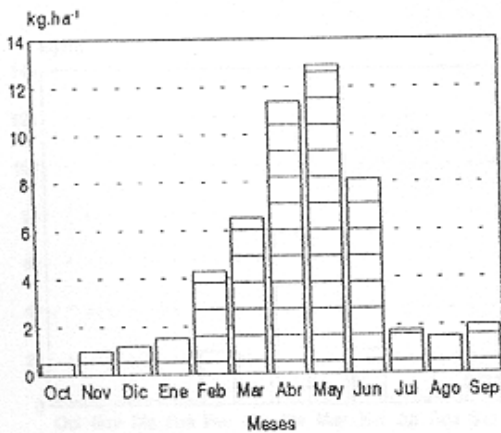
Figura 3. Acumulación de N (kg.ha⁻¹) en especies de plantas promisorias como abonos verdes. 1992-1994



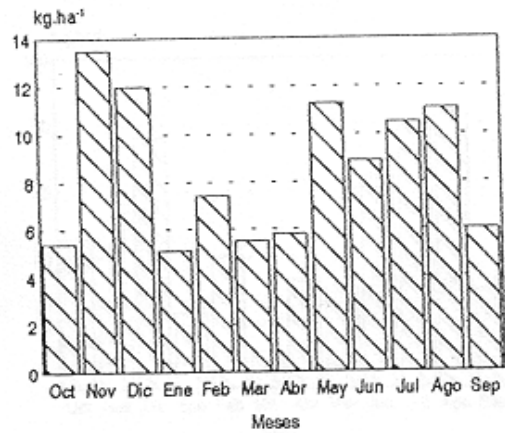
■ Sorgo de grano



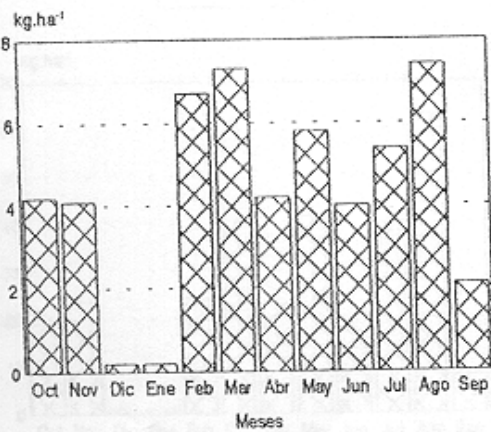
□ Crotalaria juncea



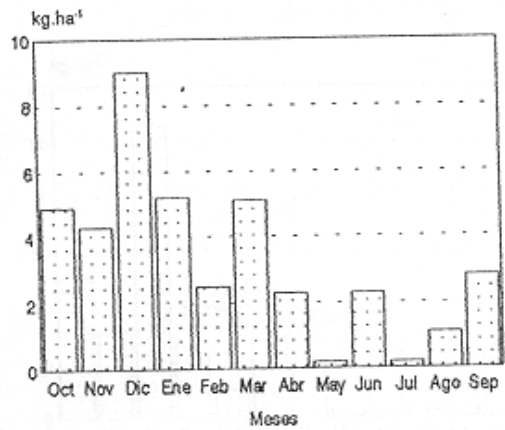
□ Vigna radiata



□ Canavalia ensiformis

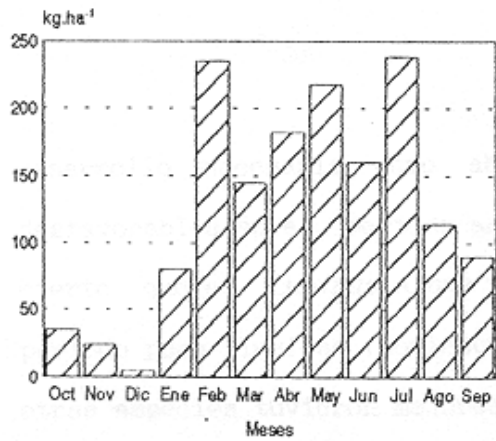


■ Mucuna aterimum

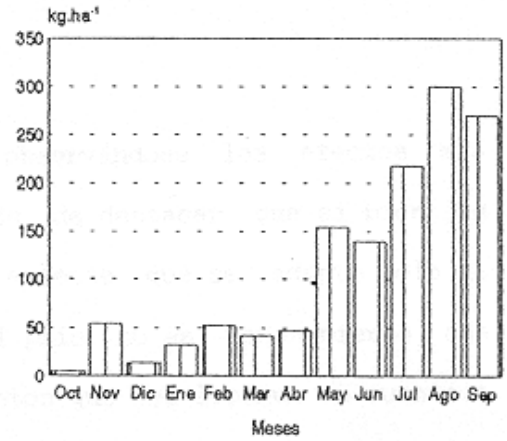


□ Lupinus albus

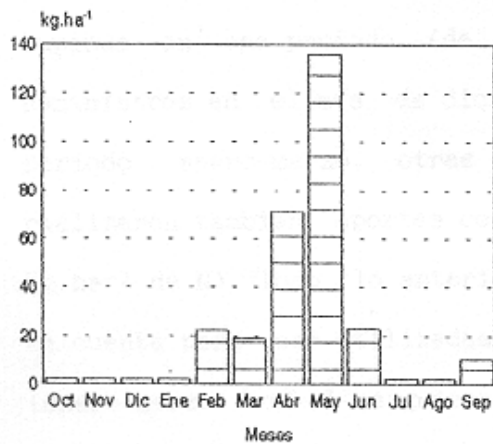
Figura 4. Acumulación de P (kg.ha⁻¹) en especies de plantas promisorias como abonos verdes. 1992-1994



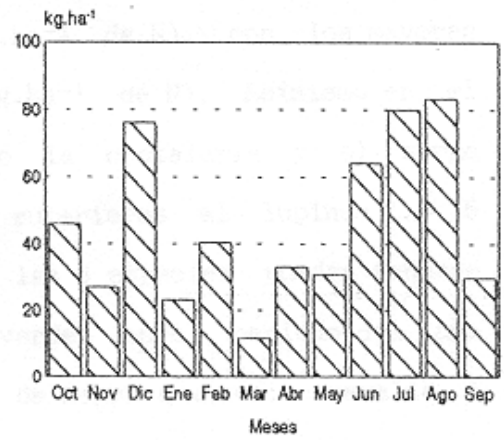
Sorgo de grano



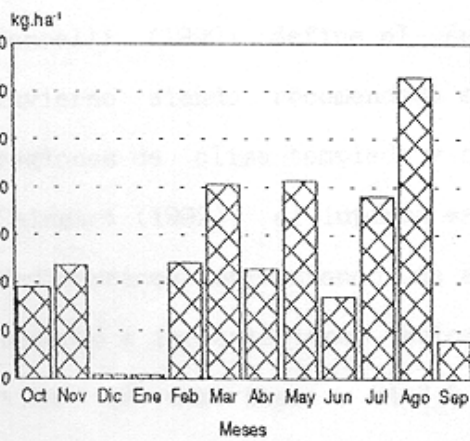
Crotalaria juncea



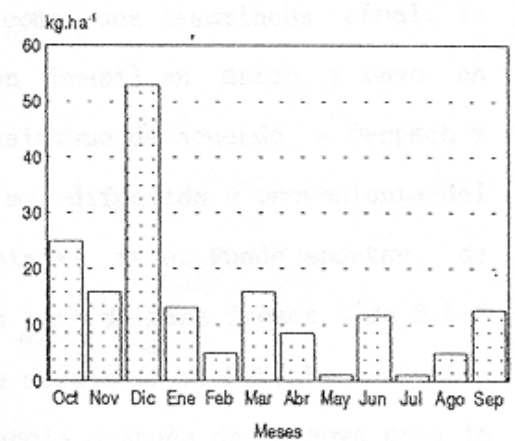
Vigna radiata



Canavalia ensiformis



Mucuna aterrimum



Lupinus albus

Figura 5. Acumulación de K (kg.ha⁻¹) en especies de plantas promisorias como abonos verdes. 1992-1994

De acuerdo con los resultados encontrados, el *Sorghum vulgare* fue después de la *Crotalaria juncea* una de las especies con mayores potencialidades como abono verde en el país, lo que confirma los resultados encontrados en Cuba (17), recomendándose el *Sorghum vulgare* como abono verde y para disminuir la erosión en suelos tabacaleros del Escambray. Esta especie en condiciones de montaña tuvo un comportamiento sobresaliente al acumular a los 45 días de sembrada 51.4 t.ha⁻¹ de masa fresca, 8.20 t.ha⁻¹ de masa seca y 133-25-189 kg.ha⁻¹ de NPK; a los 60 días esta especie aportó 87.5 t.ha⁻¹ de masa fresca, 207.7, 39.6 y 260.1 kg.ha⁻¹ de NPK. Resultados similares se encontraron en el verano de California al recomendar esta especie para obtener una rápida cobertura de verano en viñedos para amortiguar los efectos de las altas temperaturas. A pesar de la magnitud de las extracciones de esta especie se deben tener en cuenta las altas relaciones C:N del material que aporta y por consiguiente su lenta descomposición, por lo que se hace necesario un cuidadoso estudio de su potencialidad para su integración final a los diversos sistemas agroproductivos de cada región.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de las diferentes especies en cuanto a los indicadores evaluados, se recomiendan las más adecuadas a las condiciones del país (en orden de importancia para ser utilizadas como abonos verdes), así como los períodos más favorables para su desarrollo (Tabla I).

Tabla I. Especies y fechas de desarrollo más adecuadas de diferentes especies utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba

Especies	Período de siembra	Período óptimo
<i>Crotalaria juncea</i>	15 enero-15 septiembre	15 mayo-15 agosto
<i>Sorghum vulgare</i>	15 enero-15 septiembre	15 febrero-15 julio
<i>Canavalia ensiformis</i>	Todo el año	15 mayo-15 agosto
<i>Mucuna aterrimum</i>	15 febrero-15 agosto	15 marzo-15 agosto
<i>Vigna radiata</i>	15 marzo-15 agosto	15 marzo-15 agosto
<i>Lupinus albus</i>	15 septiembre-15 marzo	15 diciembre

CONCLUSIONES

- La mayor parte de las especies estudiadas tuvieron su época óptima de desarrollo cuando fueron sembradas en el período lluvioso de primavera-verano (15 de marzo-15 de agosto). Sobresalieron por su mejor comportamiento *Crotalaria juncea*, *Sorghum vulgare*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna aterrimum*, acumulando en este período cantidades apreciables de fitomasa y nutrientes que variaron de 9-88 t.ha⁻¹ de fitomasa fresca, 2.5-22 t.ha⁻¹ de fitomasa seca y de 70-300 kg.ha⁻¹ de N.
- Las fechas de siembra comprendidas desde el 15 de octubre al 15 de enero fueron las menos propicias para el desarrollo de la mayor parte de las especies estudiadas como abonos verdes; no obstante, *Canavalia ensiformis* y *Lupinus albus* (siembras de diciembre)

pueden tenerse en cuenta en los programas de mejora de los suelos en este período, debido al acumulado de fitomasa y nutrientes que las caracterizaron.

- *Lupinus albus* y *Vigna radiata* fueron las especies con menos potencialidad para la formación de fitomasa y nutrientes en todas las fechas de siembras evaluadas.
- *Lupinus albus* fue la única especie que se adaptó solo al período invernal de Cuba, teniendo los mayores acumulados en el mes de diciembre.
- *Vigna unguiculata* y *Crotalaria juncea* fueron especies muy sensibles al fotoperiodismo de días cortos, resultando menos sensibles: *Sorghum vulgare*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna aterrimum*.

REFERENCIAS

1. Clement, A.; Ladha, J. K. y Chalifour, F. P.. Nitrogen dynamics of various green manure species and the relationship to lowland rice production. *Agron. J. American Society of Agronomy*, 1998, vol. 90, no. 2, p. 149-154.
2. Alves, M.; Lima, A. M. de; Moreira, P. A; Albiatti, W. Jr. Efeitos da dubacao verde na infiltração de água em latossolo vermelho-escuro cultivado com citrus (compacted disc). *Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo* (26:1997:Rio de Janeiro), 1997.
3. Dobreiner, J. Biological nitrogen in the tropics: soil and economic contributions. *Soil Biology and Biochemistry*, 1997, vol. 29, no. 5-6, p. 771-779.
4. Canet, R.; Cabello, R.; Galano, R. y Chaviano, M. Uso de la *Sesbania rostrata* como abono verde en la fertilización de variedades de arroz de bajos insumos. *Revista Cubana del Arroz*, 1999, vol. 1, no. 1, p. 23-29.
5. García, M. Contribución al estudio y utilización de los abonos verdes en cultivos económicos desarrollados sobre un suelo Ferralítico Rojo de La Habana. [Tesis de Doctorado]. La Habana: UNAH, 1998.
6. García, M.; Treto, E. y Álvarez, M. Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 4, p. 11-16.
7. Fancelli, A. L. Aduacao verde. Piracicaba: ESALQ/USP, 1990, 5 p.
8. Derpsch, R y Calegari, A. Plantas para adubacao verde de invierno. IAPAR. *Circular*, 1992, vol. 73, no. 80.
9. Kevin, J. L y Kennet, G. C. White lupin could be new high-protein seed and forage for California. *California Agriculture*, 1992.
10. García, M. Los abonos verdes: una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de la papa. II. Efecto de la interacción abono verde-dosis de nitrógeno. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 1, p. 13-19.
11. Constantinides, M. y Fownes, J. H. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. *Soil Biology and Biochemistry*, 1994, vol. 26, no. 1, p. 49-55.
12. Rivera, R. A. Relatorio del trabajo desarrollado en el CNPAB/EMBRAPA durante el fellowship IAEA. [Informe de misiones en el extranjero], La Habana : INCA, 1994.

13. Bodey, R.; Moraes, J. C. de; Bruno, S. A., Alves, J. R. y Urquiaga, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agriculture systems in the tropics. *Soil Biol. Bioch.*, 1997, vol. 29, no. 5-6, p. 789-799.
14. Bravo, J. C. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno en rotación con los abonos verdes. En: Reunión Anual PCCMCA (44:1998:Nicaragua). Nicaragua, 1998, p. 20-23.
15. Álvarez, M. Eficiencia del nitrógeno incorporado con diferentes especies de abonos verdes en el cultivo del maíz. Seminario Científico del INCA (11:1998:La Habana), INCA, 1998.
16. García, M. *et al.*. Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to tropical green manure crops and the residual benefit to a subsequent maize crop using 15-N isotope techniques. *Journal of Biotechnology*, 2001, vol. 91, p. 105-115.
17. Peña, J. L.; Peña, F. y Cancio, T. Comportamiento del millo (*Sorghum vulgare* Pers) como cultivo antierosivo y mejorador del suelo en áreas de producción de semilla de papa en la montaña. En: Jornada Científica Estación Experimental Escambray, 1986.

Recibido: 13 de junio del 2001

Aceptado: 28 de noviembre del 2001

Cursos de Verano

Precio: 320 USD

Agroecosistemas: su conducción en una agricultura sostenible

Coordinador: Dr.C. Angel Leyva Galán

Duración: 40 horas

Fecha: 8 al 12 de julio



SOLICITAR INFORMACIÓN

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación, Servicios Informativos
y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba. CP 32700
Telef: (53) (64) 6-3773
Fax: (53) (64) 6-3867
E.mail: posgrado@inca.edu.cu