

COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES ESPECIES DE PLANTAS PARA SER UTILIZADAS COMO 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, evaluating a collection formed by 19 plant species sown in two 1992-1993 seasons: the rainy (May-July) and poorly rainy (October-December). Field treatments were arranged according to a randomized block design with three replicates. Results showed that most species were better adapted to Cuban rainy conditions. The species with the best behavior to be used as green manures under the rainy conditions were: *Crotalaria juncea*, *Sorghum vulgare*, *Sesbania rostrata*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna aterrimum*, making high accumulations of phytomass and nutrients, ranging from 20-67 t.ha⁻¹ green phytomass 3.0-11.0 t.ha⁻¹ dry phytomass and 150-255 kg.ha⁻¹ N; in the poorly rainy period, accumulations were from two to six times lower. The following species showed a notable behavior: *Phaseolus helvolus*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna radiata* and *Crotalaria juncea*. The best plant development was observed when they were grown in May-August period whereas October-December sowings showed the worst behavior of the year.

Key words: green manures, sowing date, species, biomass, nutrients

RESUMEN. Durante el período 1992-1994 se llevaron a cabo dos experimentos de campo sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado. Se evaluó una colección compuesta por 19 especies de plantas sembradas en dos épocas: lluviosa (mayo-julio) y poco lluviosa (octubre-diciembre) de 1992-1993. La distribución de los tratamientos en el campo se realizó de acuerdo a un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Los resultados mostraron que la mayor parte de las especies se adaptaron mejor a las condiciones del período lluvioso de Cuba en comparación con las del no lluvioso. Las especies con mejor comportamiento para ser utilizadas como abonos verdes en el período lluvioso del país fueron: *Crotalaria juncea*, *Sorghum vulgare*, *Sesbania rostrata*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna aterrimum*, realizando en este altas acumulaciones de fitomasa y nutrientes, las que oscilaron de 10-67 t.ha⁻¹ de fitomasa verde, de 3.0 -11.0 t.ha⁻¹ de fitomasa seca y de 150-255 kg.ha⁻¹ de N. Las plantas en el período poco lluvioso tuvieron acumulados de dos a seis veces inferiores, sobresaliendo por su comportamiento las siguientes especies: *Phaseolus helvolus*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna radiata* y *Crotalaria juncea*. Las plantas tuvieron su mejor desarrollo cuando se sembraron en el período mayo-julio; las siembras realizadas en los meses de octubre-diciembre fueron las de peor comportamiento en el año.

Palabras clave: clave: abonos verdes, especies, fecha de siembra, biomasa, nutrientes

INTRODUCCIÓN

El abonado verde cobra cada día más interés, sobre todo en las condiciones de los trópicos, donde las lluvias y temperaturas altas reinantes causan un rápido deterioro de la fertilidad de los suelos. Además de lo anterior está el hecho del alto precio de los fertilizantes nitrogenados, así como los problemas de contaminación ambiental causados por el uso indiscriminado de estos, trabajándose en los últimos tiempos en la búsqueda de alternativas económicamente viables y ecológicamente sanas para su sustitución, entre las que los abonos verdes desempeñan un importante papel (1, 2).

Dr.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

✉ margarita@inca.edu.cu

Esta práctica ha mostrado ser eficiente en la sustitución de fertilizantes nitrogenados y en el incremento de la productividad de los suelos en países como Brasil, EEUU, China y Colombia (3).

En Cuba, de igual forma se ha venido trabajando en su introducción en los sistemas agroproductivos en cultivos como: el arroz, el tabaco y en los últimos tiempos en cultivos varios como la papa, la calabaza, el tomate y la malanga (4, 5), faltando en general un programa integral para un manejo eficiente de esta alternativa, que vaya desde el conocimiento de las especies más adecuadas hasta su introducción final en los sistemas agrícolas.

Es por todo lo anterior y conociendo que el éxito de esta práctica depende de escoger especies idóneas, definidas por sus hábitos y vigor de crecimiento, así como la aplicación de un adecuado manejo que incluyan entre otros factores las fechas de siembra óptima, que se llevó a cabo el presente trabajo con los objetivos siguientes:

- ✦ evaluar el comportamiento de 19 especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones del país
- ✦ determinar los períodos óptimos de desarrollo de las especies estudiadas
- ✦ cuantificar el aporte de fitomasa y NPK de las especies evaluadas
- ✦ seleccionar las especies más adecuadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales. Se llevaron a cabo dos experimentos de campo sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), situado a 138 m sobre el nivel del mar, 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 1050 mm de lluvia, siendo la precipitación promedio de 1300 mm (5).

Metodología experimental. Durante los períodos lluvioso (mayo-julio) y poco lluvioso (octubre -diciembre) de 1992-1993, se establecieron dos colecciones compuestas por 19 especies de plantas. Cada especie fue sembrada de forma manual en parcelas de 1.35 m² (1m x 1.35m), compuestas por tres surcos de 1 m de largo separados entre sí a una distancia de 45 cm. Después de la siembra se aplicó un riego de germinación.

La cantidad de semilla por metro utilizada en la siembra de los abonos verdes varió de acuerdo con las especies estudiadas, en dependencia de su tamaño. Los tratamientos se distribuyeron en el campo en un diseño de bloques al azar con tres réplicas.

Se determinó el contenido de fitomasa fresca, seca y de NPK de las diferentes especies a los 60 días de la siembra, que es el momento óptimo para ser usado como abono verde.

Las observaciones fenológicas periódicas estuvieron relacionadas con la duración de las diferentes fenofases: floración, inicio de vaina y cosecha. Se evaluó además la susceptibilidad de las diferentes especies a los ataques de plagas y enfermedades.

Especies de plantas estudiadas. Se estudiaron las siguientes especies:

- ✦ *Stizolobium aterrimum* (*Mucuna aterrimum*)
- ✦ *Stizolobium deeringianum* (*Mucuna deeringianum*)
- ✦ *Lupinus albus*
- ✦ *Crotalaria juncea*
- ✦ *Crotalaria paulina*
- ✦ *Dolicho lablab*
- ✦ *Sesbania rostrata*
- ✦ *Vigna unguiculata*

- ✦ *Vigna radiata*
- ✦ *Canavalia ensiformis*
- ✦ *Sorghum vulgare*
- ✦ *Centrosema pubescens*
- ✦ *Centrosema plumiere*
- ✦ *Centrosema acutifolium*
- ✦ *Cajanus cajan*
- ✦ *Leucaena leucocephala*
- ✦ *Neonotonia wightii*
- ✦ *Phaseolus helvolus*
- ✦ *Desmodium ovalitolium*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de fitomasa y NPK de diferentes especies de plantas utilizadas como abono verde en las condiciones de los períodos lluvioso y poco lluvioso de Cuba. Los abonos verdes fueron evaluados desde el punto de vista de su utilidad práctica, como sustitutos de fertilizantes químicos nitrogenados y aportes de materia orgánica al suelo; para ello se tuvo en cuenta el criterio seguido por diversos autores que definen las especies aptas para estos fines, cuando estas acumulan en el momento de su incorporación al menos 2 t.ha⁻¹ de fitomasa seca y 40 kg N.ha⁻¹. Por su parte, las especies promisorias deben aportar cantidades de fitomasa seca y de N iguales o superiores a 5 t.ha⁻¹ ó 100 kg.ha⁻¹ respectivamente (6). Se tuvo en cuenta además el comportamiento de las diferentes especies en cuanto a duración de su ciclo, establecimiento inicial, facilidad para la cosecha, resistencia a plagas y enfermedades, y conservación de sus granos.

Se observaron diferencias apreciables en los acumulados realizados por las diferentes especies en los períodos evaluados, que eran significativamente superiores en el período lluvioso (Tabla I) en comparación con el período poco lluvioso (Tabla II).

En este sentido, la acumulación de fitomasa fresca de las especies fue abundante en el período lluvioso, variando de 10 t.ha⁻¹ con *Mucuna aterrimum* a 67 t.ha⁻¹ con *Sorghum vulgare*; por su parte, los aportes de fitomasa seca variaron de 2 t.ha⁻¹ con *Vigna luteola* a 11 t.ha⁻¹ con *Sorghum vulgare*.

Las plantas se caracterizaron también por acumular cantidades considerables de nutrientes en el período lluvioso, variando los de N de 67 kg.ha⁻¹ con *Vigna radiata* a 255 kg.ha⁻¹ con *Crotalaria juncea*; por su parte, los aportes de P se encontraron entre 7-22 kg.ha⁻¹ y los de K entre 26-211 kg.ha⁻¹. La mayor parte de las leguminosas evaluadas en el período lluvioso se caracterizaron por acumular cantidades considerables de N, las que fueron iguales o superiores a 100 kg N.ha⁻¹, destacándose las siguientes especies por sus extracciones de mayor a menor: *Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrimum*, *Sesbania rostrata*, *Cajanus cajan*, *Dolicho lablab* y *Mucuna aná*. Las restantes especies tuvieron menores acumulados que las anteriores, siendo éstas también considerables por su magnitud, las que variaron de 70-92 kg de N.ha⁻¹; ellas fueron: *Crotalaria paulina*, *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata*, *Vigna luteola* y *Phaseolus helvolus*.

Tabla I. Acumulados de fitomasa y nutrientes a los 60 días de especies de plantas utilizadas como abonos verdes en el período lluvioso (mayo-julio, 1992-1993)

Especies	Masa verde (t.ha ⁻¹)	Masa seca (t.ha ⁻¹)	N	P (kg.ha ⁻¹)	K	N	P	K
						% masa seca (hojas)		
<i>Crotalaria juncea</i>	63	7.1	255	21	92	4.0	0.31	1.25
<i>Canavalia ensiformis</i>	35	3.4	153	11	44	4.9	0.34	1.20
<i>Mucuna aterrimum</i>	10	3.21	149	8	44	4.9	0.39	1.67
<i>Sesbania rostrata</i>	29	4.42	141	11	101	3.6	0.27	2
<i>Dolicho lablab</i>	28	2.9	121	10	52	4.4	0.56	2.45
<i>Sorghum vulgare</i>	66.7	11	188	22.3	211	1.82	0.30	1.47
<i>Crotalaria paulina</i>	38	2.54	92	9	65	4.2	0.39	2.87
<i>Vigna unguiculata</i>	17.6	2.7	77	7.7	52	4.35	0.36	1.21
<i>Vigna radiata</i>	11	3.0	67	7.7	56	3.55	0.34	1.63
<i>Mucuna aná</i>	33	2.6	121	7	38	4.2	0.29	1.15
<i>Phaseolus helvolus</i>	18	2.1	79	9	36	3.5	0.37	0.77
<i>Vigna luteola</i>	23	2	70	7	26	3.9	0.36	1.50
<i>Cajanus cajan*</i>	54	4.5	135	13	67	3.3	0.31	1.22
Rango de variación	10-67	2-11	67-255	7-22	26-211	1.82-4.9	0.29-0.56	0.77-2.87

*Aportes al final de su ciclo (10 meses)

Tabla II. Acumulados de fitomasa y nutrientes a los 60 días de especies de plantas utilizadas como abonos verdes en el período poco lluvioso (octubre-diciembre, 1992-1993)

Especies	Masa verde (t.ha ⁻¹)	Masa seca (t.ha ⁻¹)	N	P (kg.ha ⁻¹)	K	N	P	K
						% MS (en hojas)		
<i>Canavalia ensiformis</i>	8.9	0.84	54.9	4.5	22.2	3.93	0.31	1.80
<i>Mucuna aterrimum</i>	7.2	0.91	28.5	3.2	19.2	3.6	0.32	0.98
<i>Stizolubium deeringianum</i>	6.2	0.85	26.5	3	18.2	3.4	0.31	1.0
<i>Sorghum vulgare</i>	4.9	1.65	28.4	8	21.3	2.0	0.39	1.17
<i>Dolicho lablab</i>	3.5	1.05	37.4	4	23.9	3.87	0.30	0.95
<i>Lupinus albus</i>	0.9	0.65	35	4.3	21.7	3.6	0.31	1.60
<i>Crotalaria juncea</i>	9.94	1.75		8.3	29.5	4.5	0.32	0.90
<i>Phaseolus helvolus</i>	13.4	1.21	76	7.43	29.5	3.6	0.18	1.10
<i>Vigna radiata</i>	6.12	1.9	67	7.4	37.5	2.6	0.30	1.23
Rango de variación	0.9-13.4	0.65-1.9	28.5-76	3.2-8.3	19-37.5	2.0-4.5	0.18-0.39	0.9-1.8

Dentro de las especies se destacó el sorgo, que aunque pertenece al grupo de las gramíneas ocupó el segundo lugar por sus altos acumulados de fitomasa y reciclaje de nutrientes, principalmente de N y K. Esta planta acumuló como promedio en el período 11 t.ha⁻¹ de fitomasa seca, 188 y 211 kg.ha⁻¹ de N y K, respectivamente.

En comparación con el período lluvioso, las especies desarrolladas en el período poco lluvioso (octubre-diciembre) acumularon muy bajos volúmenes de fitomasa y nutrientes, según se refleja en la Tabla II. Los acumulados en este período fueron de dos a seis veces inferiores en comparación con los alcanzados por estas plantas en el período lluvioso, variando los de fitomasa seca de 0.6 t.ha⁻¹ con *Lupinus albus* a 1.9 t.ha⁻¹ con *Vigna radiata* y los de N de 28 kg.ha⁻¹ con sorgo y mucuna a 76 kg.ha⁻¹ con *Phaseolus helvolus*. Las especies tuvieron diferencias en cuanto a las extracciones realizadas, destacándose por su mayor contribución las siguientes: *Phaseolus helvolus*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna radiata* y *Crotalaria juncea*. Por su parte, el *Dolicho lablab*,

Mucuna aterrimum, *Sorghum vulgare* y *Lupinus albus* realizaron las menores extracciones.

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 lluvioso, acumulando grandes cantidades de fitomasa y nutrientes que por su magnitud podrían sustituir las necesidades parciales o totales de un gran número de cultivos agrícolas; sin embargo, el período poco lluvioso, en particular el período octubre-diciembre, resultó el menos propicio para el desarrollo de estas especies.

Los bajos acumulados de estas plantas en el período poco lluvioso, 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 con-

diciones climáticas de bajas temperaturas y escasas lluvias, las cuales no favorecen el desarrollo vegetativo exuberante de las plantas.

El período lluvioso 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.

La *Sesbania rostrata* resultó promisoría para las condiciones del período lluvioso de Cuba, lo que concuerda con resultados anteriores encontrados. Así, esta especie se ha trabajado con éxitos como abono verde en suelos inundados en el cultivo del arroz, pudiendo sustituir hasta 85 kg N.ha⁻¹ al cultivo (4) en suelo Ferralítico rojo. Se ha recomendado esta especie como sustituto de fertilizantes químicos nitrogenados en el maíz y la papa fuera de época (7), puede suministrar cantidades considerables de materia orgánica y del nitrógeno en suelos Ferralíticos rojos, llegando a alcanzar cantidades en el mes de mayo de 8 t.ha⁻¹ de masa seca y de 140, 15 y 33 kg.ha⁻¹ de NPK. Existen especies de abonos verdes como las antes mencionadas que se adecuan a las condiciones tropicales (8), constituyendo esta vía la más económicamente viable para mejorar los suelos y la nutrición de las plantas en estas condiciones.

La *Vigna unguiculata* resultó ser más factible que la *Vigna radiata* para ser usada como abono verde, por las más altas extracciones de la primera.

Tuvieron los peores comportamientos las siguientes especies: *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan*, *Phaseolus helvolus*, el grupo perteneciente a los géneros *Desmodium*, *Centrosemas* y *Neonotonia*. De acuerdo con diversos autores, las anteriores especies pueden ser empleadas para intercalarse en cultivos perennes como café, cítricos y frutales, y pueden utilizarse en siembras en franjas en cultivos anuales (9, 10).

Los resultados encontrados confirman lo indicado por numerosos autores, los cuales refieren que canavalia, mucuna y crotalaria han mostrado ser especies aptas para ser usadas como abonos verdes en rotación con arroz, maíz y trigo (11, 12, 13).

También se destaca que la *Crotalaria juncea* puede suministrar al cultivo posterior hasta 300 kg N.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 utilizar abono verde como fuente de nutriente del arroz, se encontró que de las leguminosas utilizadas, la crotalaria fue registrada junto a la sesbania, al usarse como abono verde, pudiendo adicionar a un cultivo de ocho semanas 100 kg.ha⁻¹ N y sustituir de 1/2 a 1/3 de N de las dosis usuales de 120 kg N.ha⁻¹.

En las condiciones de Cuba (14), al evaluar tres especies de abonos verdes se determinó que *Crotalaria juncea* fue la de mejor comportamiento, al ser empleada

en rotación con el maíz. Esta leguminosa acumuló a los 60 días 195 kg.ha⁻¹ de N, de los cuales 40-65 kg.ha⁻¹ provienen de la FBN, incrementando esta los rendimientos del maíz de 1.00 t.ha⁻¹ a 2.7-3.5 t.ha⁻¹.

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 (15) en Cuba, 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 acumuló 87.5 t.ha⁻¹ de masa fresca, 207.7, 39.6 y 260.1 kg.ha⁻¹ de NPK. 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, 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.

Limitaciones agrotécnicas de las especies evaluadas en los diferentes períodos estudiados. Resistencia a plagas y enfermedades en condiciones de campo. Algunas especies de leguminosas presentaron ataques de plagas y enfermedades (Tabla III); entre ellas se encuentran las crotalarias (*juncea* y *paulina*), cuyas vainas fueron atacadas por larvas de lepidópteros *Utetheisa ornatrix venusta* (dalm), las cuales perforan sus vainas destruyendo parte de sus semillas tanto en condiciones del período lluvioso como en el poco lluvioso.

Por su parte, el *Dolichos lablab* presentó fuerte ataque de plagas, principalmente de insectos de la familia crisolmelidae.

La *Canavalia ensiformis* en la época de invierno presentó problemas de virosis, siendo esta planta hospedera de la mosca blanca (*Bemisia tabacci*), la cual es transmisora del virus del mosaico dorado del frijol (VMDF).

El *Lupinus albus* después de germinado en el período lluvioso desapareció rápidamente, atacado por plagas y enfermedades principalmente de crisomélidos; sin embargo, en invierno se desarrolló de forma sana y vigorosa.

Las mucunas (*deeringianum* y *aterrimum*) fueron muy resistentes al ataque de plagas y enfermedades en ambos períodos.

Excepto el *Lupinus albus* que no sobrevivió a los ataques de plagas y enfermedades en el período lluvioso, la mayor parte de las especies resistieron y convivieron con estos ataques, llegando a producir abundante fitomasa y semillas, como son los casos del *Dolichos lablab*, la *Vigna unguiculata*, la *Crotalaria juncea* y la *Canavalia ensiformis*. En el caso particular de la canavalia, pudo llegar a recuperarse de estos ataques y continuar su normal crecimiento.

Tabla III. Establecimiento de las especies y susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades

Especies	Características
<i>Crotalaria Juncea</i>	Vainas perforadas y semillas destruidas por <i>Utetheisa ornatrix</i> Ataque de crisomélidos en las hojas
<i>Canavalia ensiformis</i>	Hospedera de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) transmisora del virus VMDF. Plantas cloróticas, encrespadas y pobre desarrollo, con mayor incidencia en el período poco lluvioso
<i>Lupinus albus</i>	Ataque de crisomélidos en sus primeras fases de desarrollo, con mayor incidencia en el período lluvioso
<i>Dolicho lablab</i>	Fuerte ataque de crisomélidos . Hojas perforadas
<i>Phaseolus helvolus</i>	Fuerte ataque de crisomélidos en sus primeras fases de desarrollo
<i>Mucuna aterrimun</i>	No presentan ataques de plaga
<i>Mucuna aná</i>	
<i>Vigna unguiculata</i>	Fuerte ataque de lepidópteros, que perforan sus vainas
<i>Centrosema pubescens</i>	Establecimiento inicial lento, no compitiendo con el desarrollo de las malezas, muy bajos aportes de nutrientes
<i>Centrosema plumiere</i>	
<i>Centrosema acutifolium</i>	
<i>Neonotonia vigtii</i>	
<i>Leucaena leucocephala</i>	Establecimiento inicial lento, pero finalmente se tornaron vigorosas en su crecimiento con considerables aportes de nutrientes
<i>Cajanus cajan</i>	
<i>Crotalaria paulina</i>	Muy fotoperiódicas, florecen rápidamente con mínimos aportes en siembras de octubre-febrero
<i>Sesbania rostrata</i>	
<i>Vigna unguiculata</i>	

Resistencia a plagas y enfermedades en condiciones de almacenamiento. El Sorgo, *Phaseolus helvolus*, el *Dolichos lablab* y las vignas (unguiculata y radiata) presentaron muy poca resistencia a la conservación de sus granos, siendo estas muy rápidamente atacadas por plagas y enfermedades cuando son almacenadas. En el caso particular de las vignas, los daños a las vainas se manifestaron en el propio campo antes de ser cosechadas. Otras especies como la *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrimun*, *Crotalaria juncea*, *Sesbania rostrata* y el *Lupinus albus*; sin embargo, fueron altamente resistentes a la conservación de sus granos, no siendo atacados aún cuando son almacenados por largos períodos.

Establecimiento y duración de los ciclos en los diferentes períodos. Se muestra en la Tabla IV la duración de los ciclos de las especies evaluadas en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente. Se observa en general un desarrollo más acelerado de las plantas en el período poco lluvioso en comparación con el lluvioso, teniendo la mayor parte de las plantas una duración más corta de los diferentes estadios de crecimiento así como del ciclo completo de las plantas.

La *Crotalaria juncea*, las vignas (unguiculata y radiata), el *Lupinus albus* y la *Sesbania rostrata* fueron en general las especies que tuvieron más corta duración de sus ciclos biológicos, alcanzando estas las fases de floración al inicio de la vaina entre los 45 y 70 días después de germinadas. La *Canavalia ensiformis*, las mucunas (ana y aterrimun) y el *Dolichos lablab* fueron las especies que tuvieron la más larga duración de sus ciclos, alcanzando estas las fases de floración e inicio de la vaina entre los 90 y 150 días después de la germinación.

La *Crotalaria juncea*, la *Sesbania rostrata* y las vignas (unguiculata y radiata) alcanzaron muy pobre crecimiento en el período poco lluvioso, sobre todo en siembras realizadas de octubre a diciembre, floreciendo sin antes haber alcanzado las cantidades de fitomasa de utilidad como abonos verdes, comportándose en general estas plantas como muy fotoperiódicas.

Tabla IV. Duración de los ciclos (días de especies de abonos verdes promisorias en los períodos lluvioso y poco lluvioso, 1992-1994)

Especies	Período	Floración días	Formación de vainas (días)	Cosecha (días)
<i>Crotalaria juncea</i>	Lluvioso	70	100	160
	Poco lluvioso	50	75	150
<i>Mucuna aterrimun</i>	Lluvioso	120	150	240
	Poco lluvioso	100	120	210
<i>Mucuna aná</i>	Lluvioso	150	180	240
	Poco lluvioso	90	120	210
<i>Dolicho lablab</i>	Lluvioso	150	180	250
	Poco lluvioso	60	-	150
<i>Vigna unguiculata</i> (Habana 82)	Lluvioso	50	65	90-120
<i>Vigna unguiculata</i> var (cancarro)	Lluvioso	45	65	90-110
<i>Phaseolus helvolus</i>	Poco lluvioso	100	120	-
<i>Cajanus cajan</i>	Poco lluvioso	150	150	-
<i>Lupinus albus</i>	Poco lluvioso	65	100	190
<i>Crotalaria paulina</i>	Lluvioso	120	140	150

Cajanus cajan, *Leucaena leucocephala* y *Phaseolus helvolus* se establecieron muy lentamente durante los primeros períodos de crecimiento, pero finalmente se tornaron vigorosas en su crecimiento y libres de plagas y enfermedades.

Las especies del grupo de las Centrosema, Desmodium y Neonotonia presentaron los peores comportamientos para ser empleadas como abonos verdes, debido a su crecimiento inicial lento, no ejerciendo en sus etapas iniciales un control efectivo sobre las malezas, realizando finalmente muy bajos acumulados de nutrientes.

De las especies evaluadas en el período lluvioso de mayo-julio, el *Lupinus albus* no sobrevivió a las condiciones climáticas imperantes; sin embargo, esta especie tuvo un mejor desarrollo en el período poco lluvioso, en particular en el mes de diciembre.

En las condiciones estudiadas, la *Sesbania rostrata* fue la leguminosa de más altos requerimientos hídricos, siendo fuertemente afectada por la sequía, tornándose las plantas en estas condiciones cloróticas con baja población, crecimiento poco vigoroso, población heterogénea, no compitiendo en general en estas condiciones con el desarrollo de las malezas.

CONCLUSIONES

- La mayor parte de las especies de abonos verdes estudiadas se adecuan mejor a las condiciones climáticas del período primavera-verano del país que a las del invierno, realizando en el primero acumulados considerables que variaron de 10-67 t.ha⁻¹ de fitomasa fresca, de 3.0-11.0 t.ha⁻¹ de fitomasa seca y de 150-255 kg de N.ha⁻¹.
- Las plantas en el período poco lluvioso tuvieron acumulados de dos a seis veces inferiores a los realizados en el período primavera-verano, aunque sobresalieron por su comportamiento las siguientes especies: *Phaseolus helvolus*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna radiata* y *Crotalaria juncea*
- El período de siembra de mayo-julio resultó el más favorable para el establecimiento y desarrollo de las plantas a ser utilizadas como abonos verdes, no así el de octubre-diciembre donde las plantas tuvieron el peor comportamiento.
- Las especies con mejores comportamientos para ser empleadas como abonos verdes en el período lluvioso en orden de importancia fueron: *Crotalaria juncea*, *Sorghum vulgare*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna atterimum* y *Sesbania rostrata*.

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.; 6- albiatti Junior W. Efeitos da dubacao verde nainfiltracao de agua em latossolo vermelho-escuro cultivado com citrus (compacted disc).li: Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo,26, Río de Janeiro,1997.Informacao,uso do solo: trabalhos. Río de Janeiro:CBCS, 1997.
3. Da Costa, M. Abonos verdes: Una práctica indispensable en los sistemas agrícolas de las regiones tropicales y subtropicales. Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica. 6-11 marzo.San José, Costa Rica, p. 91-119,1995
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 :Universidad Agrícola de La Habana, 1998.
6. Bowen, W. T.; Jones, J. W.; Carsky, R. J. y Quintana, J. O. Evaluation of the nitrogen submodel of CERES-Maize following Legume Green Manure Incorporation. *Agronomy Journal*, 1993, vol. 85, no. 1, p. 153-159.
7. Moreno, I. y Leyva, A. La *Sesbania rostrata* como sustituto del fertilizante nitrogenado en los cultivos de papa y maíz. Programa y resúmenes IX Seminario Científico. *Cultivos Tropicales*, 1994, vol. 15, no. 3, p. 40. Ref: AS-E.28.
8. Boddey, R.; Moraes, J. C. de; Bruno, S. A.; Alves, J. R. y Urquiaga, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. *Soil Biol. Biochem.*, 1997, vol. 29, no. 5/6, p. 787-799.
9. Azevedo, J. A.; Guilherme, J.; Almeida, D. L.; Urquiaga, M.; Burguet, S.; R. y Perin, A. Contribuicao da cobertura do solo com Leguminosas herbáceas perenes para o desenvolvimento inicial da bananeira (*Musa spp.*).Pesquisa em Andamiento,ISSN 1414-1445. *Embrapa-CNPAB*, no.1, Jul. 1998, p. 1-3.
10. Perin, A.; Fontana, A.; Pereira, M.; Grandi, M. y Guilherme, M. XIII Reuniao Brasileira de Manejo e Conservacao do Solo e da Agua,Ilhens-Ba, Agosto/2000.
11. Duque, F. F. Utilizacao intensiva e diversificada de adubos verdes. *Lavoura Arrocceira*, 1996, vol. 20, no. 3.
12. Bravo, J. C. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno en rotación con los abonos verdes.En resúmenes XLIV Reunión Anual PCCMCA, Nicaragua, Abril 20-23,1998.
13. Alvarez, M. Eficiencia del nitrógeno incorporado con diferentes especies de abonos verdes en el cultivo del maíz. En programa y resúmenes del XI Seminario Científico del INCA, La Habana, INCA, noviembre 1998.
14. García, M.; Villalobos, M. A.; Urquiaga, S.; Alves, B. J. R. y Boddey, R. M. 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, no. 2-3, p. 105-115.
15. Peña, J. L. Comportamiento del millo (*Sorghum vulgare Pers*) como cultivo antierosivo y mejorador de suelo en áreas de producción de semilla de papa en la montaña. /J. L Peña, F. Peña, T.Cancio. En: Jornada Científica Estación Experimental Escambray, 1986.

Recibido: 13 de junio del 2001

Aceptado: 13 de noviembre del 2001