



UNIVERSIDAD DE CIEGO DE ÁVILA
“Máximo Gómez Báez”
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**Beneficios agroproductivos de *Teramnus labialis* (L. f.)
Spreng. como cobertura en plantaciones cítricas**

**Tesis presentada en opción al grado científico de
Doctor en Ciencias Agrícolas**

Aspirante: *M. Sc. Dayami Fontes Marrero*

Ciego de Ávila
2007



UNIVERSIDAD DE CIEGO DE ÁVILA
“Máximo Gómez Báez”
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**Beneficios agroproductivos de *Teramnus labialis* (L. f.)
Spreng. como cobertura en plantaciones cítricas**

**Tesis presentada en opción al grado científico de
Doctor en Ciencias Agrícolas**

Aspirante: *M. Sc. Dayami Fontes Marrero*

**Tutores: *Dr. C. Rey Machado Castro*
*Dr. C. Lázaro Eduardo Pulido Delgado***

**Ciego de Ávila
2007**

*...A la memoria de mi padre,
quien siempre creyó que el sueño podía ser posible y no pudo ver la obra terminada.
A mi pequeña Dayanis que me inspira al sacrificio.
A mi mamá, por brindarme todo su apoyo y haberse sacrificado tanto durante esta etapa de
mi vida.
A mi esposo, por su comprensión en mi desarrollo como profesional...*

AGRADECIMIENTOS

Resulta difícil plasmar en una cuartilla el agradecimiento a tantas personas que han aportado de forma decisiva en la realización de este trabajo y que sin sus esfuerzos no hubiera sido posible la culminación del mismo. Por ello, me gustaría agradecer de forma muy especial a:

Los **Drs. C. Rey Machado Castro** y **Lázaro Eduardo Pulido Delgado**, mis tutores, quienes contribuyeron con su orientación y capacidad científica al análisis de aspectos vitales de contenido de este material y tuvieron suficiente paciencia, dedicación y esmero en la realización de este trabajo.

Los **Drs. C. Juan Adriano Cabrera** y **Anesio Mesa**, quienes como oponentes de la pre-defensa, realizaron un riguroso trabajo de revisión e informe de oponencia, muy útiles para los arreglos y conformación definitiva de esta tesis de doctorado.

Los compañeros del Grupo de Ciencia Animal de la UNICA en especial a la Dra. Ángela Borroto, por aceptarme en el grupo y permitirme trabajar junto al Dr. Norberto Hernández Sosa (impulsor en la realización de este trabajo) en la tarea de Prospección y Colecta de Recursos fitogenéticos en plantaciones cítricas. También al M.Sc. Rafael Pérez Carmentate y el Dr. Carlos Mazorra, por sus oportunas sugerencias y sabios consejos durante la etapa experimental.

La Dra Neise Hernández, quién apporto y aprobó las ideas iniciales.

Todos mis colegas del Departamento de Producción Agropecuaria especialmente a Nieves, Yohanka, Manrique, Lucas, Iván, Melo, Never, Deibys, Wilbert, Soto, Yapney, Palau, Maria, coqui y Donis, por el apoyo recibido en los muestreos durante la etapa experimental, asumir mi docencia y muchas de mis tareas.

Todos los compañeros de la Facultad que de una forma u otra me han ayudado, en especial a Belkys, Teresa, Rosi, Damaris, Idania, Nidia y Enar en los análisis de laboratorio. A la nueva retaguardia y talentos informáticos Yosvanis, Avilé e Ioan.

Los Drs. Ramiro Castillo León y Héctor Peña Alderí, por su meritorio trabajo en la revisión de esta tesis.

El Dr. C. Lorenzo Dominico, quien más que un amigo lo considero un hermano y con su apoyo fue posible la terminación de este documento en tiempo.

Los Drs. Jorge Armengol, Nicolás Quintana, Santiago Cabrera, Rafael Lorenzo, Antonio Daquinta, Mario Ares, Rosa Orellana, Luis Lamela, Nancy García, Martha Hernández, Maria Borroto, Hipólito Peralta, Ricardo Rodríguez, Francisco García, Eddy Camejo y Jorge Pérez de Corcho, quienes me brindaron oportunas sugerencias y estimularon a seguir adelante.

Al colectivo de trabajadores de la EEPF “Indio Hatuey”, por ayudar en mi formación científico – técnica y hacerme amena la estancia en ese centro. En especial a M. Sc. Yolanda González y Milagro Milera, a los colegas de la Maestría (Gertrudis, Hilda, Mildrey y Frank), Saray, Odalis, Iván, Yuseika y Alicia a quienes tanto moleste y siempre me brindaron su apoyo.

Al colectivo de trabajadores de la EEPF “Sancti Spiritus”, en especial a mi amiga Orquidea, los compañeros Cancio, Bécquer y el querido Héctor Luis, por todo el tiempo que me brindaron en los entrenamientos iniciales.

Norma, Agustín, Alberto Caballero, Mario Varela y Raulito por la ayuda brindada en el análisis estadístico.

Los compañeros del Consejo Científico y del Centro de Post–grado de la UNICA, por aceptar la presentación de los resultados.

Fernando Morell y Gloria, por toda la información de consulta facilitada durante las estancias en el INCA.

A los compañeros del Departamento de Suelo y Agroquímica del MINAG en la Provincia y el laboratorio Provincial de Camagüey, así como a los trabajadores de la Empresa Cítrico “Ciego de Ávila” y la CPA “José Martí”.

A mi familia (Marbe muy especialmente) y mis amigas Tatiana, Maribel, Leydis, Lily, Marledis, Anita y Yipsi, por la ayuda incondicional brindada en todo momento.

A todos los que de una forma u otra colaboraron en la realización de este trabajo.

A todos, mi sincera gratitud.

Abreviaturas

‰: por ciento.

MS: materia seca.

spp: especies.

C:N: relación carbono nitrógeno.

P₂O₅: pentóxido de difósforo.

K₂O: Óxido de potasio.

N: nitrógeno.

P: fósforo.

K: potasio.

Ca: Calcio.

Mg: magnesio.

CIC: capacidad de intercambio catiónico.

Principales unidades de medidas

L litro.

mL mililitro.

mm milímetro.

cm centímetro.

µm micrómetro.

m metro.

t tonelada.

ha hectárea.

mg miligramo.

g gramo

t.ha⁻¹ toneladas por hectárea.

kg.ha⁻¹ kilogramos por hectárea.

mol.L⁻¹ mole por litro.

cm.h⁻¹ centímetro por hora.

tMS.ha⁻¹ tonelada de materia seca por hectárea.

\$.ha⁻¹ peso por hectárea.

°C grado celsiu.

SÍNTESIS

Con el objetivo de proponer el uso de leguminosas naturalizadas como alternativa en el manejo de áreas de naranja *Valencia late* y determinar sus efectos sobre este agroecosistema, se estableció una secuencia experimental que comenzó con la prospección y colecta de leguminosas naturalizadas en áreas de la Empresa Cítricos Ciego de Ávila. Las especies de mayor frecuencia de aparición fueron *Desmodium incanum*, *Rhynchosia minima*, *Teramnus labialis* y *Centrosema molle*. La caracterización agronómica del germoplasma colectado permitió elegir a *Teramnus labialis* como la especie más promisoría. Al evaluar los cambios producidos sobre algunas propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo donde se estableció la cubierta vegetal con esta leguminosa, comparados con los logrados en un suelo con cobertura natural y otro sin protección, se obtuvieron valores de materia orgánica, pH y fósforo disponible superiores en la primera alternativa. De igual forma, los contenidos de humedad, el volumen específico total de poros y de aire, el coeficiente de estructura y el porcentaje de agregados estables al agua, en el suelo, fueron superiores con la cobertura de *T. labialis*. Propiciado por la cubierta de esta leguminosa se logran incrementos y diversificación de la macrofauna existente en el agroecosistema, así como la reducción del número de especies arvenses predominantes. Los beneficios antes referidos explicaron los incrementos significativos en la producción de naranja *Valencia late*, sin afectaciones en los índices de calidad de su jugo. La introducción de *Teramnus labialis* reporta utilidades por hectáreas de \$ 1 280.24 y una razón de utilidad de 47.12 %, al compararse con la tecnología tradicional establecida para plantaciones de naranja *Valencia late*, razón por la cual constituye una alternativa eficaz para el manejo de estos agroecosistemas.

INDICE

	Pág.
SINTESIS.	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	5
II.1.- Recursos Fitogenéticos Forrajeros: Prospección y colecta.5
II.2.- Distribución de la Familia Leguminoseae: Efectos de las condiciones edafoclimáticas	8
II.3. Las Leguminosas en Sistemas de Policultivo. Importancia como cobertura.	12
II.3.1 Cultivos de cobertura para plantaciones perennes...	14
II.3.2 Cultivo de cobertura en plantaciones cítricas.	16
II.4.-Efecto de la cobertura de leguminosas sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos.	18
II.5.- Efectos de las coberturas con Leguminosas en el control de especies arvenses	23
II.6. Producción mundial de Cítricos y en Cuba.	25
II.6.1. Efecto de diversas coberturas sobre la producción y calidad del cítrico.	26
II.7. Consideraciones finales.....	27
III. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	28
III.1. Particularidades del primer momento experimental: Prospección y colecta de leguminosas naturalizadas en áreas de cítricos.....	28
III.1. 1 Características del área de colecta en campos plantados con la especie cítrica (<i>Citrus sinensis L. Osbeck</i>).....	28
III.1.2 Descriptores empleados en la colecta.....	29
III.1.3 Método de colecta.....	30
III. 2. Particularidades del segundo momento experimental: Caracterización agronómica del germoplasma colectado.....	31
III.2.1. Tratamientos empleados para la caracterización agronómica del germoplasma colectado.....	32
III.2.2. Observaciones realizadas.	33
III.3. Particularidades del tercer momento experimental: Determinación de los efectos de las variantes experimentales de protección al suelo sobre algunos indicadores biológicos, químicos y físicos del mismo, el control de arvenses, el rendimiento y la calidad del fruto cítrica.....	35

III. 3.1. Primera etapa: comportamiento fisiológico de las coberturas con <i>Teramnus labialis</i> y natural en un agroecosistema citrícola. Efecto de la cobertura sobre el control de arvenses y potencial de deposición de hojarasca.....	37
III. 3.1.1. Altura de las coberturas.....	37
III. 3.1.2. Área cubierta por las coberturas.....	37
III. 3.1.3. Producción de materia seca por las coberturas.....	37
III. 3.1.4. Control de arvenses por las coberturas.....	37
III. 3.1.5. Potencial de deposición de hojarasca de ambas coberturas y transferencia de nutrientes.	37
III.3.2. Segunda etapa: efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades del suelo, el rendimiento y la calidad del fruto citrícola.....	38
III.3.2.1. Sobre algunas propiedades biológicas del suelo.....	38
III. 3.2.2. Sobre algunas propiedades químicas del suelo.....	38
III. 3.2.3. Sobre algunas propiedades físicas del suelo.	39
III.3.2.4. Efecto de las variantes experimentales sobre el árbol de cítrico.....	41
III. 3.2.4.1. Contenido foliar N, P, K, Ca y Mg en los árboles de cítricos al finalizar el cuarto año de establecido el experimento.....	41
III. 3.2.4.2. Rendimiento agrícola.....	41
III. 3.2.4.3. Análisis de calidad de los frutos cítricos.....	41
III.4. Análisis estadísticos.	41
III.5. Valoración económica de los resultados.	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	45
IV. 1. Prospección y colecta de leguminosas naturalizadas en áreas de cítricos.	45
IV. 2. Caracterización agronómica del germoplasma de leguminosas colectado	55
IV. 3. Determinación de los efectos de las variantes experimentales de protección al suelo sobre algunos indicadores biológicos, químicos y físicos del mismo, el control de arvenses, el rendimiento y la calidad del fruto citrícola.	
IV.3.1. Comportamiento fisiológico de las coberturas con <i>Teramnus labialis</i> y natural en un agroecosistema citrícola. Efecto de la cobertura sobre el control de arvenses y potencial de deposición de hojarasca.	70
IV.3.1.1. Altura de las coberturas.....	71
IV.3.1.2. Área cubierta por las coberturas.....	71
IV.3.1.3. Producción de materia seca por las coberturas.....	72
IV.3.1.4. Control de arvenses por las coberturas.	74
IV.3.1.5. Potencial de deposición de hojarasca de ambas coberturas y transferencia de nutrientes.	77

IV.3.2. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades del suelo, el rendimiento y la calidad del fruto cítrícola.....	79.
IV.3.2.1. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades biológicas del suelo.....	79
IV.3.2.2. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades químicas del suelo.....	81
IV.3.2.3. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades físicas del suelo.	86
IV.3.2.4. Efecto de las variantes experimentales sobre el árbol de cítrico.....	90
IV.4. Valoración económica de los resultados.....	95
V. CONCLUSIONES.....	98
VI. RECOMENSACIONES.....	99
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	
ANEXOS.	

I- INTRODUCCIÓN

La biodiversidad recoge tres categorías: genes, especies y ecosistemas (Fernández, 1995), razón por la cual Martínez *et. al.* (1995), refieren que la conservación de la biodiversidad es un reto, máxime cuando la potencialidad de ésta se manifiesta fundamentalmente en los ecosistemas vírgenes. De igual forma, para Fernández (1995), la conservación y el uso sostenible y equitativo de la biodiversidad no sólo depende de la identificación de las áreas donde se concentran las especies endémicas, las tecnologías asociadas y otros aspectos necesarios para su manejo, sino también necesitan de la capacidad de conocimiento del hombre en este esfuerzo, pues son los seres humanos y todo ser viviente, quienes dependen de ella y la utilizan para su subsistencia y desarrollo.

Autores como Hernández (1995), plantean que las principales razones de la pérdida de la diversidad biológica, para el caso particular de Cuba, están dadas por las modificaciones de los hábitat de las especies que se iniciaron con el intenso proceso de deforestación y la generalización de la agricultura “moderna” (vista como el establecimiento de sistemas basados en altos insumos, la mecanización agrícola, el uso de agrotóxicos y el empleo de monocultivos para la obtención de altos volúmenes de producción).

Lo antes referido, ha dado lugar a la pérdida de la estabilidad en los agroecosistemas, aspecto que presupone la necesidad del rescate, el uso sostenido y la conservación de los recursos fitogenéticos nativos y su utilización en los sistemas sostenibles (Álvarez, 2005). Por tal motivo, en los últimos años, la comunidad científica mundial se ha preocupado por la protección de la naturaleza a través del uso sostenible de los recursos naturales, así como la preservación de aquellos que se encuentran en peligro de extinción.

Desde 1996 se estableció una estrategia de trabajo mancomunado en esta dirección, instaurándose el Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), que comprende cuatro temas principales, uno de ellos referido a “*Asegurar la conservación de los RFAA como base de la seguridad alimentaría*” (FAO, 1996). En consecuencia con este Plan de Acción, Cuba ha desarrollado procedimientos para el establecimiento de los Mecanismos Nacionales de

Intercambio de Información sobre las Actividades del mismo, según refieren Fundora *et. al.*, (2005).

Cuba nunca descuidó la preservación de esta diversidad; muestra de ello son los trabajos realizados por Sauget y Liogier en 1951 quienes, a través de excursiones efectuadas durante 38 años en todo el país incluyendo la Isla de Pinos (hoy Isla de la Juventud), dieron lugar a los cinco volúmenes de la Flora de Cuba, temática ésta investigada sucesivamente por otros colectivos de científicos, entre los que se destacan las realizadas por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" por más de cuatro décadas en la colecta, evaluación, selección e introducción de recursos fitogenéticos multipropósitos para la ganadería, referidos por Machado *et. al.*, (2005). Digno es de mencionar igualmente los trabajos de prospección realizados por Funes-Monzote *et. al.* (1995), en áreas marginales y de pastoreo de la provincia La Habana; Machado y Roche (1997), en la región norte de la provincia de Villa Clara; las colectas de leguminosas en áreas ganaderas de la Provincia Sancti Spiritus (Álvarez *et. al.*, 1997) y (Álvarez, 2002); Barreto *et. al.* (1998), en áreas ganaderas de la Provincia de Camagüey; los estudios de biodiversidad de leguminosas silvestres en Cienfuegos conducidos por Toledo *et. al.* (2005), y la colecta de plantas forrajeras en suelos de un agroecosistema ganadero afectado por salinidad en la región oriental del país realizado por Oquendo *et. al.*, (2006).

Los resultados informados por estas investigaciones científicas denotan el esfuerzo que han realizado los investigadores para poder contar, una vez inventariado, con estos recursos fitogenéticos; sin embargo, han sido muy escasas las excursiones efectuadas para rescatar el germoplasma de leguminosas forrajeras herbáceas en áreas de frutales, en las que existe una alta diversidad de especies pertenecientes a esta familia que proliferan de forma natural bajo disímiles condiciones edafoclimáticas y que revisten gran importancia desde el punto de vista económico, las cuales, con un manejo adecuado, pueden ser explotadas racionalmente y utilizadas en sistemas sustentables de producción de alimentos por el gran potencial que presentan sus especies y como contribuyentes a la sostenibilidad de los sistemas integrados de producción agropecuaria. No obstante, aún son incipientes los resultados relacionados con los

beneficios potencialmente esperados por el empleo de leguminosas naturalizadas en agroecosistemas citrícolas.

Para Álvarez (2005), la supervivencia de la civilización agrícola depende, principalmente, de su habilidad para preservar e incrementar la fertilidad de los suelos y su capacidad agroproductiva, única alternativa para satisfacer las necesidades de producción de alimentos y mantener la biodiversidad agrícola.

Valoraciones realizadas por el MINAG (1998), señalan que una de las principales causas de la insostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios actuales es la degradación de los suelos en general, no constituyendo una excepción la ocurrida en las áreas donde se explotan los cítricos cubanos, lo cual repercute negativamente en los rendimientos de los mismos, motivo por el cual dicho organismo considera que tal situación constituye uno de los problemas impostergables a resolver.

Las plantaciones citrícolas en Cuba se establecen sobre la base de tecnologías de suelo desnudo o con coberturas de pasto natural y predominio de gramíneas, lo cual no está sustentado en los principios de sostenibilidad y diversidad que deben caracterizar estos agroecosistemas (Gutiérrez *et. al.*, 2006). Esta práctica trae consigo la obligatoria necesidad del empleo de agrotóxicos para tratar de disminuir las poblaciones de plantas arvenses o de un uso excesivo de maquinaria para reducir o limitar su presencia, alternativas ambas que sin un uso eficiente, se consideran degradantes del medio ambiente.

En países como México (Pérez *et. al.* (1996), España (Zaragoza, 1997), Colombia (Rincón y Orduz, 2004) y Belice (CIDICCO, 2004), se han realizado trabajos investigativos conducentes a establecer la técnica de cultivo con cubierta permanente en los agrios. En Cuba, hasta el presente, sólo se han dado pasos de avances con algunas leguminosas herbáceas mejoradas, aspectos referidos por Pérez-Carmenate (1998) y Clavel (2004). Sin embargo, poco se ha avanzado en la obtención de una tecnología agroecológica que propicie el desarrollo de cobertura viva con las leguminosas que proliferan naturalmente en áreas citrícolas, la que pueda traer, integralmente, al suelo, cambios favorables que se manifiesten en sus propiedades físico-químicas, tales como los referidos por Gutiérrez (2001); mejor desarrollo

de la macro y microvida de éste, según Cubillas *et. al.* (2006), y al mismo tiempo, disminuyan los costos y minimicen la necesidad de aplicar herbicidas químicos y/o disminuir la mano de obra utilizada en esos propósitos, informados por Gutiérrez (2003).

La carencia de esta tecnología que contemple la protección del suelo con especies leguminosas trajo consigo el desarrollo de la presente investigación científica, partiendo de la *HIPOTESIS*:

“El conocimiento y utilización de leguminosas herbáceas naturalizadas en agroecosistemas cítricos con potencialidades para ser utilizadas en el manejo de este cultivo, contribuyen a mejorar las propiedades del suelo y propiciar un impacto beneficioso en el control de arvenses y en el rendimiento cítrico”.

Sobre la base de la hipótesis anterior, se estableció una secuencia experimental, que tuvo como *Objetivo General*:

- Proponer el uso de leguminosas herbáceas naturalizadas como alternativa de manejo en áreas de naranja *Valencia late* y determinar sus efectos sobre este agroecosistema.

Y, como *Objetivos Específicos*:

- ◆ Identificar las leguminosas herbáceas naturalizadas más adaptadas al agroecosistema objeto de estudio a partir de su prospección y colecta.
- ◆ Seleccionar la especie leguminosa herbácea más adecuada para ser empleada como cobertura viva en plantaciones de naranja *Valencia late* sobre la base de su caracterización morfoagronómica.
- ◆ Determinar el efecto que ejerce la leguminosa seleccionada sobre algunas propiedades del suelo, el control de arvenses y la producción del cultivo.

II- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

II.1.- RECURSOS FITOGENÉTICOS FORRAJEROS: PROSPECCIÓN Y COLECTA.

Es reconocido en la literatura mundial que los recursos fitogenéticos representan una garantía para la seguridad alimentaría del planeta (Hernández, 1995). Estos recursos son la materia prima de los fitomejoradores y el aporte imprescindible para los agricultores; por lo tanto, son fundamentales para la producción agrícola sostenible, la conservación, la utilización y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso (Fundora *et. al.*, 1997). Ellos constituyen la base para una agricultura dinámica, diversificada y adaptable, así como un elemento imprescindible para lograr una seguridad alimentaría. Por ello la conservación y el uso de los recursos fitogenéticos, deben formar parte de toda estrategia de desarrollo (Álvarez, 2005).

Es de resaltar, en este sentido, el acuerdo tomado durante la VI Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, realizada en Leipzig, en Junio de 1996 relacionada con el Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos (PAM). Este acuerdo comprende temas importantes como la conservación *in situ* y *ex situ*, el uso sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), el fortalecimiento institucional y la creación de capacidad, es desarrollado en 20 áreas prioritarias de la actividad según lo reseñado por Fundora *et. al.*, (2005).

Los recursos fitogenéticos están constituidos por las poblaciones vegetales, con su diversidad entre familias, géneros y especies, unido a sus estirpes genéticas y especies silvestres, que se mantienen en forma de plantas, semillas, tejidos y pueden ser recuperables después de la erosión (Hernández, 1995).

Se ha planteado en reiteradas ocasiones que la prospección, colecta y conservación “*ex situ*” de los recursos fitogenéticos, para el caso especial del germoplasma forrajero nativo, reviste en la actualidad una necesidad impostergable, ya que cada día desaparecen especies a causa de la urbanización, el desmonte, el uso de productos químicos en la agricultura y el sobrepastoreo, entre otros; extinguiéndose con ellos la posibilidad de dar respuesta a graves problemas que enfrenta la agricultura actual (Isasi, 2002).

Posterior al triunfo de la Revolución Cubana se definió un programa de investigación encaminado hacia el desarrollo agrícola y en particular en el sector agropecuario, en el que la prospección y la colecta de especies promisorias ocupan un lugar prominente. Esta tarea está encaminada a preservar genotipos existentes en diferentes ecosistemas como una valiosa fuente de alimentación y para otros propósitos, lo que guarda una estrecha relación con el desarrollo técnico alcanzado en el país y la riqueza de leguminosas existentes (Yepes, 1971; Menéndez y Machado, 1978). Ello obliga a la búsqueda, estudio y recolección de este germoplasma autóctono y/o naturalizado, con el fin de mantener su diversidad genética (Schoen y Brown, 1995), a lo que se añade la importancia de conservar las formas originales de esas especies y el enriquecimiento del germoplasma institucional con nuevas adquisiciones (Toral y Machado, 2002).

Es así como desde la década del 70 en Cuba se prospecta y colecta germoplasma nativo de gramíneas y leguminosas herbáceas, y en la actualidad, se incluyen los tipos arbóreos, fundamentalmente de la familia de las leguminosas, con el fin de preservar y utilizar el germoplasma forrajero accedido (Machado *et. al.*, 2005)

Como resultado de estos trabajos, se han desarrollado y elaborado metodologías acorde con las exigencias internacionales y las experiencias nacionales de los investigadores, entre las que se pueden mencionar la propuesta por Álvarez *et. al.*, (1997) y la propuesta por Machado *et. al.* (1999), cuya utilización permitió incrementar el número de accesiones en las colecciones institucionales.

Es significativo el hecho de que entre las especies colectadas, se hallan encontrado desde genotipos caracterizados por un amplio margen de adaptabilidad a las más disímiles condiciones medio ambientales, hasta aquellos con genomas específicos, apropiadas para adaptarse a limitados rangos de condiciones ambientales, como pudieran ser los determinados por la especialidad de sus parámetros climáticos y/o edáficos (Machado y Roche, 2004; Oquendo *et. al.*, 2006).

No obstante, es necesario precisar que uno de los principales estudios iniciados en Cuba en esta temática lo constituyen aquellos que dieron lugar a los cinco volúmenes de La Flora de Cuba, realizados por Sauget y Liogier (1951), a través de excursiones efectuadas durante 38

años en todo el país, incluyendo la Isla de la Juventud. Sobresalen además, los trabajos de Yepes (citados por Menéndez y Machado, 1978) en la recolección de leguminosas forrajeras cubanas, así como los ejecutados por Menéndez (1982) y Menéndez *et. al.*, (1995).

Recientemente, se destacan los trabajos de prospección realizados por Funes-Monzote *et. al.* (1995), en áreas marginales y de pastoreo de la provincia de La Habana; Gutiérrez *et. al.*, (1997) en la Isla de la Juventud; Barreto *et. al.* (1998), en áreas ganaderas de la Provincia de Camagüey; Álvarez *et. al.*, (1997a) y Álvarez (2002) en áreas ganaderas de la provincia de Sancti Spiritus y los ejecutados por Machado y Roche (2004), en la región norte de la provincia de Villa Clara. Deben mencionarse además los estudios de biodiversidad de leguminosas silvestres en Cienfuegos llevados a cabo por Toledo *et. al.* (2005), así como la prospección y colecta de leguminosas forrajeras en áreas de frutales (cítricos, coco, mango y guayaba) en la provincia de Ciego de Ávila realizados por Fontes *et. al.*, (1999).

Una síntesis histórica sobre los trabajos desarrollados en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" por más de cuatro décadas en la temática de colecta, evaluación, selección e introducción de recursos fitogenéticos multipropósitos para la ganadería fue discutida recientemente (Machado *et. al.* 2005), cuyos resultados incidieron positivamente en la política varietal cubana con la aprobación de las primeras 30 variedades comerciales de pastos y forrajes.

Todos estos trabajos denotan el esfuerzo realizado para acceder, una vez inventariados, a estos importantes e imprescindibles recursos, así como poder ofrecer una pormenorizada información regional, resultado de las jornadas de exploración en las diferentes zonas geográficas que comprende el país.

Los trabajos de prospección realizados en Cuba han permitido coleccionar un abundante germoplasma de leguminosas herbáceas nativas y/o naturalizadas, capaces de proliferar en los diferentes ecosistemas que existen en el país. Entre los géneros, cuyas especies poseen mayor frecuencia de aparición se encuentran *Alysicarpus*, *Aeschynomene*, *Canavalia*, *Clitoria*, *Crotalaria*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Desmodium*, *Desmanthus*, *Galactia*, *Lablab*, *Macroptilium*, *Neonotonia*, *Pueraria*, *Rynchosia*, *Stylosantes* y *Teramnus*, entre otros, todos

con posibilidades de utilización en los sistemas productivos actuales, en los que la biodiversidad es un paradigma de necesario alcance.

II.2.- DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA LEGUMINOSEAE: EFECTOS DE LAS CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS.

La familia de las leguminosas (*Leguminosae*) es una de las más numerosas dentro de las plantas que presentan flores. Según Barreto (1990), este taxa lo conforman 650 géneros y aproximadamente 18 000 especies y es una de las tres más amplias de las angiospermas. Actualmente, se subdivide en tres subfamilias: *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae* y *Faboideae* (Barreto *et. al.*, 1998). Entre sus componentes específicos se pueden encontrar desde las formas arbóreas y arbustivas de constitución leñosa, hasta las formas herbáceas suculentas y, dentro de estas últimas, desde las que poseen la particularidad de conformar cubiertas más o menos densas sobre el suelo hasta las que tienen la posibilidad de trepar y asociarse fuertemente con la vegetación circundante (Machado, 2004).

Esta familia presenta una distribución cosmopolita, incluyendo las zonas áridas, las montañosas, las sabanas, las tierras bajas e incluso en ecosistemas acuáticos. Muestra de lo expresado es que *Caesalpinioideae* prolifera principalmente, en las sabanas tropicales, en los bosques de África, Sudamérica y Asia. *Mimosoideae* abunda en regiones tropicales y subtropicales semiáridas de África, Norteamérica, Sudamérica, y Australia y particularmente son numerosas en el hemisferio sur; mientras que *Faboideae* está distribuida en todo el mundo (Bernal y Jiménez, 1990; Binder, 1997).

Uno de los centros de mayor distribución de las leguminosas forrajeras se extiende desde México y el Caribe hasta el norte de Argentina y lo caracterizan numerosas especies de los géneros *Stylosanthes*, *Desmodium*, *Devaux*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Arachis*, *Zornia*, *Clitoria* (t'Mannetje *et. al.* 1980), todos representados en la flora cubana, a excepción de *Arachis*, que se cultiva (Barreto *et al.*, 1998).

Según estos últimos autores, en Cuba existen géneros de leguminosas endémicas distribuidas en diferentes regiones ecogeográficas, localizándose en la región occidental y Central las especies *Aeschynomene evenia*, *A. Fluminensis* y *Galactia galactoides*; en la central

Centrosema lobatum y *Desmodium incanum*, mientras que en toda Cuba se pueden encontrar *Brya hirsuta*, *Canavalia nítida* y *G. savanarum*.

Entre las Dicotiledóneas o Magnoliophytas, las leguminosas ocupan el primer lugar en cuanto al número de especies en la flora de Cuba (Sauget y Liogier, 1951; Yepes, 1971), quienes informaron 433 taxones de los cuales 239 corresponden a *Faboideae*; 113 a *Caesalpinioideae* y 81 a *Mimosoideae*. Esta amplitud permitió, en las expediciones llevadas a cabo por varios investigadores entre los que se destacan Menéndez *et. al.* (1979), Machado y Roche (2004) y Álvarez (1999, 2005), poder identificar una gran diversidad de géneros en las diferentes regiones del país. Los géneros más abundantes fueron *Alysicarpus*, *Centrosema*, *Clitoria*, *Desmodium*, *Desmanthus*, *Indigofera*, *Galactia*, *Leucaena*, *Rhynchosia*, *Stylosanthes* y *Teramnus* en la región oriental; en la central: *Albizia*, *Alysicarpus*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Crotalaria*, *Desmodium*, *Desmanthus*, *Indigofera*, *Galactia*, *Gliricidia*, *Macroptilium*, *Leucaena*, *Lysiloma*, *Rhynchosia* y *Teramnus*; y en occidente: *Alysicarpus*, *Calopogonium*, *Desmodium*, *Galactia* y *Rhynchosia*.

No obstante, en la flora de Cuba se encuentran 305 especies endémicas de la América tropical, lo que constituye el 78 % de sus leguminosas, incluyendo un 32 % de endemismo en particular (Yepes, 1971).

Este material naturalizado presenta una riqueza potencialmente alta, la que aún no ha sido explotada totalmente, a pesar del trabajo desarrollado en las labores de colecta, en distintas regiones del país.

El extenso germoplasma de leguminosas existente en Cuba, confirma el criterio de las amplias posibilidades que presentan estas especies para crecer en los distintos suelos cubanos, aspectos que ha sido abordado por varios investigadores, entre los que se encuentran Barreto *et. al.* (1998), al trabajar en suelo Pardo con Carbonato; lo que fue confirmado por Jardines *et. al.* (2000), al señalar que este tipo de suelo presenta gran abundancia de leguminosas naturales. También Funes-Monzote *et. al.*, (1995) y Fontes *et. al.* (2000), trabajando en suelos Ferralíticos Rojos, reportaron una gran diversidad de especies de esta familia. Trabajos recientes de Jardines (2005) aseveran que ambos tipos de suelos tienen características adecuadas para el crecimiento de las leguminosas naturales.

En general, las leguminosas tropicales crecen bajo precipitaciones promedio entre los 500 y 1300 mm anuales (Pérez y Álvarez, 1997) y reaccionan negativamente al exceso de humedad en el suelo y a la proximidad del nivel freático; prefieren los terrenos bien drenados, aunque existen especies tolerantes al mal drenaje como *Sesbania spp*, *Aeschynomene spp*, *Pueraria phaseoloides* y algunas variedades de especies de *Canavalia* y *Vigna*.

No existen características ecológicas comunes para las leguminosas de clima tropical, debido al gran número de especies existentes. Sin embargo, conocer los efectos de los factores climáticos que influyen, tanto en la fase vegetativa como la reproductiva de las leguminosas, reviste interés desde el punto de vista investigativo.

Las leguminosas, por lo general, requieren más agua por kilogramo de biomasa producida que los cereales, sobre todo en la época de germinación (2-3 veces mayor cantidad que los cereales para semillas de igual tamaño). Muchas leguminosas son relativamente resistentes a períodos prolongados de sequía, debido a las características de su sistema radical que les permite extraer humedad de las capas más profundas del suelo. Entre las especies más resistentes se encuentran: *Cajanus cajan*, *Phaseolus acutifolius*, *Vigna unguiculata*, *Canavalia ensiformis*, *Clitoria ternatea*, *Macroptilium atropurpureum*, *Lablab purpureus* y *Stylobium deeringianum*. Por otra parte *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris* y *Pueraria phaseoloides* se distinguen por su poca tolerancia a estrés hídrico por déficit de humedad.

De acuerdo con su respuesta al fotoperiodismo, casi todas las leguminosas tropicales son consideradas plantas de días cortos, ya que florecen cuando el fotoperíodo es de 10-13 horas; en este grupo se encuentran especies de *Glycine*, *Canavalia*, *Mucuna*, *Vigna*, *Cajanus*, *Lablab*, *Centrosema* y *Desmodium*. No obstante, también existen especies de plantas neutrales al fotoperíodo, por no reaccionar a la variación del número de horas luz, como es el caso de los géneros *Arachis*, *Phaseolus* y *Macroptilium* (Skerman *et. al.*, 1991).

Atkison (citado por Skerman, 1970) ha reunido las leguminosas tropicales en los siguientes grupos con relación a la latitud:

- Leguminosas con amplia área de dispersión latitudinal en los subtrópicos septentrional y meridional (*Rhynchosia*, *Stylosanthes*, *Trifolium*, *Vicia*, *Lupinus*, *Phaseolus*, *Medicago*, *Melilotus*, *Cassia* y *Desmodium*).

- Un grupo intermedio con distribución al norte y al sur de los trópicos, pero con un aparente vacío ecuatorial de 10 - 20 grados de latitud a lo largo del Ecuador (*Zornia*, *Galactia*, *Indigofera*, *Crotalaria*, *Aeschynomene* y *Astragalus*).
- Un grupo ecuatorial obligatorio (*Alysicarpus*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Canavalia*, *Pueraria* y *Teramnus*).

El autor antes referido hace constar que los nuevos trabajos de prospección de plantas pueden modificar esta generalización.

Estudios realizados en Serdang y Malasia con un grupo de leguminosas tropicales bajo distintos niveles de sombra (100, 56, 34 y 18 % de luz solar), las especies *Calopogonium caeruleum*, *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides* demostraron la tolerancia a la sombra de estas especies, incluso con un 18 % de luz solar, por lo que fueron utilizadas como cobertura en Caucho y Palma de aceite (MARDI, 1980). Sin embargo, Chen y Othman (1984), en trabajos realizados bajo Palma de Aceite con *D. ovalifolium*, *C. caeruleum* y *C. pubescens*, detectaron que estas especies podían tolerar la sombra, pero su producción de materia seca era relativamente reducida.

Las especies de leguminosas tropicales son muy exigentes a los valores críticos de temperaturas, los que para su crecimiento óptimo se sitúan entre 10 y 15 °C. Este elemento tiene un efecto regular en la floración de algunas especies. Por ejemplo, *M. atropurpureum* que florece con regímenes de temperatura diurna - nocturna de 24/19 °C, 27/22 °C y 30/25 °C (Davies y Hutton, 1970).

Skerman *et. al.* (1991), señalan temperaturas óptimas para el crecimiento en *Desmodium incanum*, *D. intortum* y *D. uncinatum*, de 30/25 °C en el día y la noche, respectivamente; en *D. heterophyllum* de 25 °C y mínimas de 12.5 °C; en *Lablab purpureus* temperaturas que excedan los 29 °C. En *M. atropurpureum* la temperatura óptima es entre 26.5 a 30 °C y mínimas medias diarias superiores a 21 °C; en *Neonotonia wightii* la óptima para el crecimiento y producción de semillas se encuentra entre 27/22 – 16 °C de día y de noche, respectivamente.

La producción máxima de materia seca en las leguminosas tropicales se alcanza en el rango de temperatura comprendido entre los 26.5 y 32.2 °C, con escaso desarrollo por debajo de 10 °C (Fitzpatrick y Nix, 1970).

Según Skerman *et al.* (1991), con un régimen uniforme y mediano de lluvias de 1250 a 1750 mm.año⁻¹ se obtiene generalmente el mejor rendimiento de las leguminosas forrajeras tropicales. Por ejemplo, *C. molle* (= *C. pubescens*) se adapta a regiones con precipitaciones de 750 - 1 750 mm anuales; *D. incanum* prospera bien en regiones de 1 500 -3 075 mm.año⁻¹, mientras que el *T. labialis* requiere precipitaciones de 1000 mm.año⁻¹ o más.

II.3. LAS LEGUMINOSAS EN SISTEMAS DE POLICULTIVO. IMPORTANCIA COMO COBERTURA.

Según Vandermeer (1991), todo sistema de policultivo está basado en dos leyes fundamentales: la ley de la producción competitiva y la del mecanismo de facilitación. La primera se basa en que dos cultivos que no están compitiendo fuertemente entre ellos es mejor producirlos en policultivos que en monocultivos separados, en tanto la última se refiere al hecho de que un cultivo facilita al otro y hay un beneficio mutuo entre los cultivos asociados; éste último es el caso clásico del uso de policultivos de leguminosas con cultivos que no lo son, en el que hay dos fuentes de nitrógeno diferentes: una del aire para la leguminosa y la otra en el que la leguminosa le proporciona nitrógeno a la especie no leguminosa.

Desde mediados de los años 80 del pasado siglo ha aumentado el interés por los cultivos de cobertura. Es así como, en la actualidad el uso de las leguminosas como cobertura se ha convertido en una alternativa en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas del mundo, y al mismo tiempo una de las actividades más importantes durante las primeras etapas de crecimiento en las plantaciones de frutales (MINAGRI, 2004).

De acuerdo a la bibliografía consultada, son varios los conceptos que han sido definidos sobre cultivos de cobertura. Según Magdof (1996), estos cultivos pueden añadir y/o mantener materia orgánica si se les permite morir o incorporarse al suelo, contribuir a la estabilidad de los agregados, disminuir el escurrimiento y la erosión e influir en los procesos nutricionales de las plantas a partir de los efectos de los ácidos a estos asociados. Según la FAO (1999), las coberturas son cultivos densos que se plantan principalmente para proteger el suelo de la degradación, para lo cual se establecen entre cultivos arbóreos o cultivos semipermanentes en dependencia de la estación del año.

Pound (1999), al referirse a los cultivos de cobertura los define como "una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)".

La Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos (AEAC.SV, 1999), considera las cubiertas vegetales vivas como un cultivo sembrado a propósito o especies espontáneas antes consideradas como malas hierbas, bien en toda la superficie (que es lo más frecuente), o en el centro de las calles (entre hileras de árboles), a modo de "franja verde", la cual debe mantenerse viva durante el otoño y el invierno.

Suquilanda (2001), expresa que los cultivos de cobertura consisten en la siembra de plantas anuales o perennes de sistemas radicales y foliares densos que se intercalan con el cultivo principal para lograr la completa cobertura del suelo e impedir el desarrollo de las malezas; sirven para proteger el suelo de la acción directa de las lluvias y mejoran sus condiciones físicas y químicas para el crecimiento del cultivo principal, aumentando el contenido de materia orgánica y, si son leguminosas, fijando nitrógeno atmosférico.

Preston (2003), enfatiza que los cultivos de cobertura protegen el suelo y "sofocan" las malas hierbas. Cuando se mezclan con la tierra, la enriquecen y añaden materia orgánica y añade que entre estos cultivos pueden encontrarse cereales, plantas leguminosas o una combinación de estos. Funes (2003), señala que los cultivos de cobertura se emplean para cubrir y proteger al suelo de los agentes del intemperismo (radiación solar, temperaturas altas) y éstos reducen la población de especies espontáneas, ayudan al manejo de plagas, sirven como hábitat a insectos benéficos y controles naturales, todo lo cual reduce los daños al entorno.

Aunque los cultivos de cobertura pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, la mayoría están conformados por leguminosas, destacándose para este fin especies de los géneros *Neonotonia* (Pérez-Carmenate, 1998) y *Canavalia* (Álvarez *et. al.*, 1998); *Pueraria*, *Desmodium*, *Arachis*, *Calopogonium* (CIDICCO, 2003), *Arachis pintoi* (Cancio *et. al.*, 2003); *T. labialis* (Fontes *et. al.*, 2003 y Navia, 2005). Por otra parte se señalan ejemplos de cultivos de cobertura no-leguminosas como avena negra (*Avena strigosa*), avena amarilla (*Avena byzantina*), *Raphinus sativus* var. *Oleiferus*, los cuales son usados como cultivos de cobertura

invernales en el sur de Brasil para suprimir malezas y reducir la erosión en la estación previa a la siembra de maíz o soya (FAO, 1994).

En trabajos realizados por Duque (1986), Primavesi (1990), Da Costa (1991), Anderson *et. al.* (1997), Pérez-Carmenate (1998), Gutiérrez (2001), Clavel (2004), Rodríguez (2005) y Navia (2005), se hace alusión a los principales efectos de la utilización de las leguminosas como cultivos de cobertura entre los que señalan: aumento del contenido de materia orgánica del suelo a lo largo de los años, disminución del lavado de nutrientes y aumento de su disponibilidad (principalmente del nitrógeno) a través de su adición al suelo mediante la fijación biológica, incremento de la capacidad de reciclaje y movilización de nutrientes lixiviados que se encuentran en las capas más profundas del suelo y que no pueden ser aprovechados por cultivos con sistema radical superficial, elevación del pH del suelo; beneficio en la formación de ácidos orgánicos fundamentales en el proceso de solubilización de minerales del suelo, movilización de formas estables de fósforo y potasio convirtiéndolas en formas asimilables para las plantas.

Indistintamente, en los trabajos mencionados se afirma que las leguminosas pueden retener y reciclar los nutrientes de las plantas, especialmente el nitrógeno, proveen a los agroecosistemas de nuevos hábitat para microorganismos benéficos e incrementar la biodiversidad vegetal, reducen la presencia de las plantas arvenses presentes en el ecosistema, así como reducen la compactación e incrementan la infiltración del agua haciendo decrecer la lixiviación de los nutrientes, a la vez que actúan como control biológico de plagas, lo que disminuye los costos, reduciendo la necesidad de aplicación de herbicidas químicos y/o disminuyendo la mano de obra utilizada en esos propósitos (Gutiérrez *et. al.*, 2006).

Lo anterior demuestra que el uso de cultivos de cobertura ofrecen ventajas para ser utilizadas en sistemas de cultivos permanentes, al optimizar los procesos biológicos y facilitar la aplicación de tecnologías amigables con el medio ambiente, excluyendo la utilización de organismos genéticamente modificados (Gómez *et. al.*, 2003).

II.3.1 CULTIVOS DE COBERTURA PARA PLANTACIONES PERENNES.

El uso de cultivos de coberturas en plantaciones perennes está mucho más extendido y reconocido que su uso en los cultivos anuales. Se considera a Indonesia como pionero en el

uso de cultivos de cobertura en palma aceitera, cocos, plantaciones de caucho y sisal, en los cuales se proporciona un método de control de malezas que ahorra mano de obra, reduce la erosión del suelo y provee con nutrimentos a este sistema (CIDICCO, 2004).

En sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, en la ganadería cubana, la cobertura provee forraje para el ganado sin competir con la alimentación humana y logra optimizar la producción de estos sistemas con un rendimiento sostenido (Mazorra *et. al.*, 2001; Simón, 2005). Por ello, la asociación de leguminosas forrajeras con árboles frutales y forestales, ha despertado un creciente interés en los productores de varias partes del mundo, a partir de los efectos beneficiosos que aportan al sistema de producción (Mazorra, 2006).

No obstante, los sistemas integrados no son fáciles de manejar; es preciso entonces examinar cuidadosamente todos los factores biológicos (cultivo principal, forrajes, animales) y físicos (suelo, agua, luz solar), a fin de conseguir la máxima productividad del sistema (Sánchez, 1995).

Trabajos desarrollados por Deat (1982), señalan la posibilidad de utilizar coberturas vivas en plantaciones de banano jóvenes con las especies *P. phaseoloides*, *C. molle* y *Tithonia diversifolia* y también indicó la posible utilización de *S. guianensis* y *N. wightii*. En Chile, Vaughan (1991), informa el uso de *desmodium* para sustituir las malezas de los cafetales, lo que aumenta los rendimientos del grano entre un 20 y 25 % y proporciona a la vez un recurso para forraje.

Guzmán *et. al.* (1996), señalaron que *Arachis pintoii* es una excelente opción como cultivo de cobertura en plantaciones de cítricos, café, banano y palma de aceite. Esta especie ha demostrado alta capacidad en el control de las malezas y los nemátodos, un alto potencial de fijación de nitrógeno, así como un efecto protector y mejorador del suelo (Cruz *et. al.*, 1995). También, Argel y Villareal (2003), afirman que en Costa Rica *A. pintoii* es una leguminosa preferida para plantaciones de café, cítrico y árboles maderables, aunque ha sido cuestionada en ese país por provocar posibles infecciones de nemátodos. Por otra parte, Pancarte *et. al.* (2006), señalaron que esa especie es alta extractora de nutrimentos del suelo, lo que indica que existen contrastes en el comportamiento de esta especie para las diferentes condiciones.

Otros trabajos que evidencian la utilización de cultivos de cobertura son los referidos por CIDICCO (2004), en plantaciones de guanábanas (*Annona muricata*) en Costa Rica con coberturas de *Mucuna spp.* Según esta referencia, también en Honduras y Surinam se emplea esta cobertura en plantaciones de cítrico y, en Panamá, es muy utilizada en bananos. En todos estos casos se plantea que disminuyen los costos de los sistemas de explotación, reducen la necesidad de aplicación de herbicidas químicos y mano de obra para el control de malezas.

En Cuba, investigaciones desarrolladas con el uso de cultivos de cobertura, entre las que se encuentran las realizadas por Pérez-Carmenate et. al. (1996), en plantaciones de coco (*Cocos nucifera*) con tres leguminosas tropicales (*N. wightii*, *S. guianensis* y *C. ternatea*), señalan que *C. ternatea*, a los 112 días posteriores a la siembra, alcanzó un 86 % de cobertura foliar y además alcanzó un rendimiento de 0,6 t.ha⁻¹, lo que le confiere posibilidades de ser introducida bajo cubiertas de cocotero.

Cancio et. al. (2003), al seleccionar especies de leguminosas atendiendo a sus exigencias fisiológicas y hábitos de crecimiento, señalaron que *A. pintoi* puede ser utilizada como cobertura viva en plantaciones de café, al manifestar buena adaptabilidad en este ecosistema, al ser comparada con *S. guianensis* e *Indigofera mucronata*.

Los resultados del establecimiento de *P. phaseoloides* como cobertura en plantaciones de Palma Africana, en Honduras, demostraron que después del sexto año, el desarrollo de las palmas produjo un exceso de sombra y ello redujo considerablemente el desarrollo de esta especie. Por tal razón, a partir de esa etapa, establecen *D. ovalifolium*, que es más tolerante a las condiciones de sombra y proporciona beneficios similares a los obtenidos con *P. phaseoloides* en la supresión de malezas (CIDICCO, 2004).

II.3.2 CULTIVOS DE COBERTURA EN PLANTACIONES CITRÍCOLAS.

De acuerdo con Robert (1997), las cualidades requeridas para escoger las especies de cobertura, en sistemas de cultivos perennes tales como café, cítricos, mango, entre otros, son: que el cultivo sea fácil y rápido para establecerse; que controle las malezas; que cubra completamente el suelo; que crezca lentamente en relación al cultivo principal y que deje de crecer al disminuir la humedad del suelo, a la vez que sobreviva a estaciones secas prolongadas.

Gallo y Rodríguez (1960) demostraron la importancia de las leguminosas y de la cobertura muerta de la gramínea *Melinis minutiflora*, para aumentar la productividad de la naranja Hamlin, pues la misma aumentó el rendimiento en 105 %, respecto al uso de herbicidas (40.7 vs 83.7 t.ha⁻¹). Cuando se estableció cobertura viva con mucuna, se incrementó el rendimiento de la naranja de 40.7 a 60.9 t.ha⁻¹, respecto a donde se emplearon herbicidas. Estos resultados sugieren la posibilidad de utilizar las coberturas, en sustitución de los herbicidas, para la producción de cítricos en condiciones tropicales.

Sin embargo, son insuficiente las referencias en cuanto al uso de coberturas en cítricos. Revisiones bibliográficas que aborden la temática sobre el empleo de coberturas para el control de arvenses, en otros países, son limitadas. Muestra de ello es que se citan trabajos desarrollados por Osorio (2000) en México y los realizados por Sakovich y Faber (1996), O'Connell (1999), Mc Closkey y Wright (2000) en Estados Unidos.

Al respecto Zaragoza (1997), señala que la cobertura vegetal puede ser a base de plantas espontáneas o introducidas, las que entre otros aspectos, facilitan el paso de la maquinaria con el suelo húmedo y puede lograr el control de plantas arvenses, aunque aclara que la competencia en años secos o en zonas semiáridas puede ser drástica.

En este sentido, las experiencias publicadas por CIDICCO (2004), con la utilización de *Desmodium spp* en Belice como cultivo de cobertura en cítricos, han demostrado que al cabo de dos años de establecida, las labores de control de malezas se reducen moderadamente.

Investigaciones desarrolladas por Rincón y Orduz (2004), indican que nuevos ecotipos de *A. pintoii* como el *CIAT-18744* y el *18748* constituyen alternativas para el establecimiento, como cultivo de cobertura del suelo en plantaciones cítricas en los Llanos Orientales de Colombia. Esta investigación demostró que ocho meses después de la siembra presentaron una cobertura del suelo del 83 % y una disponibilidad de materia seca de 679 kg.ha⁻¹, lo que condujo a disminución de la invasión de malezas en el cultivo de cítrico y con ello un menor costo por control de estas especies.

Resultados obtenidos por Pérez *et. al.* (1996), con el uso de *A. pintoii* como cobertura en el suelo de plantaciones de naranja Valencia en Veracruz, demostraron una mayor producción de

frutos por planta, una cobertura más rápida del suelo y una menor competencia de las malezas con el cultivo.

En Cuba, aunque existen estudios realizados por De la Osa (1986), especialmente en áreas cítricas, puede afirmarse que los mayores esfuerzos en este sentido se llevaron a cabo por parte de los investigadores de la Provincia de Ciego de Ávila, a partir de los años 90, con criterios iniciales de integración de animales a las áreas de estos frutales para pastoreo (Borroto, 1988; Borroto *et. al.*, 1995 y Mazorra, 2006). En esta provincia también se incluyó el estudio de los efectos que sobre la fenología del cultivo principal y el suelo ejerció el establecimiento de coberturas perennes de leguminosas mejoradas y sus mezclas con Poáceas (Pérez-Carmenate, 1998).

Los limitados resultados investigativos, confirman lo señalado por Valles de la Mora (1996), quién refiere que el empleo de leguminosas como coberturas no es una práctica común entre los agricultores del trópico húmedo. Tal situación obedece a un desconocimiento, por parte de técnicos y productores, de las posibilidades que estas especies vegetales pueden tener en sus cultivos y a una falta de promoción por parte de los agentes de extensión.

Un hecho es real: los altos costos para el control de arvenses y la aplicación de fertilizantes obligan a los citricultores, principalmente, a buscar alguna alternativa que les permita disminuir estos conceptos en sus cultivos. De ahí su necesaria asimilación, en plazos más o menos largos, para producir frutas cítricas orgánicas, a partir de la utilización de coberturas de leguminosas en sus plantaciones, pudiendo obtener con ello beneficios económicos, medibles a corto plazo, y ecológicos apreciables a través del establecimiento y uso sostenible del sistema.

II.4.- EFECTO DE LA COBERTURA DE LEGUMINOSAS SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS SUELOS.

El suelo y su fertilidad es la base de la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios, por ello se considera necesario desarrollar investigaciones sobre las alternativas relacionadas con el efecto que sobre el suelo ejerce cada componente del sistema propuesto, asegurándose así que la aplicabilidad de los resultados contribuya a la protección de este recurso.

Bowman *et. al.* (2000), afirmaron que el uso de cultivos de cobertura con leguminosas en los sistemas de producción, ha contribuido a mantener el balance de nitrógeno en el suelo, incrementar el contenido de materia orgánica y nutriente y al mejoramiento de las pasturas en general. En este sentido las especies de esta familia poseen alta calidad y posibilidad en la fijación del nitrógeno atmosférico y pueden llegar a producir entre 100 y 200 kg de N.ha.año⁻¹ (Agamuthu y Broughton, 1985), lo cual, en los países en vías de desarrollo, es una alternativa que contribuye a contrarrestar la escasez de fertilizantes químicos.

Las coberturas son además, una nueva opción para el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, máxime si se utilizan con este objetivo especies de leguminosas (Muzilli, 1992; Barber y Navarro, 1994; Johnson y Magariños, 1995).

La materia orgánica es indispensable para el mantenimiento de la micro y mesovida del suelo. De la presencia de ésta, en proceso de descomposición o humificación, va a depender la bioestructura y la productividad del suelo (Primavesi, 1990).

Según Henzell (1995), una de las fuentes principales de nitrógeno asimilable es la resultante de la materia orgánica humificada. También afirma que la transferencia del nitrógeno, desde la leguminosa hasta el cultivo asociado, ocurre principalmente por senescencia, muerte y descomposición del material vegetal.

La mineralización de la materia orgánica libera elementos nutritivos e incrementa así la fertilidad del suelo, a la vez que reduce la fijación de nutrientes y su disponibilidad (FAO, 2003). Según Igue *et. al.*, (1984) la descomposición de la materia orgánica lleva consigo cambios en el contenido de nitrógeno y fósforo orgánico de los suelos, verificándose su influencia sobre los rendimientos del cultivo asociado.

Un medio efectivo de mejorar la productividad de los cultivos es con la aplicación de fertilizantes nitrogenados; sin embargo, debido sus altos costos la opción más económica y viable es el nitrógeno suministrado por las leguminosas (Crespo, 2001); esto corrobora lo planteado por Ruschel (1983), al afirmar que la fijación de nitrógeno atmosférico es una de las principales posibilidades para el mejoramiento de los suelos en áreas tropicales.

Skerman *et. al.* (1991), indicaron que con rendimientos de 1.0 - 5.5 t de MS de leguminosas.ha.año⁻¹, se pueden esperar proporciones de fijación de nitrógeno asociados a

estos de 20 - 180 kg.ha.año⁻¹. En este sentido Pérez-Carmenate (1998), señaló que resultó considerable el retorno potencial de nutrimentos al sistema a través de la hojarasca al utilizar la especie *N.wightii* cv. Tinaroo con 59.1 kg.ha⁻¹ de N.

CIDICCO (2003), publicó los resultados de experimentos llevados a cabo en Malasia con Palma Africana donde después de dos años y medio, los suelos con coberturas de leguminosas (*P. phaseoloides* y *D. ovalifolium*) contenían entre 460 -920 kg.ha⁻¹ más de nitrógeno, que los suelos con vegetación natural y sin ninguna cobertura. Además, durante ese tiempo, las coberturas retornaron entre 250 -300 kg.ha⁻¹ de nitrógeno. Otra experiencia referida por este centro de investigaciones lo constituyó el uso de cobertura de *P. phaseoloides* en plantaciones de naranja en el que indicaron que la respuesta inicial de la plantación a la aplicación de 40 kg.ha⁻¹ de nitrógeno desapareció una vez que la leguminosa se había establecido completamente.

El uso de leguminosas, como cobertura vegetal, resulta un factor importante en la conservación del agua en los suelos, en la mejora de la infiltración y el drenaje y en la disminución de la evaporación, permitiendo una mayor penetración del sistema radical, así como un mayor aprovechamiento del volumen de agua (Igue *et. al.*, 1984).

El uso de cultivos protectores, por medio de una leguminosa, permite mantener la bioestructura del suelo o la presencia de grumos o agregados; estas especies depositan materia orgánica a través de la deposición de hojarasca, la cual se descompone por la acción de bacterias aerobias, las cuales influyen en la cantidad y estabilidad en los grumos (Primavesi, 1984) y aumentan además, la porosidad y la aireación del suelo (FAO, 1983).

Según Primavesi (1984), un suelo grumoso bien agregado, presenta muchos macroporos por los cuales circula el aire, se infiltra el agua y se expanden las raíces, por ello un suelo protegido por leguminosas tendrá una mejor estructura y una mayor capacidad de almacenamiento de agua.

Resultados de investigaciones desarrolladas en un agroecosistema cítrícola en Ciego de Ávila demostraron que después de establecida una cobertura de leguminosas herbáceas con *N. wightii*, *S. guianensis*, *A. pintoii* y *C. ternatea*, disminuyó la densidad del suelo y se incrementó

la porosidad, el coeficiente estructural y la humedad del suelo, en comparación con la cobertura natural (Pérez-Carmenate, 1998).

Por otra parte Fancelli (1990) y Da Costa (1991), señalaron que existen leguminosas que actúan como “subsoladores biológicos”, ya que presentan raíces poderosas capaces de romper las capas profundas del suelo como por ejemplo *Lupinus spp*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria spp.* y la *L. leucocephala*. En este sentido, la utilización de la *Vigna unguiculata* intercalada en el cultivo de la malanga, mejoró las condiciones físicas del suelo, tales como la estructura, la densidad y la aireación (García *et. al.*, 1994).

Wan y El-Swaify (1999), encontraron diferencias significativas en la densidad del suelo al comparar los tratamientos con cobertura de leguminosas y sin ésta, lo que demuestra que la compactación de la superficie del suelo se incrementa cuando el suelo es expuesto al impacto de la lluvia. Por ello Guérif (2001) consideran que la erosión se favorece en suelos desnudos, y que la cobertura del suelo durante el desarrollo del cultivo es una alternativa tecnología que combina efectos de conservación y de productividad de forma simultánea; a la vez que es eficaz para mitigar la erosión y mejorar la ecología del suelo en general (Erenstein, 2002).

La introducción de leguminosas en plantaciones de frutales contribuye a la diversificación de la vida del suelo y la proliferación de numerosos micros habitats para un gran número de microorganismos tales como bacterias, hongos, actinomicetos y protozoarios (Altieri y Schmidt, 1986), que junto a las raíces necesitan materia orgánica para su subsistencia, además de utilizar excreciones radicales de las plantas. Se ha indicado que el peso de ellos representa el 0,21% del peso total de un suelo agrícola. Sin embargo, su importancia no está en el número y peso de éstos, sino en el papel que desempeñan en todos los ciclos biológicos y en el efecto que ejercen en la estructura y fertilidad del suelo (Rodríguez y Crespo, 1999).

Autores como Paoletti y Hassall (1999), Cartagena y Galante (2001), Martínez y Barois (2001), Micó y Galante (2001), consideran que medir los indicadores relacionados con el medio ambiente y de sostenibilidad de los agroecosistemas, entre los que se encuentra la fauna edáfica, es un indicador que responde a las modificaciones o transformaciones del suelo, lo que se sustenta en cambios en su densidad, biomasa, riqueza específica y equitatividad.

Benito *et. al.*, (2004) al desarrollar investigaciones referidas a la fauna edáfica señalaron que sus funciones, así como su relación con la fertilidad del suelo, deben ser estudiados para realizar un mejor uso del potencial de las especies nativas y para el diseño de técnicas de manejo que permitan aumentar la productividad de manera sostenible.

La macrofauna prefiere para su alimentación los restos vegetales descompuestos, con una relación C:N relativamente baja; esto hace que presente una selectividad con respecto a la vegetación que existe sobre el suelo (Bastardie y Capowiez, 2004). Los restos de especies con contenidos en nitrógeno superiores al 1.4 %, son ingeridos con facilidad, mientras que aquellos cuyo contenido es inferior al 1 %, resultan menos atractivos. La hojarasca, con alto contenido en polifenoles, prácticamente no es ingerida (Crespo *et. al.*, 2001).

La macrofauna puede regular la población microbiana responsable de los procesos de humificación y mineralización, y con ello, influye en el reciclaje de materia orgánica y en la liberación de nutrientes asimilables por las plantas (Buck *et. al.*, 2000). Estos organismos modifican también las propiedades físicas y químicas del suelo en los horizontes que habitan (Larink y Schrader, 2000). La diversidad y abundancia de comunidades de macroinvertebrados y la importancia de determinados grupos tales como lombrices de tierra, diplópodos y coleópteros pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad de los suelos (Langmaack *et. al.*, 1999).

Römheld (2006), comprobó durante años, que la actividad benéfica de los organismos que habitan el suelo se ha visto afectada por la acumulación de ciertas sustancias tóxicas que inducen el envenenamiento de la fauna presente y por la aplicación indiscriminada de numerosos plaguicidas sistémicos, los cuales inciden en el comportamiento de algunas especies, dentro de las que se encuentran las lombrices. Jiménez y Rossi (2004), refieren que éstas son las responsables en gran medida de la descomposición inicial del follaje muerto.

Las lombrices constituyen los organismos de la macrofauna más estudiados por ser, generalmente, los de mayor abundancia en el suelo y por su actividad transformadora de este medio. Los estudios realizados por Rodríguez (2000) en bosques, pastizales y otros agroecosistemas, indicaron, que verticalmente en el perfil del suelo, las lombrices se ubican preferentemente en los primeros 0.20 m y que la comunidad está compuesta

fundamentalmente por especies endógeas mesohúmicas. La especie nativa *Onychochaeta windlei* dominó en los ecosistemas de bosques; mientras que entre los antropizados *Polypheretima elongata*, fue una especie exótica con alto poder de colonización. Las lombrices de tierra reflejaron el gradiente que se establece en los ecosistemas de acuerdo a su nivel de degradación. Barois *et. al.* (2004), encontraron que existe especialización por especie de lombrices entre las diversas zonas del suelo, las que prefieren texturas francas, abundante contenido orgánico y un alto nivel de humedad. La lombriz de tierra actúa en la redistribución de residuos en el perfil del suelo, abriendo galerías o canales que permiten una mejor aireación e infiltración del agua y una mayor exploración por el sistema radical de los cultivos, además de aumentar el contenido de materia orgánica, de fósforo y potasio asimilable y la capacidad de intercambio catiónico.

La macrofauna del suelo que se desarrolla bajo coberturas de leguminosas, y que incluye a las lombrices, larvas y adultos de coleópteros, hormigas, isópodos y quilópodos, entre otros, forma una comunidad de invertebrados fuertemente diversificada que son indicadores muy sensibles de la calidad del suelo y de su fertilidad.

II.5.- EFECTOS DE LAS COBERTURAS CON LEGUMINOSAS EN EL CONTROL DE ESPECIES ARVENSES.

Los cultivos de cobertura han demostrado un papel preponderante en los sistemas de producción, debido a su capacidad de mantener un balance de nitrógeno en el suelo, al incremento en los contenidos de materia orgánica y nutrientes, en la mejora de las características físicas y biológicas del suelo. Tal técnica puede ser considerada entre las de mayor importancia en el manejo de especies de plantas arvenses en cultivos económicos (Bacar, 2005).

Según Casamayor (1999), la principal estrategia en los cítricos para el control de las malezas siempre ha sido la de utilizar herbicidas de larga residualidad y enfatiza en que, los más aplicados en el mundo, son el Diurón y el Bromacil, por su amplio espectro. En dicho trabajo, además, recomienda el uso del último producto citado. Estos argumentos, propios de la agricultura convencional o industrialista, contradicen evidentemente la lucha por la que los agricultores abogan mundialmente en la actualidad acerca del tratamiento y uso de

xenobióticos, por lo que los investigadores dirigen sus esfuerzos hacia la agricultura ecológica. Tal es el caso de Primavesi (1990), quien plantea que en el manejo de las especies “invasoras”, cuando no es posible disminuir los espaciamientos, se recurre a las coberturas del suelo, sustituyendo las hierbas indeseables por la “escogida”, obteniéndose un cultivo protector que debe ser un ecotipo adecuado para asegurar la supresión de malezas nativas.

Casamayor (1999), informó entre las especies arvenses más abundantes y agresivas en los suelos de Cuba a *Ruellia tuberosa*, *Struthantus densiflorus*, *Panicum maximum* y *Cynodon dactylon*. Otras especies como *Boerhavia erecta*, *Portulaca oleracea*, *Euphorbia heterophylla*, *Chamaesyce hyrta*, *Sida acuta*, *Parthenium hysterophorus* y *Sonchus oleraceus*, pueden ser hospederas de los vectores de la tristeza de los cítricos, por lo cual se requiere de tecnologías que logren el control de las mismas.

El conocimiento de estas especies puede constituir un apoyo al decidir las acciones a tomar en relación a los enmalezamientos, así como una guía para la búsqueda del balance adecuado en el manejo de las arvenses en los cultivos, y específicamente, en los cítricos. Un ejemplo lo constituye el hecho de que leguminosas tales como *N. wightii* y *M. atropurpureum*, sean hospederas de *Cycloneda spp*, unos de los principales enemigos naturales de los áfidos, conjuntamente con *Lysyphebus testaceipes*, *Baecha clavata*, *Leucopis spp* y *Scymnus roscicollis*.

Gutiérrez (2001), señaló que la realización de muestreos sucesivos en áreas cítrícolas, en las cuales se implantan coberturas vivas de leguminosas, permiten observar efectos promisorios en los niveles de parasitismo de coccinélidos por *Aschersonia*, con una abundancia significativa en los campos objeto de análisis.

El manejo de las malezas es una necesidad impostergable para la producción de los cítricos, debido a que estas especies compiten con las plantas jóvenes por recursos limitados como los nutrientes y el agua. La competencia resulta, regularmente, en reducciones del crecimiento de los árboles, el nivel de nitrógeno en las hojas, del potencial de agua y la calidad y rendimiento de las frutas (Jordan y Russell, 1981). Según Gutiérrez *et. al.* (2006), los daños promedios pueden reducir los rendimientos hasta en 5 t.ha⁻¹ mensualmente cuando se enyerban las áreas, lo que provoca afectaciones irreversibles en las plantaciones más jóvenes.

Suzuki (1981) y Skroch y Shribbs (1986), plantearon que el establecimiento de una cobertura viva en todo el suelo o entre hileras de los árboles, es una práctica común de manejo de malezas en plantaciones de cítricos, especialmente en laderas o en áreas donde haya peligro de erosión del suelo. Es opción mantener el césped entre las hileras con pases frecuentes de segadora, en combinación con aplicaciones de herbicidas (Tucker y Singh, 1983).

Por otra parte, Jones y Day (1970), señalaron que los cultivos de cobertura deberán inhibir las malezas e interferir al mínimo con los cítricos. Estos autores recomiendan usar leguminosas en huertos de cítricos jóvenes, donde las malezas no están aún totalmente establecidas. Sin embargo, en huertos de mayor edad se pueden recomendar, como cobertura, cultivos vigorosos de plantas no leguminosas; siendo la mostaza (*Brassica* spp) un ejemplo de ello.

II.6. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CÍTRICOS Y EN CUBA.

La producción mundial de cítricos crece anualmente y la expectativa es que siga en ascenso en los próximos años, por lo que significa para el comercio y el consumo interno de los países productores (Arribas, 2003). De los cuatro grupos varietales que conforman los frutos cítricos: naranjas (*Citrus sinensis*), pomelos (*Citrus paradisi*), mandarinas (*Citrus reticulata*) y limones (*Citrus limon*), se destacan las naranjas en cuanto a su nivel de producción, cuya cifra total alcanza el 67 %, le siguen las mandarinas con 15 %, limones con 11 % y los pomelos con 7 % (Melián, 2000).

La FAO (2006), señala como principales productores de cítricos en el mundo a Brasil, con más de 20 000 000 t, seguido por Estados Unidos con más de 14 000 000 t, China en tercer lugar con una producción semejante a la de Estados Unidos, tras la que va México y España. Estos cinco países producen, en conjunto el 62 % de la producción mundial y sólo, los dos primeros el 40 %.

En Cuba, la producción total de cítricos en el año 2004 fue de 786 000 t de ellas: 490 000 de naranjas, 225 000 de pomelos, 45 000 de mandarina y 26 000 de limones y limas; estos frutos tienen una alta aceptación en el mercado internacional como frutas frescas por su alta calidad; sin embargo, la exportación de jugos simples y concentrados se presentan como una opción prometedora en el mercado mundial.

Pérez *et. al.* (2001), indican que solamente se exporta como fruta fresca el cuatro por ciento de la producción de Cuba, siendo las principales exportaciones de naranjas y toronjas para el mercado de la Unión Europea, para el Caribe, Argentina y Japón; otro destino para la agroindustria del cítrico nacional, lo constituye las ventas en fronteras, principalmente al sector del turismo. No obstante, la producción industrial se convirtió en el más importante rubro de exportación actual, en el que un 80 % de las exportaciones son jugos concentrados y simples de naranjas, toronjas, además, de aceites esenciales de estas dos especies y de lima mexicana (*C. aurantifolia*).

II.6.1. EFECTO DE DIVERSAS COBERTURAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL CÍTRICO.

El empleo de coberturas sobre la calidad de los frutos ha sido un tema poco estudiado en la citricultura, reflejándose pocas experiencias en la literatura internacional.

Huang y Liu (1987), realizaron una interesante experiencia en campos de cítricos en Hunan, China, empleando una cubierta de tréboles. La retención del agua del suelo y la infiltración fue mayor que en el suelo control. El trébol se eligió por su senescencia y su marchitamiento a elevadas temperaturas. De este modo evitó la competencia de agua con los árboles cítricos. La producción de frutas se incrementó sustancialmente con respecto al suelo control.

Clavel (2004), al estudiar el comportamiento de las especies de leguminosas forrajeras *C. ternatea*, *S. guianensis* CIAT 184; *A. pintoii* y *T. labialis semilla oscura*, empleadas como cobertura en plantaciones de cítricos para lograr la conversión a un cítrico orgánico, constató una dinámica favorable de crecimiento de las coberturas durante el establecimiento e índices de calidad de las frutas superiores.

Los resultados obtenidos por Clavel y del Vallín (2005), según criterios de ambos, es posible producir frutas cítricas orgánicas, a partir de la reconversión de plantaciones con producción convencional, en un período de dos a tres años, con lo cual se obtienen beneficios económicos, medibles a corto plazo.

Gutiérrez (2001), obtuvo rendimientos superiores en los tratamientos de coberturas mejoradas con *A. pintoii* y *N. wightii* al compararlo con el tratamiento de pasto natural. Este autor, al analizar la calidad del jugo de la *naranja valencia* en la variante con cobertura de

leguminosas, encontró que el nivel de los sólidos solubles es adecuado, la acidez mostró valores dentro del entorno estandarizado y un comportamiento similar en los contenidos de vitamina C.

II. 7. CONSIDERACIONES FINALES.

Al realizar una valoración conclusiva sobre los diversos criterios sustentados por los autores consultados, relacionados fundamentalmente con el uso de especies de leguminosas en sistemas de policultivos, la mayoría de ellos le confieren diferentes finalidades para su empleo, pero con énfasis como cobertura, ya sea en sistemas abiertos y agroforestales, así como refieren su influencia sobre algunas propiedades químicas, físicas y biológicas del recurso suelo y el control de plantas arvenses, coincidente varios de ellos en que las especies de esta familia de plantas pueden ser empleadas como alternativa de manejo dentro de diferentes ecosistemas, sin excluir a los citrícolas.

La mayoría de los trabajos revisados, apuntan a un mayor desarrollo de las investigaciones en países como Belice, Colombia, México, Estados Unidos, Honduras, Costa Rica y Surinam, con especies de leguminosas (*A. pintoii*, *Mucuna spp*). Específicamente en Cuba, sólo se refieren los trabajos desarrollados por Pérez-Carmenate (1998), Gutiérrez (2001) y Clavel (2004) con las leguminosas comerciales *A. pintoii*, *N. wightii*, *C. ternatea* y *S. guinansis*. Se aprecia que los estudios han tomado en consideración el empleo de leguminosas comerciales; sin embargo, se pudiera estudiar la factibilidad de desarrollar investigaciones “*in situ*” a partir del germoplasma nativo o naturalizado de estas especies que se desarrollan dentro de estos agroecosistemas, de tal forma que se posibilite confirmar los beneficios que se le conceden a estas especies de leguminosas y profundizar, a partir de su identificación y caracterización, en las bondades que se le atribuyen sobre la protección del suelo y por consiguiente, al posible mejoramiento de algunas de sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

III. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La etapa experimental abarcó tres momentos: - el primero donde se realizó la prospección y colecta de leguminosas naturalizadas en áreas de cítricos; - el segundo la caracterización agronómica del germoplasma colectado y, -el tercero la determinación de los efectos de cada variante experimental de protección al suelo sobre algunos indicadores físicos, químicos y biológicos del mismo, el control de arvenses, el rendimiento y la calidad del fruto cítrico.

El primer momento se desarrolló en el período comprendido de diciembre a marzo en los años 1996, 1997 y 1998, en áreas de producción pertenecientes a la Empresa Cítrico- Ciego de Ávila en el municipio de Ciego de Ávila, ubicada al norte de la provincia de Ciego de Ávila; sus límites son, al norte con las áreas cañeras de la Empresa Azucarera “Ciro Redondo”, al sur con áreas ganaderas de la Empresa Pecuaria Ruta Invasora, al este con la carretera Ciego de Ávila – Morón y al oeste con las áreas cañeras pertenecientes a la CPA “La Virginia”. Esta Empresa ocupa un área de 8 227 ha y se dedican fundamentalmente al cultivo del cítrico 5 202 ha: de ellas 3 762 ha de naranja (*Citrus sinensis*); el resto corresponden a otras especies cítricas.

El segundo momento de la investigación se realizó en áreas pertenecientes a la Cooperativa de Producción Agropecuaria “José Martí”, ubicada geográficamente en el mismo sitio que la Empresa antes referida.

La producción cítrica de la Empresa se centra en las especies de toronja y naranja, principalmente. Esta última especie basa su producción en la variedad *Valencia late*, establecida sobre diferentes tipos de suelos (Ferralítico Rojo compactado, Ferralítico Rojo nodular ferruginoso, Ferralítico Rojo hidratado, Ferralítico Amarillento lixiviado típico y Fluvisol diferenciado). De éstos, el primer tipo representa el 67.22 % del total del área en que se planta dicha fruta cítrica y según la caracterización realizado por la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes poseen, como promedio pH 5.7, contenidos de 8.6 mg. kg⁻¹ de P₂O₅ y de 0.55 cmol. kg⁻¹ de K₂O, mientras que la materia orgánica es del 2.80 % (MINAG, 1997).

Las condiciones climatológicas que prevalecieron durante los 3 años de muestreo se pueden observar en la Figura III.1.

La información brindada permite inferir que el régimen pluviométrico de la zona es alto con registros de 1 538.8, 1 709.49 y 1 443 mm.año⁻¹ durante los diferentes años experimentales. La temperaturas medias del aire fueron de 24.7, 25.5 y 25.1 °C para los años 1996, 1997 y 1998, respectivamente, con una humedad relativa media general, en cada año, de 80.3 %, según el Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila (INSMET, 1998).

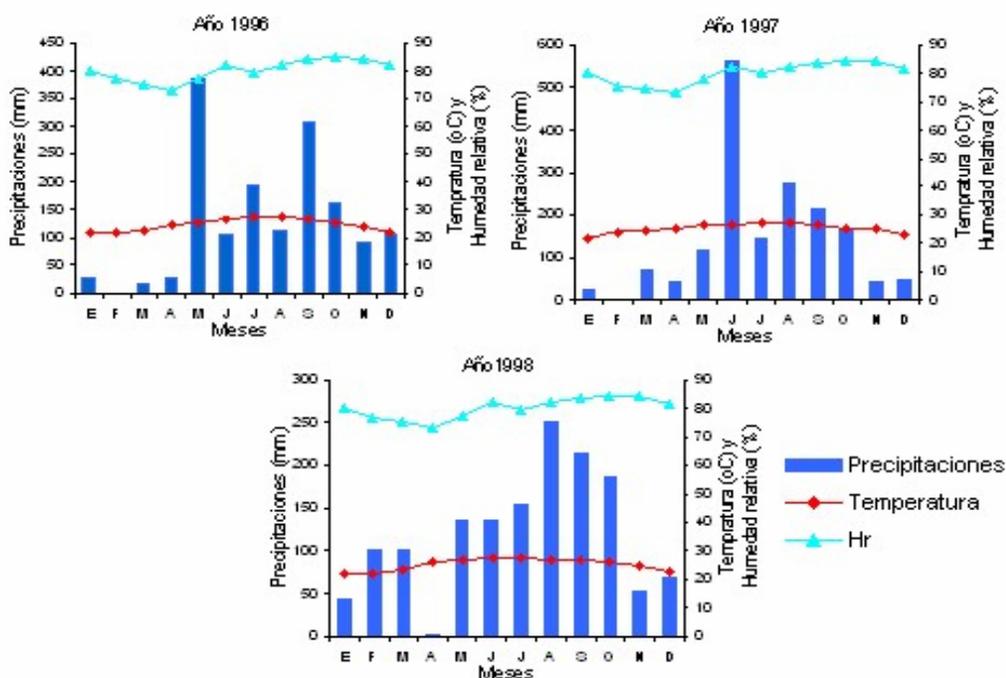


Figura III.1. Comportamiento de las variables climatológicas en el área experimental durante la prospección y colecta de especies leguminosas.

III.1. PARTICULARIDADES DEL PRIMER MOMENTO EXPERIMENTAL: PROSPECCIÓN Y COLECTA DE LEGUMINOSAS NATURALIZADAS EN ÁREAS DE CÍTRICOS.

III.1. 1 Características del área de colecta en campos plantados con la especie citrícola (*Citrus sinensis* L. Osbeck).

Con el propósito de coleccionar e identificar leguminosas naturalizadas y determinar su distribución con respecto a las condiciones edáficas y a la especie citrícola, se realizaron prospecciones utilizando la metodología de Hernández y Hernández (1991), adaptada para áreas de frutales.

Se utilizó un mapa de suelo a escala de 1: 25 000 para definir los transectos, la ubicación de los campos, así como los tipos y subtipos de suelos. Las áreas prospectadas pertenecían a la especie *Citrus sinensis*, conformadas por campos típicos de 300 x 150 m, muestreándose el 20 % del área total de la dicha especie, por lo que la prospección se realizó en 167 campos. Se trazaron dos transectos en cada campo, realizándose las evaluaciones en Zig –Zag en dos diagonales.

De acuerdo a datos brindados por la Subdirección de Agrotécnia de la empresa (Borroto, 1998), las plantaciones prospectadas tenían como promedio 17 a 21 años de establecidas a una distancia de 8 x 4 m. Sólo el 32.07 % del área total de la entidad se beneficia con riego (por aspersión), aplicándoseles las normas e intervalos establecidos para cada especie cítrica. El rendimiento promedio de estas plantaciones osciló entre 11 y 14 t.ha⁻¹.

Durante el primer año de la prospección (1996) y siguiendo lo establecido para áreas cítricas se realizaron doce chapeas en el año de forma mecanizada al área, en las calles, mientras que en el año 1997 y 1998, motivado por las particularidades durante el proceso de prospección y con la finalidad de no entorpecer el desarrollo natural de las especies a coleccionar, se realizaron sólo cinco chapeas al área objeto de análisis (dos en el periodo poco lluvioso y tres durante el lluvioso). La altura del corte osciló a 5 cm de la superficie del suelo.

III.1.2 Descriptores empleados en la colecta.

Para la caracterización “*in situ*” de las especies coleccionadas se tomaron en consideración los descriptores propuestos por Álvarez *et. al.*, (1997).

- Localización: la preferencia o no de crecer bajo la copa de los árboles (BC) o entre la calle de éstos (C).
- Hábito de crecimiento: Se agruparon en correspondencia con los siguientes grupo: procumbente (P), rastrero (R), voluble (V), erecta (E).
- Forma de los foliolos: aovados (A), elíptica (El), lineales (L), romboides (Rb), ovaladas (O), oblicuas (Ob).
- Vigor: Se valoró, atendiendo a la morfología, estado y densidad de la especie. Para ello se agruparon en: (1) poco vigoroso; (2) vigor aceptable; (3) muy vigoroso.

- Fenofase: El estadio de desarrollo de la especie colectada, se confirió de acuerdo a las siguientes denominaciones: (0) floración plena; (+) semilla verde; (#) semilla madura.
- Nódulos: Con nódulos (X), sin nódulos (-).

De esta forma a cada especie colectada además de los indicadores antes referido se le determinó:

- Frecuencia de aparición absoluta en plantaciones de naranja *Valencia late*. Número de veces en que se repitió la especie, según su presencia en el área de muestreo.
- Frecuencia de aparición absoluta por tipo de suelo. Suelo donde se encontraba establecida la especie colectada, basado en la información ofrecida por la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes (MINAG, 1997).
- Vegetación acompañante. Se determinó el número de especies que aparecían asociadas en el área de muestreo. Para ello se empleó un marco de 1 m², cuantificándose el número de especies existentes dentro del mismo.

Cada muestra obtenida fue identificada y registrada en una planilla de prospección confeccionada al efecto, a la cual se le adicionaron otros caracteres que facilitan el proceso de identificación de las especies presentes, tal como se plasma en el Anexo 1.

III.1.3 Método de colecta.

Se empleo la inspección visual para recolectar todo el material de leguminosas naturalizadas, con características promisorias para ser utilizadas en el manejo de agroecosistemas cítricos.

Cuando la misma especie se repitió dos o más veces, sólo se tomaron como muestras aquellas que presentaban rasgos morfológicos marcadamente diferentes y con distinta vegetación acompañante con lo que se pretendió alcanzar una variabilidad aceptable. La agrupación de las leguminosas colectadas se realizó tomando en consideración los siguientes aspectos: frecuencia de aparición y capacidad asociativa para cada especie en particular.

III. 2. PARTICULARIDADES DEL SEGUNDO MOMENTO EXPERIMENTAL: CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DEL GERMOPLASMA COLECTADO.

Las especies colectadas en las áreas de estudio se establecieron sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado basado en la clasificación de (Hernández *et. al.* 1999), donde no se habían realizado aplicaciones de fertilizantes ni herbicidas.

Las condiciones climatológicas que prevalecieron durante este período experimental se muestran en la Figura III.2.

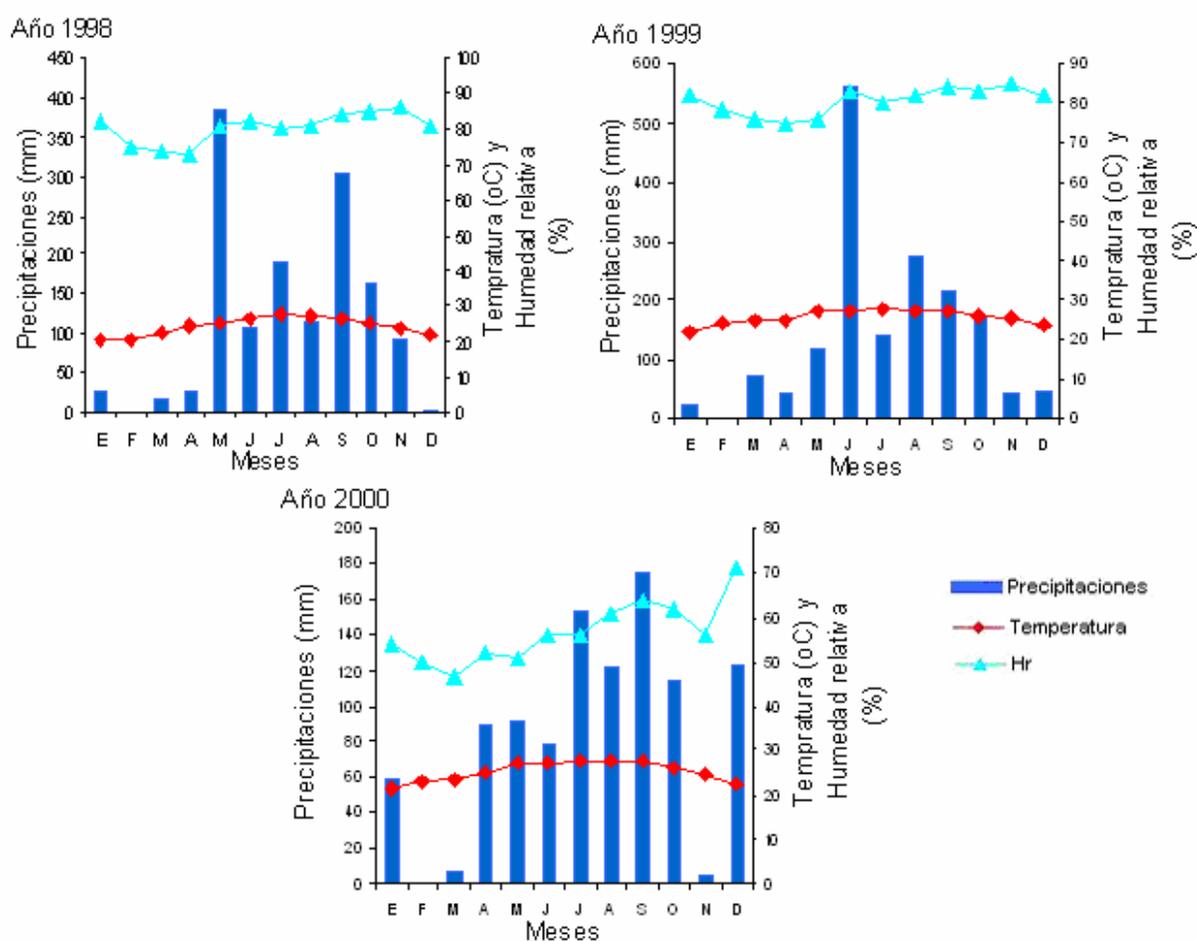


Figura III.2. Condiciones climatológicas de la zona experimental durante el período 1998 – 2000.

Se infiere que el régimen pluviométrico de la zona es alto, reportándose los meses de junio y septiembre como los de mayores precipitaciones, las temperaturas fluctuaron entre 20.6 a 27.6 °C, según las exigencias climáticas de las leguminosas, los valores de las variables evaluadas

se encuentran dentro del rango permitido para el adecuado desarrollo del cultivo (Skerman *et. al.*, 1991).

Cada especie de leguminosa colectada se estableció en una parcela de 3 m², separadas por calles de 2 m, distribuidas en tres réplicas al azar, siguiendo las recomendaciones expuestas en la Metodología para la introducción, colecta y selección de germoplasma forrajero de la EEPF "Indio Hatuey" (Machado *et. al.*, 1998).

Los 14 tratamientos empleados para la caracterización agronómica de las especies colectadas se muestran en la Tabla III.2.1.

III.2.1. Tratamientos empleados para la caracterización agronómica del germoplasma colectado.

Tratamiento	Especie de leguminosa
1	<i>Teramnus labialis (L. f) Spreng.</i>
2	<i>Centrosema virginianum (L.) Benth</i>
3	<i>Macroptilium atropurpureum (DC.) Urb.</i>
4	<i>Macroptilium lathyroides (L.) Urb.</i>
5	<i>Centrosema molle Mart.ex Benth (= C. Pubescens Benth)</i>
6	<i>Desmodium incanum (Sw.) DC.</i>
7	<i>Vigna vexillata (L.) A. Rich.</i>
8	<i>Aeschynomene americana L.</i>
9	<i>Calopogonium caeruleum (Benth.) Sauv.</i>
10	<i>Rhynchosia minima (L.) DC.</i>
11	<i>Lablab purpureus (L.) Sweet.</i>
12	<i>Desmathus virgatus (L.) Willd.</i>
13	<i>Galactia striata (Jacq.) Urb.</i>
14	<i>Mimosa pudica L.</i>

La preparación de suelo se realizó aplicando labores típicas del sistema tradicional, consistentes, en el caso específico de la investigación presente, en pase de grada, un nuevo pase de grada y el posterior surcado. Las semillas de cada especie de leguminosa fueron escarificadas por el método físico, según lo recomendado por González y Mendoza (1991); no se inocularon cepas de *Rhizobium*, pues se trata de un material silvestre y cuyas especificidades al respecto se desconocen. La siembra se efectuó en mayo de 1998 depositando tres semillas de cada especie de referencia por nichos, siendo dieciséis el número de éstos por parcelas, dispuestos en cuatro hileras separadas 70 cm de distancia y a una profundidad de siembra de 2 cm. El control de plantas indeseables en las parcelas y las calles se realizó de forma manual, toda vez que se consideró necesario.

III.2.2. Observaciones realizadas.

- Emergencia: a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de la siembra en cada parcela. Para ello se contabilizó el número de plantas emergidas por especies, expresándose en por ciento.
- Altura: se determinó la altura promedio (cinco puntos seleccionados) en cada parcela por especie, con una frecuencia quincenal a partir de los 35 días posteriores a la emergencia y hasta noviembre de 2000. Para ello se empleó una regla graduada en cm, la cual siempre se colocó de forma perpendicular a la superficie del suelo.
- Cobertura foliar: a partir de los 53 días después de la emergencia se midió el área cubierta por cada especie, y hasta noviembre de 2000, con una frecuencia quincenal. Para ello se empleó un marco de 1 m². Las especies de hábito de crecimiento rastrero, voluble y postrado, se unieron, según porcentaje de área cubierta en: grupo I: > 60 %; grupo II: >40 y < 60 % y grupo III: < 40 %, según recomendaciones de Machado *et. al.* (1998).
- Incidencia de plagas y enfermedades: se utilizó la metodología propuesta por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (Toledo, 1982).
- Fenología: cuando cada especie alcanzó la etapa reproductiva, se determinaron las fases fenológicas relacionados con la floración, el estadio de semilla verde y madura, estableciendo como patrón de referencia, para delimitar cada fenofase, el momento en

que aproximadamente el 50 % de las plantas presentes en las parcelas se encontraban en cada una de ellas; además se contaron los días a partir del momento en que se producía semilla verde después de la floración y semilla madura a partir de la formación de la semilla.

- Producción de semillas: en el momento de cosecha de cada especie evaluada, se colectaron las semillas maduras de la parcela. Una vez transcurrido el período poscosecha de estas semillas, se determinó la producción de semilla fértil (a partir de la producción de semilla total y el porcentaje de emergencia), expresándose éstas en kilogramos. ha⁻¹.
- Producción de materia seca: a cada especie de leguminosa se le efectuaron 5 cortes. En el período lluvioso éste se efectuó cada 60 días, mientras que en el poco lluvioso se realizó cada 90. Se consideró que para la realización del corte de homogenización debía estar cubierta el área en más de un 70 % por la especie de referencia y debían transcurrir 90 días después de ese momento para realizar el primer corte. Una vez cumplido estos requisitos, se determinó la producción de biomasa, expresándose en t. ha⁻¹ de MS.

Para validar la posible aceptación de las especies colectadas que presentaban un comportamiento más promisorio para ser utilizadas como coberturas en áreas cítricas, se incorporó, como criterio discriminante, los emitidos por el Comité Técnico Asesor de la Empresa Cítricos Ciego (MINAG, 1999), siendo éstos:

- ✓ Velocidad de establecimiento: Debe presentar un 70 % de cobertura foliar a los 6 meses después de la siembra.
- ✓ Capacidad de multiplicación. Relacionado con el porcentaje de emergencia de las especies y a la producción de semillas (considerándose adecuada para estos sistemas 100 kg.ha⁻¹).
- ✓ Altura máxima de la cobertura entre 20 y 30 cm, para lo cual se debe garantizar cinco chapeas anuales.

III.3. PARTICULARIDADES DEL TERCER MOMENTO EXPERIMENTAL: DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS VARIANTES EXPERIMENTALES DE PROTECCIÓN AL SUELO SOBRE ALGUNOS INDICADORES BIOLÓGICOS, QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL MISMO, EL CONTROL DE ARVENSES, EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL FRUTO CITRÍCOLA.

Como resultado de la comparación entre las especies colectadas en la fase anterior de acuerdo a los índices agroproductivos evaluados, más la inclusión de los criterios de los especialistas (productores citrícolas), se seleccionó la leguminosa de mejor comportamiento para ser empleada como cobertura, siendo ésta *Teramnus labialis*, razón por la cual se prescindió de las demás.

Por tal motivo se subdividió este momento experimental en dos etapas: - la primera donde se evaluó el comportamiento fisiológico de las coberturas con *Teramnus labialis* y natural y se determinó el efecto del tipo de cobertura sobre el control de arvenses y potencial de deposición de hojarasca. La segunda etapa tuvo como objetivo determinar la influencia de las tres alternativas estudiadas sobre algunas propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo, el rendimiento y la calidad de la naranja. La anterior distribución de variantes experimentales se muestra a continuación:

Variantes experimentales	
Primera etapa	Segunda etapa
Cobertura de <i>Teramnus labialis</i> (T1)	Cobertura de <i>Teramnus labialis</i> (T1)
Cobertura natural (T2)	Cobertura natural (T2)
	Suelo desnudo (T3)

Para ello se desarrolló un experimento durante los años 2001- 2005, en áreas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria “José Martí “, en Ceballos, Ciego de Ávila, en una plantación de naranja *Valencia late* (*Citrus sinensis* L. Osbeck), en producción, con 22 años de edad, establecida a 8 x 4 m de distancia, sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado eútrico (Hernández *et. al.*1999), correlacionado con Rhodic eustrustox de la Soil Taxonomy (Soil

Survey Staff, 2003) y con Rhodic Ferrasol de la World Referente Base (Driessen *et. al.* 2001), representando este subtipo de suelo el 67.22 % de los presentes en la Empresa, con pH medio de 5.7, materia orgánica de 2.80 % y contenido de P₂O₅ y K₂O de 0.80 y 20.5 mg en 100 g de suelo, respectivamente. El suelo, de acuerdo a su composición granulométrica (Anexo 2) se considera arcilloso.

Los datos climáticos que se ofrecen en la Figura III.3, provienen de la Estación Agrometeorológica 78346 de Ciego de Ávila, la cual esta ubicada a los 21° 47' de Latitud Norte y 78° 47' de Longitud Oeste, a una altura de 26.39 msnm.

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Independientemente del tratamiento evaluado, cada réplica estaba conformada por una parcela de 64 m², que incluía dos árboles de cítrico y sus dos calles colindantes. La muestra tomada en cada réplica/tratamiento correspondió al 5 % de la parcela, según recomendaciones de Pérez-Carmenate (1998).

Para lograr el establecimiento de la leguminosa, se empleó el sistema de preparación de suelo propuesto por Pérez-Carmenate (1998), consistente en realizar 15 días antes de la siembra una aplicación de herbicida (Glyphosate a dosis de 5 L.ha⁻¹), luego un pase de grada ligera de 540.5 kg, la siembra a voleo y posteriormente una grada ligera para garantizar la incorporación de las semillas.

La siembra de la leguminosa se efectuó en mayo de 2001, escarificando las semillas y sin proceder a la inoculación con *Rhizobium*, con una densidad de 2.5 kg.ha⁻¹ de semilla pura germinable (SPG), aplicándose 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simple como portador mineral), de acuerdo a lo establecido por Pérez y Rolo (1998).

Durante la fase de establecimiento se realizaron tres labores de escardas manuales para el control de las plantas arvenses, al mismo tiempo en que se cortaron las ramas apicales de la leguminosa, evitando que trepan el árbol, hasta lograr un área cubierta por ésta superior al 70 %.

III. 3.1. Primera etapa: comportamiento fisiológico de las coberturas con *Teramnus labialis* y natural en un agroecosistema cítrícola. Efecto de la cobertura sobre el control de arvenses y potencial de deposición de hojarasca.

III. 3.1.1. Altura de las coberturas. Se empleó una regla graduada y se determinó la altura promedio (cinco puntos) en cada réplica por tratamiento, con una frecuencia quincenal de evaluación, a partir de las 4 semanas después de la siembra, expresándose en m.

III. 3.1.2. Área cubierta por las coberturas. Con una frecuencia quincenal, a partir de 4 semanas después de la siembra, se midió el área cubierta por cada tratamiento, con el auxilio de un marco de 1 m², expresándose en (%).

III. 3.1.3. Producción de materia seca por las coberturas. Después de establecida la leguminosa (cuando más del 70 % del área estaba cubierta), se realizó el corte de homogenización en las parcelas. Después de este corte, cada 90 días en período poco lluvioso y 60 días en el lluvioso, se realizó el corte de la cobertura para cada tratamiento a una altura de 10 cm de la superficie del suelo, en un área de 1 m² de cada réplica. La masa verde total de dicho m², se pesó y de ella se tomó una muestra de 250 g que fue llevada a una estufa a 105 °C durante 72 horas y por diferencia de peso se calculó el porcentaje de materia seca.

III. 3.1.4. Control de arvenses por las coberturas. Los muestreos se realizaron en dos tratamientos (cobertura de *T. labialis* y natural), utilizando el método de los pasos (Anon, 1980), cada 30 días durante los primeros cuatro meses y posterior a este momento cada 60 días.

III. 3.1.5. Potencial de deposición de hojarasca de ambas coberturas y transferencia de nutrientes. Se determinó el potencial de hojarasca para lo cual se tomaron muestras con un marco de 0.25 m² en cuatro puntos de la parcela, determinándose su producción en (kg.ha⁻¹). Los aportes de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio se determinaron siguiendo la misma metodología que el escogido para el análisis foliar de las hojas de cítrico (ver acápite III.3.4.1. Contenido foliar), a partir del cual se calculó, por inferencia el potencial de transferencia de los nutrientes, expresándose en kg.ha⁻¹.

III.3.2. Segunda etapa: efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades del suelo, el rendimiento y la calidad del fruto cítrícola.

Las modificaciones propiciadas sobre algunas propiedades biológicas, químicas y físicas con el empleo de tres alternativas de protección del suelo: cobertura con la leguminosa *T. labialis*; bajo cobertura natural y suelo desnudo, en plantaciones de naranja *Valencia late*, se presentan comparativamente entre ellos, para cada indicador estudiado.

III.3.2.1. Sobre algunas propiedades biológicas del suelo.

- **Macrofauna del suelo.**

Para realizar el estudio se seleccionó al azar un punto de muestreo en cada parcela, de acuerdo con la metodología TSBF propuesta por Anderson e Ingram (1993). Cada sitio en que se realizaron los conteos para cada variante experimental estuvieron replicados tres veces, siendo dichos sitios o lugares los siguientes: el primero, en la parte superficial del suelo, después de retirada la hojarasca y denominado con igual nombre; el segundo y tercero se efectuaron al realizar excavaciones con dimensiones de 25 x 25 x 20 cm, denominándose primera y segunda profundidad, correspondiendo los primeros 0.10 m a la primera y de ésta a 0.20 m, la segunda. La macrofauna fue separada, contada e identificada a nivel de orden en cada momento de evaluación. La biomasa se determinó en una balanza digital en el de laboratorio. Todas las evaluaciones se realizaron con una frecuencia semestral y al finalizar el tercer año después de establecida la cobertura de leguminosa, se realizó la sumatoria de los individuos y biomasa producida por cada variante experimental y réplica, determinándose el número promedio, en ambas variables, correspondientes a cada tratamiento, procesándose estadísticamente los mismos.

III. 3.2.2. Sobre algunas propiedades químicas del suelo.

Las propiedades químicas del suelo evaluadas se realizaron en muestras tomadas a las profundidades de 0.00 - 0.20 m en cada tratamiento, en 20 puntos de cada parcela en los tratamientos antes referidos, con frecuencia semestral; las muestras fueron secadas al aire y tamizadas a 0.5 mm, realizándose las determinaciones según criterios que establece el Manual de Técnicas Analíticas para el Análisis de Suelo, Foliar, Abonos Orgánicos y Fertilizantes Químicos (INCA, 1999).

- Materia Orgánica. Método colorimétrico, utilizando el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$ 0.1mol.L^{-1}), como oxidante y el ácido sulfúrico (H_2SO_4), como deshidratante.
- Determinación del pH en agua. Método potenciométrico. Relación suelo:agua 1:2.5 y tiempo de agitación de 5 minutos.
- Determinación del fósforo disponible. Método de Oniani. Solución extractiva de ácido sulfúrico (H_2SO_4 0.05 mol.L^{-1}) y tiempo de agitación de 5 minutos. Lectura colorimétrica.
- Cationes intercambiables. Método de Schatchabel. Extracción con acetato de amonio (1 mol.L^{-1}). El Ca^{2+} y el Mg^{2+} se determinaron por complexometría, El K^+ se determinó por fotometría de llama.
- Capacidad de intercambio catiónico, (Valor T). Saturación del complejo adsorbente con una solución de acetato de calcio (1 mol.L^{-1}) del que se valoró una alícuota de 25 ml con una solución de EDTA a 0.01 mol.L^{-1} .

III. 3.2.3. Sobre algunas propiedades físicas del suelo.

Las determinaciones de las propiedades físicas evaluadas se realizaron en cada tratamiento, en las que se tomaron muestras de suelo a la profundidad (0.00 - 0.20 m), según establece Lorenzo (1992), transcurrido el primer año experimental y al cuarto año de establecido el experimento. Las variables evaluadas fueron:

- Densidad del suelo (d_v): Se utilizó el método de los cilindros cortantes según Kaúrichev (1984), los cuales se introdujeron en el suelo a las profundidades de estudio, y se determinó posteriormente su contenido de humedad:

$$d_v = \frac{m_s}{v_t}$$

Donde: m_s : masa de suelo seco ; v_t : volumen total del cilindro

- Densidad de la fase sólida (ρ_s): Por el método del picnómetro (Kaurichev, 1984), utilizándose como fórmula:

$$\rho_s = \frac{m_s}{v_s}$$

donde: m_s = masa de suelo seco; v_s = volumen de la fase sólida del suelo.

- Humedad a capacidad de campo según Kaurichev (1984).
- Porosidad total o volumen total de poros (P_t): según Kaurichev (1984), a través de la ecuación:

$$P_t = \left(1 - \frac{\rho_s}{d_v}\right) \times 100$$

donde: d_v : densidad de suelo; ρ_s : densidad de la fase sólida.

- Porosidad de aireación (V_a): cálculo a partir de la porosidad total y la humedad de capacidad de campo:

$$V_a = P_t - d_v * W_{cc}$$

donde la W_{cc} (humedad a capacidad de campo) se determinó por el método de campo, inundando con agua una parcela de suelo representativa del área de estudio.

- Coeficiente de estructura (K_e): método de Sávinov según Kaurichev (1984), de los resultados de este análisis se determinó el coeficiente de estructura (K_e)

$$K_e = \frac{c}{g}$$

Donde: c : contenido de agregados de diámetro comprendidos entre 10 y

0.25 mm; g : agregados de diámetro > 10 mm < 0.25 mm.

- Estabilidad estructural: tamizado en húmedo, resultando el % de agregados estables al agua (A_e) > 0.25 mm.

- Velocidad de infiltración del agua: método de los anillos concéntricos, con humedad inicial del suelo correspondiente al límite productivo.

III.3.2.4. Efecto de las variantes experimentales sobre el árbol de cítrico.

III. 3.2.4.1. Contenido foliar N, P, K, Ca y Mg en los árboles de cítricos al finalizar el cuarto año de establecido el experimento.

En la determinación del nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio de las hojas del cítrico, se tomaron hojas de las ramas fructíferas de la zona exterior a la altura media de la copa, conformándose cada muestra por 25 hojas procedentes de la zona norte, sur, este y oeste.

El nitrógeno y el fósforo se determinaron por colorimetría, en el primer caso se empleó el reactivo Nessler; mientras que para el segundo se utilizó el molibdato de amonio en presencia de ácido aminonaftol sulfónico. El potasio se determinó por fotometría de llama y el calcio y magnesio por complexometría, la digestión se realizó utilizando ácido sulfúrico concentrado, empleando selenio como catalizador.

III. 3.2.4.2. Rendimiento agrícola.

En el momento de la cosecha se determinó el peso total de los frutos de los árboles que constituían cada replica, expresándose en $t.ha^{-1}$.

III. 3.2.4.3. Análisis de calidad de los frutos cítricos.

Se determinó el contenido de sólidos solubles totales (%) por refractometría, contenido de acidez por el método potenciométrico y la relación sólidos solubles/acidez o Índice de madurez.

III.4. Análisis estadísticos.

A partir de los valores observados por años, se obtuvo la distribución de frecuencias absolutas y la adaptabilidad edáfica de las especies colectadas; mientras que para interpretar su distribución con respecto a la vegetación acompañante, dentro de estos agroecosistemas, se empleó el análisis de BILOT según Varela (2002).

Se utilizaron las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov y el Test Levene para comprobar supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas,

respectivamente. En la fase de caracterización agronómica del germoplasma colectado de leguminosas la variable de origen binomial (porcentaje de emergencia) fue transformada por el $\arcsen \sqrt{\%}$. Posteriormente al porcentaje de emergencia, altura, y comportamiento estacional de la biomasa se le realizó un análisis de varianza simple. La existencia o no de diferencias entre las medias de las especies, se corroboró a través de la prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Con el objetivo de agrupar las especies en clases y analizar el comportamiento de las leguminosas, según los criterios de selección establecidos, se empleó el análisis de conglomerados (Cluster Analysis). Para la formación de las clases se tomó como criterio el valor del cociente producto de la división de la varianza interclase y la varianza total. Para interpretar los resultados de la partición se comparó la media de cada clase con la media total ponderada. En todos los casos en que la media del grupo formado, para esa variable, supera la media poblacional ponderada, se consideró positiva; mientras que cuando era inferior se consideró negativa, excepto en la variable altura (indicador que se considera mejor cuando no sobrepase los 30 cm). De esta forma, la contribución positiva o negativa de las variables a la formación de los grupos se determinó considerando como 100 % el número total de variables y por proporciones, el valor porcentual con relación al total. Para todas estas operaciones se usó el paquete estadístico STATITCF Versión 4.

Con el fin de comparar las evaluaciones realizadas a ambas coberturas (*T. labialis* y natural), en cuanto a el porcentaje de área cubierta, altura, producción de biomasa estacional y aporte de nutrientes, se empleó la prueba t'Students con un nivel de significación del 95 %.

A los valores detectados en las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo así como al rendimiento del cítrico, se les realizó un análisis factorial. La existencia o no de diferencias entre las medias de los tratamientos, se corroboró a través de la prueba de Tukey para $p < 0.05$. Todos los análisis se realizaron con ayuda del paquete estadístico STATGRAPHIC versión Plus 5.0, soportada sobre el sistema operativo Windows.

III.5. Valoración económica de los resultados.

Para el cálculo y evaluación del efecto económico de los resultados se tuvo en cuenta lo referido en la Ley 38 (ANIR, 1982), la cual establece los procedimientos e indicadores que deben ser utilizados para inventivas, innovaciones y racionalizaciones. El efecto económico se calculó como incremento de los beneficios o utilidades, y sólo fue valorada la información relevante, es decir, aquella que tiene carácter de futuro y que difiere motivada por la variante experimental que se estudia. En este caso particular se consideró aquella que se estableció como diferencia respecto a lo tradicionalmente utilizado en la producción cítrica.

El sistema de indicadores utilizado se describe a continuación, según información del Departamento Económico de la CPA "José Martí, lugar donde se realizó la investigación, ofrecida por Pino (2006), siendo ésta:

- Rendimiento total. Rendimiento agrícola en $t.ha^{-1}$ de cítrico, para cada tratamiento.
- Ingreso por venta \$(I.V). Valor obtenido al multiplicar el rendimiento agrícola ($t.ha^{-1}$) por el precio de venta de una tonelada de cítrico.
- Precio de venta de la tonelada de cítrico (CUP): \$158.70.
- Costos de la producción (CUP). Se determinó a partir de la relación que se establece entre el costo de producción de una hectárea de cítrico con respecto al rendimiento obtenido.

Costo de Producción=Costo de Producción de una hectárea / Rendimiento

Donde:

El costo de producción de una hectárea incluye costos de preparación de suelos y compra de semilla, labores culturales (aplicación de herbicidas, limpia manual y mecanizada), riego, compra y aplicación de fertilizantes.

- Costo de Producción de una hectárea de cítrico con cobertura de *Teramnus labialis*

(1er.año): \$ 1377.00

(4to.año):\$ 604.37

- Costo de producción de una hectárea de cítrico con cobertura natural

(1er año):\$ 1323.83

(4to año): \$ 939.12

- Costo de producción de una hectárea de cítrico sobre suelo desnudo

(1er año): \$2073.12

(4to Año): \$ 1359.32

- Utilidad o pérdida (\$): relación que se establece entre el ingreso por venta de las t.ha⁻¹ de cítrico producido y los costos de producción de una hectárea de cítrico, para cada alternativa evaluada empleada.
- Razón de utilidad: Relación que se establece entre la utilidad o pérdida con respecto a los ingresos por concepto de venta de cítrico, expresado en %.
- Razón de rentabilidad: Relación que se establece entre la utilidad o pérdida con respecto a los costos de producción de una hectárea de cítrico, expresado en %.
- Relación Costo/Beneficio: cociente obtenido de dividir el costo entre la utilidad de producción.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

IV. 1 PROSPECCIÓN Y COLECTA DE LEGUMINOSAS NATURALIZADAS EN ÁREAS DE CÍTRICOS.

Como se aprecia en la Tabla IV.1 las labores de prospección “*in situ*” permitieron detectar la presencia de 14 especies de leguminosas. De acuerdo con las observaciones de campo se constató, como peculiaridad, que todas estas especies mostraron preferencia por desarrollarse bajo la copa de los árboles de cítricos en su hábitat natural y disminuían su presencia, en cuanto a su localización, cuando se encontraban en la “calle”, es decir, entre las hileras del cultivo. Sólo cinco de las 14 especies colectadas, no se encontraron en la calle de los naranjos: *C. virginianum*, *C. caeruleum*, *D. virgatus*; *L. purpureus* y *V. vexillata*.

También se observaron diferencias morfométricas cuando las especies se desarrollaban en presencia o ausencia de sombra (esciófilo), en términos de los indicadores ancho y longitud de las hojas, correspondiendo los mayores valores, para ambos índices, cuando las leguminosas estaban bajo la copa de los árboles, lugar donde recibían menor incidencia de la luz solar. Similar comportamiento se observó en el vigor de estas especies.

Al respecto Smith y Whiteman (1993), refieren que el incremento del área de los folíolos, combinado con la disminución de su grosor y el aumento de la relación tallo/raíz es un mecanismo utilizado por las plantas para aumentar la capacidad de intercepción de luz y, por consiguiente, un incremento de la actividad fotosintética y un uso más eficiente de la luz. Tal afirmación tiene su basamento, según estos autores en que las leguminosas sembradas bajo la sombra posean un 60 % menos de parénquima de empalizada y un 40 % menos de parénquima esponjoso, lo que puede estar acompañado además por la reducción del ritmo de respiración y la capacidad de crecer más rápidamente que aquellas plantas expuestas a la luz directamente.

También Font Quer (1975), hace referencia a algunos aspectos que confirman esos hallazgos al plantear que las especies que se desarrollan bajo sombra poseen tejido de empalizada poco esponjoso o nulo, parénquima esponjoso, epidermis fina y espesor total escaso.

Por otra parte estudios realizados por Ludlow *et. al.* (1983), confirman que las plantas desarrolladas bajo la sombra, disminuyen el contenido de materia seca, la proporción de las hojas aumenta a expensas de las raíces, la relación tallo/raíz aumenta; así como la proporción de su superficie foliar, debido a que las hojas se hacen mayores y más finas.

Tabla IV.1. Caracterización "in situ" de las leguminosas colectadas.

No	Especies	Localización		Hábito de Crecimiento	Hojas					Vigor		Fenofase	Presencia de Nódulos
		BC	C		Ancho (cm)		Longitud (cm)		Forma	BC	C		
					BC	C	BC	C					
1	<i>D. incanum</i>	X	X	R	3.4	3	4.2	4	O	2	2	+/#	X
2	<i>R. minima</i>	X	X	V	2.2	2	3.5	3	Rb.	3	2	#	-
3	<i>T. labialis</i>	X	X	R	3	1.8	5.6	3.5	EL/A	3	2	#	-
4	<i>C. molle</i>	X	X	V	3.5	2.8	4	3	EL	3	3	O/#	-
5	<i>M. pudica</i>	X	X	P	2.1	0.8	4	1.5	L	2	2	#	-
6	<i>C. caeruleum</i>	X	-	V	8	-	12	-	Rb.	2	-	O/#	X
7	<i>G. striata</i>	X	X	V	4	2	8	5	P	2	2	+/#	-
8	<i>M. lathyroide</i>	X	X	E	2.4	1.5	5.4	3.8	A	1	2	#	X
9	<i>M. atropurpureum</i>	X	X	R	4	2.5	5.5	4	A	2	2	+/#	-
10	<i>L. purpureus</i>	X	-	V	5	-	8.5	7	A	3	-	#	-
11	<i>D. virgatus</i>	X	-	E	2.3	-	5	-	EL	3	-	O/+/#	-
12	<i>C. virginianum</i>	X	-	V	1	-	3	-	L/A	2	-	#	-
13	<i>V. vexillata</i>	X	-	V	6.5	-	12	-	Ob.	2	-	#	-
14	<i>A. americana</i>	X	X	E	0.8	0.5	8.2	7	L	2	1	O/#	-

Localización: bajo la copa (BC), Calle (C). **Hábito de crecimiento:** Procumbente (P), rastrero (R), voluble (V), erecta (E). **Forma de los folíolos:** aovados (A), elípticos (El), lineales (L), romboides (Rb), ovalados (O), oblicuas (Ob), **Vigor:** Poco vigorosa (1), vigor aceptable (2), muy vigorosa (3). **Fenofase:** Floración plena (0), semilla verde (+), semilla madura (#). **Nódulos:** Con nódulos (X), sin nódulos (-).

Investigaciones desarrolladas bajo otras condiciones corroboran los resultados hallados en esta etapa para alguna de las especies colectadas. Así Wong (1991), refiere que las especies *Arachis pintoi*, *C. molle*, *D. intortum*, *D. triflorum*, *C. mucunoides* y *Pueraria phaseoloides* se consideran tolerantes a la sombra. Reynolds (1994), al evaluar varias especies bajo la sombra intensa de cocoteros, observó que las gramíneas tienden a perder sus ventajas competitivas salvo excepciones, con lo que pueden llegar a ser dominados por las leguminosas, y señaló como leguminosas más adecuadas para estas condiciones a *C. molle*, *M. atropurpureum*, *P. phaseoloides* y *C. mucunoides*. Además observó que algunas especies de los géneros *Desmodium* y *Alysicarpus* se combinan en estrecha fitocenosis con las gramíneas, aunque consideró que una agrofitocenosis más eficiente se consigue cuando se incluyen las especies *S. guianensis* y *T. labialis*.

En el proceso de prospección y colecta realizado se observó que las especies *C. virginianum*, *C. caeruleum*, *D. virgatus*, *L. purpureus*, y *V. vexillata* no se comportaron como plantas heliófilas, razón por la cual no fueron colectadas en las calles de los cítricos.

En trabajos de colecta de germoplasma de leguminosas forrajeras realizados en Cuba por Álvarez. (2005), en diferentes zonas geográficas, indican que las especies *A. vaginalis*, *C. caeruleum*, *D. scorpiurus*, *D. incanum*, *G. striata* y *T. labialis* mostraban “mayor preferencia” por la sombra, dado por la mayor presencia de la leguminosa bajo estas condiciones, lo que fue confirmado por Machado *et. al.* (2005a), quienes consideraron que estas especies pueden constituir una valiosa opción para ser utilizadas en los sistemas agrosilvopastoriles debido, además de su adaptabilidad a condiciones esciófilas, a las ventajas que ofrecen en la conservación del suelo y como fuente de alimento para los animales.

Es interesante acotar que Ludlow (1978), observó que las leguminosas herbáceas que se desarrollan en los sistemas silvopastoriles han persistido a partir de su volubilidad y capacidad para lograr el acceso a la luz al “trepar” sobre la copa de los árboles.

Durante el estudio para la prospección y colecta de leguminosas naturalizadas se evidenció que las especies *C. molle*, *D. incanum*, *M. atropurpureum*, *M. pudica* y *G. striata* mostraron un vigor similar independientemente de la intensidad de la radiación solar, por lo permitió que pudiesen ser encontradas tanto debajo de la copa de los árboles como entre las hileras de éstos.

El comportamiento de *G. striata* durante la investigación desarrollada en el agroecosistema cítrico evaluado no coincide totalmente con lo informado por Álvarez (2002), quien la considera como una especie dependiente de la sombra, condición en la que mostró una marcada vigorosidad. Resultados similares refieren Machado *et. al.* (2005a), quienes siempre encontraron esta especie presente y con buen vigor cuando el grado de sombra fue de fuerte a muy fuerte en hábitat de la provincia de Guantánamo, donde predominan altas temperaturas y escasas precipitaciones.

Tales hallazgos revelan la presencia de un patrón contrastante existente en las diversas especies de esta familia, lo que constituye un elemento importante a tomar en consideración si se trata de identificar las especies con características más apropiadas para el establecimiento de las coberturas en las plantaciones cítricas.

En el momento de la colecta (febrero – marzo) las especies presentaban diferentes estadios fenológicos elemento que contribuyó a su identificación. En muchas de las especie existió predominio de semillas maduras, y en otras este estadio estuvo acompañado por semilla verde y/o floración plena, por lo que pudiera considerarse este momento como óptimo para coleccionar leguminosas dentro de ecosistemas cítricos. Este período es definido como una etapa óptima para la colecta de leguminosas herbáceas, según la metodología propuesta por Machado *et. al.*, (1999).

Uno de los aspectos que se recomienda evaluar dentro de un trabajo de prospección y colecta de leguminosas es la presencia de nódulos. La información plasmada en la Tabla IV.1 refleja que este proceso varió en las especies colectadas. Los resultados encontrados no concuerdan completamente con lo afirmado por Tang (1996), quien refiere que la mayoría de las especies de leguminosas pueden ser infestadas de forma natural por un gran número de cepas de *Rhizobium*. Sin embargo, en la colecta realizada sólo se observó nódulos en las especies *D. incanum*, *C. caeruleum* y *M. lathyroides*. El limitado número de especies noduladas pudo estar relacionado con la época en que se realizó la prospección (poco lluviosa), momento en el cual la población de estos microorganismos disminuye y en ocasiones no siempre encuentran condiciones propicias para la nodulación y/o que ésta sea efectiva.

La frecuencia absoluta de aparición de las especies colectadas en áreas de naranja (*Citrus sinensis*) y su distribución por años, se indica en la Tabla IV.2.

Al realizar un análisis integral de los resultados de la colecta, pudo comprobarse que se coleccionaron 14 especies pertenecientes a 12 géneros de leguminosas, con una frecuencia de

aparición total de 316 ocasiones. Las especies colectadas y que contribuyeron a una mayor frecuencia de aparición pertenecen a los géneros *Desmodium*, *Rhynchosia* y *Teramnus*, los que presentan los mayores valores absolutos.

Tabla IV.2. Frecuencia absoluta de aparición de las especies leguminosas colectadas, durante los años experimentales, en el agroecosistema de naranja *Valencia late*.

Especies	Frecuencia absoluta de aparición			Valor total absoluto
	Años experimentales			
	1er año	2do año	3er año	
<i>D. incanum</i>	13	33	31	77
<i>R. minima</i>	6	33	15	54
<i>T. labialis</i>	9	24	18	51
<i>C. molle</i>	12	20	5	37
<i>M. pudica</i>	16	10	9	35
<i>C. caeruleum</i>	7	14	-	21
<i>G. striata.</i>	-	-	12	12
<i>M. lathyroides</i>	4	3	-	7
<i>L. purpureus</i>	1	1	4	6
<i>M. atropurpureum</i>	-	-	6	6
<i>D. virgatus</i>	-	4	-	4
<i>C. virginianum</i>	3	-	-	3
<i>V. vexillata</i>	2	-	-	2
<i>A. americana</i>	1	-	-	1
Total	74	142	100	316

Los valores de aparición fueron mayores en los dos últimos años evaluados. Ello pudiera estar asociado, en primer lugar, a que en dicho período las áreas cítricas recibieron menor número de chapeas (de doce se redujeron a cinco), lo que pudo favorecer su presencia en estas áreas. Este comportamiento coincide con lo informado por Jardines *et. al.* (2000), quienes demostraron la existencia de una influencia negativa entre la defoliación frecuente y severa sobre la capacidad de rebrote, con una repercusión desfavorable en la persistencia de las plantas sometidas a tal manejo.

Por otra parte, la frecuencia de aparición de estas especies a través de los años, también pudiera estar relacionada con su respuesta fisiológica, ya que con la frecuencia de defoliación establecida durante los dos últimos años se garantizó que durante el proceso de fructificación, las especies lograran alcanzar las fenofases de floración, fructificación y caída de sus semillas en el suelo, las que pudieron distribuirse a través del agua de riego y el aire dentro del agroecosistema, y contribuir a su incremento y persistencia en el área. Otra posible causa que pudo contribuir a que la frecuencia de aparición haya aumentado durante el decursar del

tiempo lo es el hecho de aquellas especies que en los primeros momentos no se encontraron durante la etapa de colecta, una vez presentes las condiciones propicias, éstas permitieron su germinación a partir de los bancos de semillas existentes. Relacionado con este aspecto, Cavers (1983), afirmó que la mayoría del total de las semillas enterradas mueren en unos años, pero un significativo número de semillas de algunas especies en micrositios adecuados, pueden sobrevivir por décadas y después germinar y emerger como plántulas, lo que explica consecuentemente estos resultados.

Si se realiza un análisis comparativo entre los años de la colecta, es necesario destacar como en el segundo se registraron los valores más altos de la frecuencia de aparición de las especies en conjunto (142 en total), lo que pudo estar favorecido, por las condiciones climáticas imperantes en ese período, en el que ocurrieron las mayores temperaturas medias y las precipitaciones más abundantes. Ello confirma, una vez más, que las leguminosas forrajeras tropicales incrementan su aparición y desarrollo cuando las condiciones son favorables. Trabajos realizados por Reynold (1994), señalan que las especies *C. caeruleum*, *C. molle* y *D. ovalifolium* con precipitaciones 700 mm anuales, temperaturas superiores a 20 °C e intensidad luminosa superior al 74 % logran un incremento en sus frecuencias de aparición establecidas éstas en plantaciones de cocoteros.

En las condiciones de estudio, las especies de leguminosas con mayores valores de aparición a través de todos los años y que confirman su persistencia en el área, coincidieron con las mismas que presentaron los mayores valores absolutos (*D. incanum*, *R. minima* y *T. labialis*), especies estas que han sido colectadas prácticamente en toda Cuba (Menéndez, 1982), debido a su amplio rango de plasticidad. Sin embargo, *C. molle* aun cuando se detectó con menor frecuencia, mostró valores aceptables en términos de persistencia en las áreas de naranja durante este período, mostrando poblaciones más restringidas que las anteriores. Las especies *C. virginianum*, *A. americana*, *D. virgatus*, *M. lathyroides*, *M. atropurpureum*, *L. purpureus* y *V. vexillata* se catalogan como las menos frecuentes y persistentes en estos agroecosistemas, razón por la cual varias de ellas fueron colectadas en el primer y segundo año y no se detectaron en el tercero.

Menéndez (1982), hace referencia a que la persistencia de las leguminosas en un determinado agroecosistema, depende tanto de su fisiología como de su estructura. De ahí que las especies que poseen sus yemas y puntos de crecimiento más cercanos al suelo puedan soportar mejor el corte bajo y frecuente, sin afectar las yemas basales que constituyen sus puntos de crecimiento potenciales en el rebrote subsiguiente. Este argumento brindado por dicho autor

parece ser la causa del por que las bajas frecuencias absolutas de apariciones por algunas de ellas, pues muchas de ellas (*D. virgatus*, *M. lathyroides* y *A. americana*, entre otras), poseen un hábito de crecimiento erecto, razón por la cual presentan su mayor número de yemas en la parte aérea, lo que limita su capacidad para soportar las labores fitotécnicas que se llevan a cabo en estas fincas citrícolas, ya que estas destruyen un alto número de puntos de crecimiento. Otro argumento que permite explicar estas diferencias es el ciclo biológico, el que juega un papel decisivo, lo cual puede ser ejemplificado con *A. americana*, *M. lathyroides* y *V. vexillata*, especies anuales o bienales, donde sus poblaciones desaparecen virtualmente cuando cumplen sus etapas fenológicas normales y reaparecen posteriormente en función de la semilla que pasa a formar el banco de semilla del suelo.

De acuerdo al tipo de suelo donde se realizó la prospección y colecta de especies leguminosas, la frecuencia de aparición de las mismas, en áreas de naranja (*Citrus sinensis*), se presentan en la Tabla IV.3.

Tabla IV.3. Frecuencia de aparición de las leguminosas colectadas en los tipos de suelos prospectados en el agroecosistema de naranja *Valencia late*.

Especies	Frecuencia absoluta de aparición					Frecuencia absoluta total de aparición por especie
	Tipos de suelos					
	I	II	III	IV	V	
<i>D. incanum</i>	47	5	14	9	2	77
<i>R. mínima</i>	33	5	11	3	2	54
<i>T. labialis</i>	35	-	-	8	8	51
<i>C. molle</i>	20	3	7	2	5	37
<i>M. pudica</i>	25	3	5	-	2	35
<i>C. caeruleum</i>	15	-	-	6	-	21
<i>G. striata</i>	10	2	-	-	-	12
<i>M. lathyroide</i>	5	2	-	-	-	7
<i>M. atropurpureum</i>	3	-	2	-	1	6
<i>L. purpureus</i>	-	6	-	-	-	6
<i>D. virgatus</i>	1	1	1	-	1	4
<i>C. virginianum</i>	2	-	1	-	-	3
<i>V. vexillata</i>	1	-	1	-	-	2
<i>A. americana</i>	1	-	-	-	-	1
Frecuencia absoluta total de aparición por tipo de suelo	198	27	42	28	21	316

Tipos de suelo: I.-Ferralítico Rojo compactado II.- Ferralítico Rojo hidratado III.- Ferralítico Amarillento lixiviado típico IV.- Ferralítico nodular ferruginoso V.- Fluvisol diferenciado

Los suelos presentes en el área de la colecta pertenecen, en más del 70 %, al agrupamiento Ferralítico, razón por la cual la mayor cantidad de especies se desarrollaron en estos suelos. No obstante, al suelo Ferralítico Rojo compactado, correspondió el lugar en que más especies se desarrollaron.

Los suelos del agrupamiento Ferralítico se califican como óptimos para el desarrollo de las leguminosas (MINAG, 1997), al presentar buen drenaje general, mientras que el Fluvisol diferenciado muestra problemas con este indicador, lo que pudiese estar relacionado con la presencia de arcillas del tipo esmectítico, confiriéndole una mayor plasticidad y adhesividad en estas condiciones. Las limitaciones causadas por el drenaje interno y el encharcamiento del agua, no favorece la presencia de las leguminosas.

Resultados similares fueron señalados por Pérez y Álvarez (1997), cuando hicieron referencia de que las leguminosas prefieren los terrenos bien drenados, es decir, no prosperan en suelos pesados por la falta de oxígeno y alta humedad. Sin embargo, exceptúa de este comportamiento algunas especies como *Sesbania sp*, *Aeschynomene Sp*, *Pueraria phaseoloides*, *Canavalia* y *Vigna*, las cuales se adaptan a suelos de mal drenaje (Machado y Roche, 2004).

Por otra parte, se destaca que las especies *D. incanum*, *R. minima* y *C. molle*, mostraron buena plasticidad en suelos del agrupamiento Ferralítico, aspecto que se confirma por la alta frecuencia total de aparición en estos tipos.

Si se realizan algunas comparaciones interespecíficas, resulta interesante comprobar como *D. incanum* y *R. minima* mostraron preferencias por los suelos Ferralítico Rojo compactado y Ferralítico Amarillento lixiviado típico, aunque siempre estuvieron presentes en todos los agrupamientos en mayor o menor cuantía. Sin embargo, *T. labialis*, especie muy frecuente también en suelo Ferralítico Rojo compactado, se mostró ausente en los suelos Ferralítico Rojo hidratado y Ferralítico Amarillento lixiviado típico. La presencia de *T. labialis* en el suelo Ferralítico Rojo compactado corrobora lo expuesto por Paretas y Valdés (1990), quien considera a ésta como una especie que presenta buena adaptabilidad a este tipo de suelo.

Al realizarse un análisis de correlación (Tabla IV.4) se comprobó que la adaptabilidad de las especies a los diferentes tipos de suelo es amplia, pues a excepción del suelo Ferralítico nodular ferruginoso con un coeficiente de correlación bajo y sin significación ($r= 0.498$), las especies mostraron su plasticidad a los diferentes tipos de suelo. No obstante, y basado en el

mayor coeficiente ($r= 0.991$), se considera al suelo Ferralítico Rojo compactado como el más predominante donde se desarrollan las especies colectadas.

Lo anterior confirma lo planteado por Skerman *et. al.* (1991), quienes observaron que *C. molle* y *R. minima* mostraron un amplio rango de adaptabilidad, pues éstas se desarrollaban en un espectro de suelos que iban desde los arenosos hasta los arcillosos pesados. Similares resultados para *C. molle* informan Peters *et. al.* (2002). Autores como Schultze-Kraft (1997); Rodríguez, Flores y Schultze-Kraft (2003), destacan la adaptabilidad de *C. molle* a suelos ácidos.

Tabla IV.4. Matriz de correlación entre los tipos de suelo y la presencia de especies colectadas.

Indicador	Total	FRc	FRh	FAlt	FRnf	Fd
Total	1	0.991**	0.825**	0.809**	0.498 NS	0.624*
FRc		1	0.770**	0.818**	0.423 NS	0.629*
FRh			1	0.465 NS	0.638*	0.259 NS
FAlt				1	0.131 NS	0.564*
FRnf					1	0.023 NS
Fd						1

N=18; Total: número de especies totales colectadas; FRc: suelo Ferralítico Rojo compactado; FRh: suelo Ferralítico Rojo hidratado; FAlt: suelo Ferralítico Amarillento lixiviado típico; FRnf: suelo Ferralítico Rojo nodular ferruginoso; Fd: suelo Fluvisol diferenciado; * significación a $p<0.05$; ** significación a $p< 0.01$; NS: no significativa.

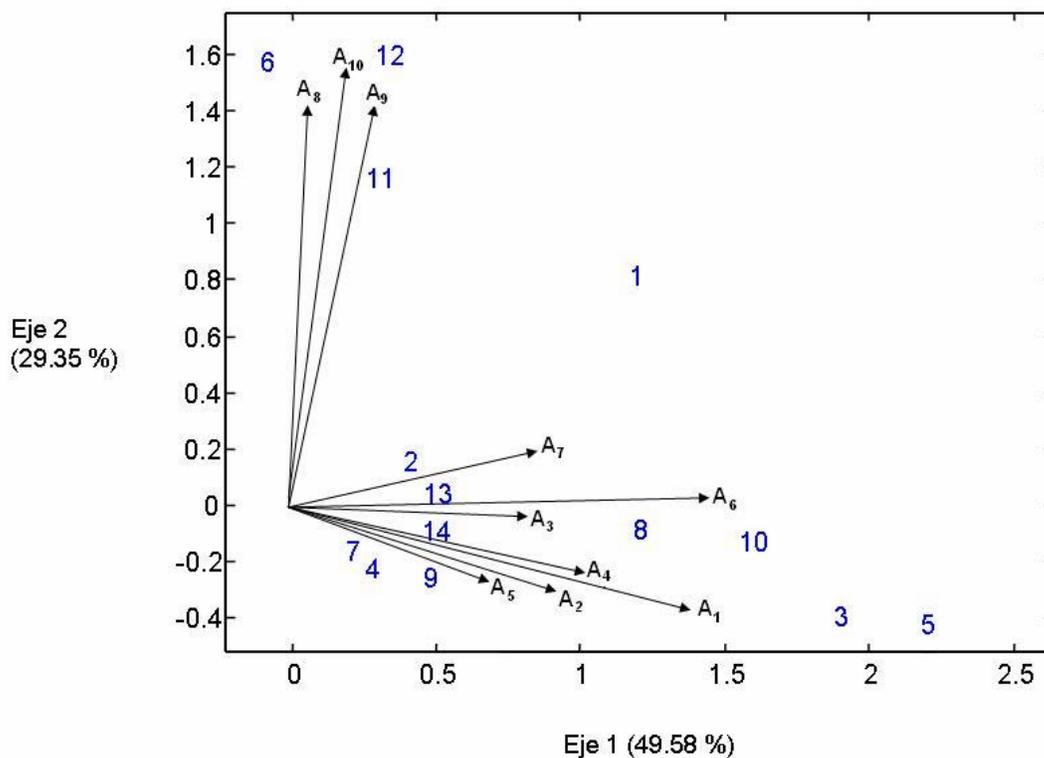
Por las razones antes expuestas es que Machado y Roche (2004), encontraron a *C. molle*, *R. minima* y *M. atropurpureum* en suelos del agrupamiento hidromórfico en praderas altas y bajas, en la región de Villa Clara.

Otra especie con gran plasticidad en cuanto a su adaptabilidad es *D. incanum*, pues según Jardines *et. al.* (2000), fue colectada en varios tipos de suelos, entre los que se destacan los Ferralítico Rojo y Pardos con Carbonato.

Esta disparidad en rangos de adaptabilidad mostrados por las leguminosas colectadas pueden estar asociados a los mecanismos de adaptación que poseen los individuos de las especies

vegetales, mediante los cuales pueden adecuar la información contenida en su genoma de acuerdo con las necesidades de sobrevivir en su entorno (Hidalgo, 2003) y de conformidad con sus preferencias y exigencias de recursos, asociados a los mecanismos de interferencia que se establecen entre las especies de una comunidad y otros efectos indirectos (Burton, 1993).

Los resultados del agrupamiento de las especies de leguminosas en relación con la vegetación acompañante se muestran en la Fig. IV.1.



Especies de leguminosas: 1. *C. molle*, 2. *C. virginianum*, 3. *D. incanum*, 4. *M.atropurpureum*, 5. *T. labialis*, 6. *R. minima*, 7. *A. americana*, 8. *C. caeruleum*, 9. *D. virgatus*, 10 *L. purpureus.*, 11. *M. lathyroides*, 12. *M. pudica*, 13. *V. Vexillata*, 14. *G. striata* . Vegetación acompañante:: A₁: *Dichantium annulatum*, A₂: *Paspalum notatum*, A₃: *Bothriochloa pertusa*, A₄: *Dichantium caricosum*, A₅: *Cynodon dactylon*, A₆: *Panicum maximum*, A₇: *Cenchrus ciliaris*, A₈: *Sorghum halepenses*, A₉: *Amaranthus viridis*, A₁₀: *Hyparrhenia rufa*.

Figura IV.1. Comportamiento de las leguminosas en relación con la vegetación acompañante, en el momento de la colecta, perteneciente a un agroecosistema de naranja *Valencia late*.

Como se aprecia las especies *R. minima*, *M. lathyroides* y *M. pudica* mostraron su mayor capacidad asociativa con *Sorghum halepenses*, *Amaranthus viridis* e *Hyparrhenia rufa*. De igual forma *T. labialis* y *D. incanum* se asocian muy bien a las gramíneas compuesta por especies cespitosas entre las que se encuentran *Dichantium annulatum*, *Paspalum notatum*, *D. caricosum* y *Cynodon dactylo*; mientras que *C. caeruleum* y *L. purpureus* prefieren asociarse a

las especies de porte macoloso y erecto como *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* y *Bothriochloa pertusa*.

C. virginianum, *M.atropurpureum*, *A. americana*, *D. virgatus*, *V. vexillata* y *G. striata* se comportan de forma similar con respecto a la vegetación acompañante y mostraron afinidad por especies cespitosas, en este caso fuertemente relacionadas con *P. notatum*, *B. pertusa*, *Dichantium caricosum*, *C. ciliaris* y *C. dactylon*. Mientras que *C. molle* mostró un comportamiento diferente al resto de las especies, al localizarse en todos los casos asociada con *A. viridis*, *C. ciliaris* y *P. maximum*.

La mayor o menor afinidad de una especie por otra depende de diversos factores, motivo por el cual la asociación varía. Muestra de ello es que Menéndez (1982), realizó una colecta en la zona central de Cuba, motivo por el cual consideró a las leguminosas *C. caeruleum*, *C. molle* y *M. atropurpureum*, como las de mejor habilidad asociativa al encontrarlas relacionadas con gramíneas de los tipos de referencias y otras especies presentes en las áreas prospectadas. Este mismo autor, en 1994 al referirse a la biogeografía de *Centrosema* en Cuba, ratificó que *C. molle* en la región central se asocia con otras especies pertenecientes al género *Centrosema*, así como gramíneas de diferentes hábitos de crecimiento, excepto a pastos cespitosos y mejorados. Por su parte Skerman *et. al.* (1991), señalan como positivo la interacción que se establece entre las leguminosas herbáceas forrajeras, con las gramíneas que forman césped y otras de porte erecto, citando como ejemplo a *Dichantium annulatum*, *Paspalum notatum* y *Panicum maximum*.

Este comportamiento también fue corroborado por Álvarez (2002), quién al coleccionar leguminosas en la región central del país observó la alta capacidad asociativa de las leguminosas con las gramíneas entre las que se destacaban *Cynodon nlemfuensis*, *Paspalum virgatus*, *P. notatum*, *Sacharum sp.*, *D. annulatum* y *Digitaria decumbens*. Autores como Calunga y López (2001), Pérez (2002) y Bacar (2005), en trabajos desarrollados en plantaciones cítricas demuestran la capacidad asociativa de las leguminosas con otras especies que se desarrollan dentro de estas áreas entre las que se destacan *Eleusine indica*, *Echinocloa colona*, *Brachiaria fasciculata*, *Parthenium hysterophorus*, *Sida acuta* y *Oxalis corniculata*.

Los resultados de la prospección y colecta realizada, inestables en su comportamiento, evidencian de cierto modo las influencias que pudieron ejercer las variables ambientales, y dentro de ellas la luminosidad, por el nivel de sombra que la plantación de cítrico crea a su alrededor, por cuanto sólo se desarrollaron en este hábitat las especies con tolerancia a la

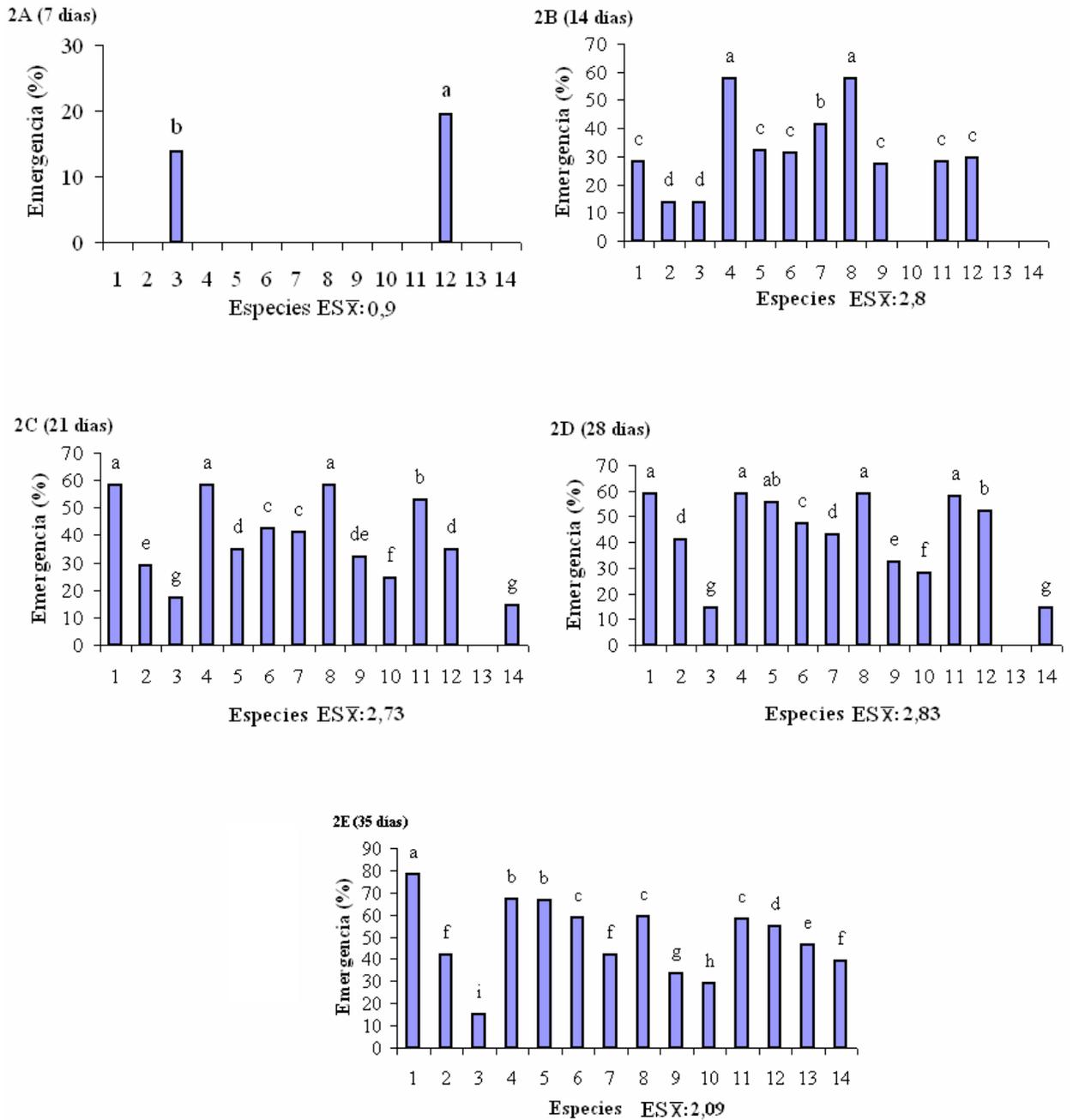
misma. No debe obviarse a las relaciones que se mantienen entre individuos en los microsítios en que estos se encuentran (Tilman *et. al.* 1997), lugar donde las plantas pueden adquirir recursos y/o utilizarlas en el proceso limitante del crecimiento, principalmente en la fotosíntesis. Lógicamente, no sólo en la fotosíntesis se manifiestan relaciones sinérgicas o antagónicas entre las especies de plantas, pues en la adquisición de nutrimentos también se presentan, así como las que se revelan entre las plantas y los microorganismos por estos nutrientes (Bowman y Conant, 1994).

Al crecer y desarrollarse las diferentes familias de plantas en un agroecosistema, el hombre, con su accionar puede modificar su hábitat. Por sólo mencionar algunas de estas actividades, es válido destacar el uso excesivo de maquinaria para las labores fitotécnicas, así como la aplicación de diferentes agrotóxicos, lo cual conlleva a cambios de la vegetación presente en estos agroecosistemas. La conjugación de factores rectorados por el hombre, con posibles efectos de modificación del clima, el mesoclima y aquellos que dependieron del suelo, de la disponibilidad de recursos y de las características inherentes a las especies y sus potencialidades, es que se les considera como los responsables de la diversidad en los resultados encontrados durante la colecta, tanto en años como en tipo de suelo.

La persistencia de *D. incanum*, *C. molle*, *R. minima* y *T. labialis* manifestado durante todo el período de prospección y colecta atribuido a sus características estructurales, vigor y hábito de crecimiento, permite contar con un germoplasma diverso, adaptado al agroecosistema estudiado, con potencialidades, adecuando su manejo fitotecnico, para ser utilizado como cobertura viva dentro de estas plantaciones citrícolas.

IV. 2. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DEL GERMOPLASMA DE LEGUMINOSAS COLECTADO.

En la Figura IV.2 se muestran los porcentajes de emergencia de las especies colectadas durante el período de establecimiento para caracterizar agronómicamente el germoplasma colectado. Se observa que en cada uno de los momentos evaluados (7-fig IV.2 A; 14- fig IV.2 B; 21- fig IV.2 C; 28 fig IV.2 D y 35 fig IV.2 E, días después de la siembra, respectivamente), existieron diferencias entre las especies. Sólo *M. atropurpureum* y *L. purpureus* emergieron en la primera semana de sembradas, mientras que el resto, a excepción de *D. virgatus*, *A. americana* y *M. pudica* requerían mayor tiempo, destacándose en esta tardanza *D. virgatus*, que emergió después de transcurrido los 28 días después de las siembra (dds).



1-*T. labialis*, 2-*C. virginianum*, 3-*M. atropurpureum*, 4-*C. molle*, 5-*D. incanum*, 6-*R. minima*, 7-*G. striata*, 8-*M. lathyroides*, 9-*V. vexillata*, 10-*A. americana*, 11-*C. caeruleum*, 12-*L. purpureus*, 13-*D. virgatus*, 14-*M. pudica*. ES X: error estándar de la media. Letras no comunes, para un mismo momento, difieren significativamente según Tukey ($p < 0.05$)

Fig. IV.2. Porcentaje de emergencia de las especies de leguminosas colectadas en áreas de naranja *Valencia late*, en diferentes momentos (días) después de la siembra (7, 14, 21, 28 y 35, respectivamente).

Al realizar una comparación entre las 14 especies colectadas en el último momento de evaluación (35 dds), la especie *T. labialis* superó estadísticamente al resto de las especies. A pesar de que las semillas de todos los tratamientos recibieron las mismas condiciones (escarificadas por el método de González y Mendoza en 1991; igual fecha, momento y requisito para la siembra) *A. americana* y *M. atropurpureum* mostraron los más bajos valores de emergencia.

La desigualdad en la velocidad de emergencia y cantidad de semillas que emergen se atribuyen a la heterogeneidad de los factores intrínsecos de cada una de las simientes de las especies comparadas.

Dentro de estos factores intrínsecos, la dormancia y una de sus causas (la inmadurez del embrión), se consideran como las más influyentes. Al respecto González *et. al.* (1998), no lograron el 100 % de eficiencia en la germinación de semillas al utilizar el método de escarificación conducente a contrarrestar la dureza de la testa de las simientes. Por su parte González y Mendoza (1999), comprobaron que el porcentaje de germinación de *L. purpureus* estuvo supeditado al período que transcurría entre el momento de la cosecha de sus semillas y el de la siembra, requiriendo dicha especie de 90 días después de la recolección para lograr una correcta germinación.

Estudios similares realizados para corroborar la relación entre el período entre que se cosechan las semillas y el tiempo requerido para que maduren fisiológicamente (dormancia), en especies de leguminosas han sido efectuados por Machado y Núñez (1994); González y Mendoza (1995) y Wencomo (2004), con *Leucaena leucocephala*; por Matías (1999) en *Albizia lebeck* y *S. guianensis* por González y Mendoza (1999a).

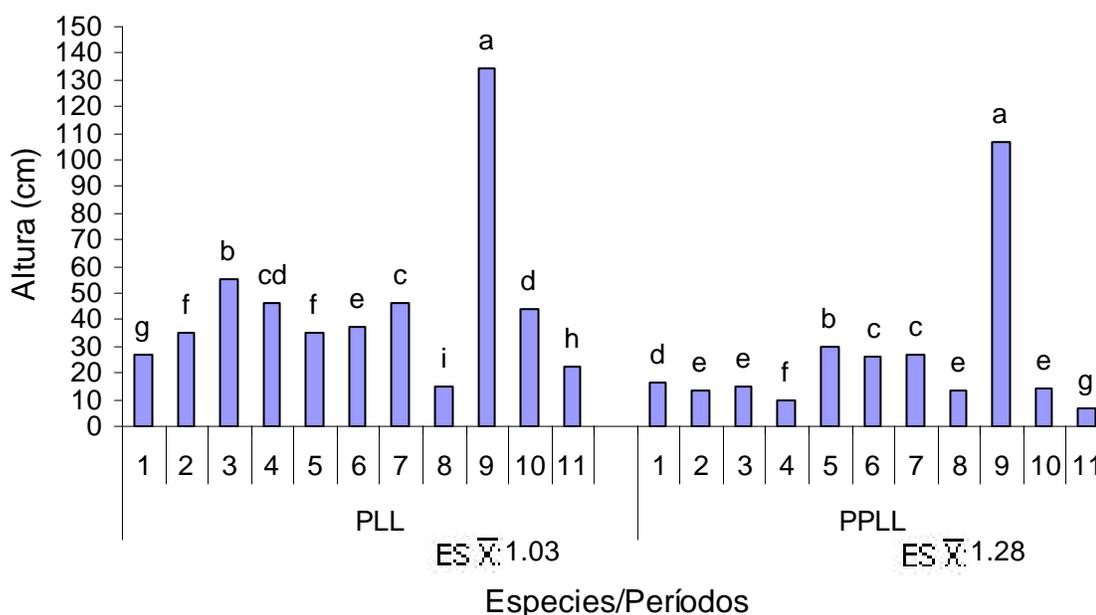
El aumento del número de semillas emergidas con el decursar del tiempo pudiera estar asociado a que las semillas se fueron resblandeciendo paulatinamente por el efecto que ejerce la humedad presente en el suelo, así como por el proceso de degradación que sufren las capas que las envuelven producto de la actividad generada por los microorganismos del suelo.

De acuerdo a los resultados experimentales, transcurridos los primeros 35 dds varias especies presentaron porcentajes de emergencia superiores al 60 %, cuantía satisfactoria para garantizar que, de realizarse un correcto manejo fitotecnico, puedan proliferar de manera natural dentro de este ecosistema citrícola. Válido es destacar que *T. labialis*, *C. molle*, *D. incanum* presentan, después de transcurrido un mes de la siembra los mayores valores, siendo

precisamente la emergencia uno de los aspectos que toman en consideración los productores cítricos que deciden introducir las leguminosas como coberturas vivas en sus áreas.

No sólo la capacidad de emergencia de las especies a introducir se toma en consideración por los productores, sino además, la altura que pudiese alcanzar dicha leguminosa a utilizarse, como cobertura, durante las épocas del año (lluviosa y poco lluviosa), aspectos que se muestran en la Figura IV.3.

Motivado a que las 14 especies colectadas, 11 de ellas presentaban hábito de crecimiento voluble y rastrero y sólo tres erectos, se decidió analizar el comportamiento de ambos tipos de hábitos por separado, sólo para el indicador altura.



1- *T. labialis*; 2- *C. virginianum*; 3- *M. atropurpureum*; 4- *C. molle*; 5- *D. incanum*; 6- *V. vexillata*; 7- *C. caeruleum*; 8- *R. minima*; 9- *L. purpureus*; 10- *G. striata*; 11- *M. pudica*. PLL. Período lluvioso; PPLL. Período poco lluvioso, Es \bar{x} : error estándar de la media. Letras no comunes, para un mismo período, difieren significativamente según Tukey ($p < 0.05$).

Figura IV.3. Comportamiento estacional de la altura en las especies volubles, procumbentes y rastreras colectadas en áreas de naranja *Valencia late*.

La mayor altura para el período lluvioso se encontró en *L. purpureus*, la cual difirió significativamente del resto de las especies. Lógicamente, de acuerdo a la finalidad de empleo de estas leguminosas en estudio (cobertura), lo necesario y exigido por los cítricos, es que no sobrepasen los 30 cm, razón por la cual *T. labialis*, *C. virginianum*, *D. incanum*, *V. vexillata*, *R. minima* y *M. pudica*, cumplen con esta condición.

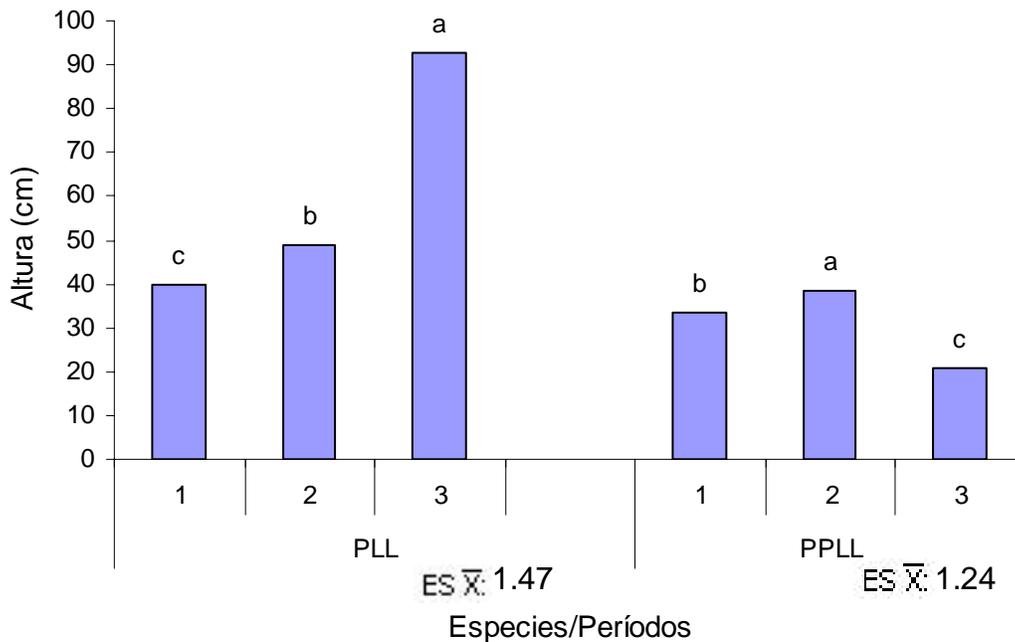
En el período poco lluvioso la altura fluctuó entre 6,0 – 30,0 cm para la mayoría de las especies, excepto en *L. purpureus* que alcanzó 106,7 cm, con lo que difirió significativamente ($p < 0.05$) del resto de las especies, aspecto que limita su uso en estos agroecosistemas por este concepto, y además, por mostrar una alta volubilidad, lo que ocasiona interferencia en la captación de la radiación solar por el cultivo principal, al utilizar sus ramas como soporte y desarrollarse sobre el mismo, aspecto que definitivamente invalida su uso.

En el período lluvioso de Cuba (mayo-octubre), según señala Blanco (1996), existen condiciones más propicias para el crecimiento de especies de pastos y forrajes que en el período poco lluvioso (noviembre- abril). Este argumento hace considerar únicamente la altura que alcancen las especies leguminosas durante la etapa lluviosa como el válido para seleccionar especies de las que se necesita conocer su potencial de crecimiento y desarrollo, siempre que no existan limitantes de tipo biótico o abiótico que puedan interferir en su expresión.

Estudios que corroboran la desigualdad en cuanto a altura en ambos períodos (lluvioso y poco lluvioso), fueron realizados por Pérez-Carmenate (1998), en Ciego de Ávila y por Clavel (2004), en Ceiba del agua, con la especie *N. wightii*. El primer autor informa alturas de esta leguminosa herbácea comercial entre 22.5 y 16.7 cm para período lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, por lo que fueron recomendadas para ser utilizadas como cobertura en áreas de cítricos.

Las especies no consideradas con hábitos de crecimiento rastrero o volubles presentaron, en cuanto a su altura, diferencias estadísticas entre si en cada período evaluado, tal como se muestra en la Figura IV.4. El mayor valor en el período lluvioso, se detectó en *D. virgatus*, la que difirió significativamente de *A. americana* y *M. lathyroides*, especies que también difirieron entre si.

En el período poco lluvioso también se encontraron diferencias significativas entre las especies y la mayor altura se apreció en *A. americana*, seguida de *M. lathyroides*; mientras que *D. virgatus* durante este período mostró una altura inferior a los 30 cm.

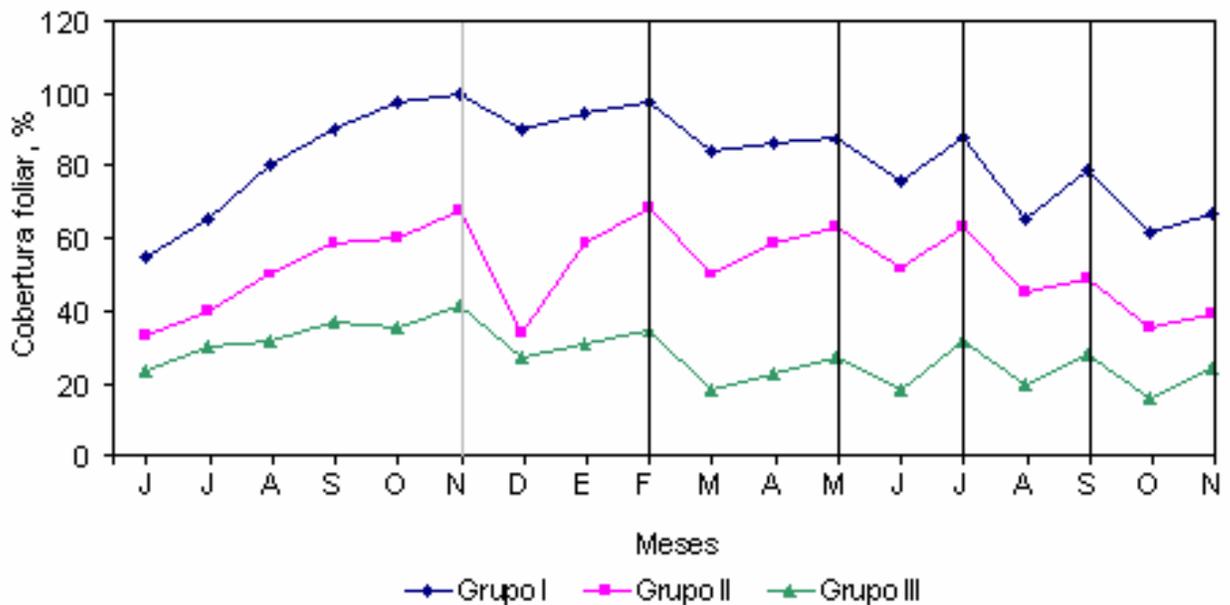


1- *M. lathyroides*, 2- *A. americana*, 3- *D. virgatus*. PLL. Período lluvioso; PPLL. Período poco lluvioso, ES \bar{X} : error estándar de la media. Letras no comunes, para un mismo período, difieren significativamente según Tukey ($p < 0,05$)

Figura IV.4. Comportamiento estacional de la altura en las especies erectas colectadas en áreas de naranja *Valencia late*.

Todo ello indica que ninguna de estas especies es apropiada para ser utilizada como cobertura en ecosistemas citrícolas de acuerdo a los criterios de selección referidos con anterioridad en términos de altura, además de que estas especies (*A. americano* y *M. lathyroides*), por su conformación morfológica y hábito de crecimiento, poseen el inconveniente de dejar espacios libres entre plantas que pueden ser ocupados por las especies arvenses y en caso que no se ocupen por éstas, propician una mayor exposición del suelo a los efectos erosivos de las lluvias y el viento.

En la Figura IV.5, se muestra el comportamiento de la cobertura foliar de las especies volubles, rastreras y postradas de acuerdo con el criterio de formación de grupos expuesto en la Metodología Experimental. Prudente es aclarar que en la representación gráfica no se comparan los grupos entre sí, sino que pretende explicar la tendencia, dentro de cada grupo, del ritmo de crecimiento de cada una de las especies que conforman a dicho grupo, a partir y después de cada corte o chapeas (frecuencia de corte).



Grupo I: *T. labialis*, *M. atropurpureum*, *C. molle*, *R. minima*, *C. caeruleum*; *L. purpureus* **Grupo II:** *D. incanum*, *G. striata* **Grupo III:** *C. virginianum*, *V. vexillata*, *M. pudica*: Líneas verticales indican momentos de corte.

Figura IV.5. Comportamiento de la cobertura foliar de las especies volubles, rastreras y procumbentes colectadas en áreas de naranja *Valencia late*.

Como se aprecia el grupo I, conformado por las especies *T. labialis*, *M. atropurpureum*, *C. molle*, *R. minima*, *C. caeruleum* y *L. purpureus* mostró altos índices de cobertura, con valores superiores al 80 %, así como la mejor recuperación de estas especies después de las labores de corte (chapeas). Las especies que alcanzaron altos porcentajes de cobertura (grupo I) en un período de tiempo breve (después de transcurrido los primeros seis meses de sembradas), las convierte indudablemente en una alternativa importante para este fin, porque además de proteger la capa superficial del suelo contra el impacto de las lluvias y la erosión por el agua o el viento, ayudan a contener la proliferación de plantas indeseables, que en muchos casos se convierten en especies competitivas con el cultivo principal. Además, con la presencia de estas especies resultaría considerable el retorno potencial de nutrientes al sistema (fundamentalmente de nitrógeno) que proporcionan estas especies a través de la hojarasca que se desprende de su cobertura. Resultados obtenidos en Cuba que corroboran tales consideraciones fueron discutidos por Pérez-Carmenate (1998), quién al trabajar con la leguminosa *N. wightii* de hábito postrado y/o voluble, alcanzó aportes de $59.1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N.

El grupo II, conformado por *D. incanum* y *G. striata*, presentó fluctuaciones en la cobertura entre 40 - 60 %, valores que se consideran inferiores a los exigidos para estos ecosistemas, mientras que *C. virginianum*, *V. vexillata* y *M. pudica* formaron el grupo III, los cuales no

tienen perspectiva alguna para ser utilizada como cobertura en áreas de cítricos, ya que estuvieron limitadas por su poca capacidad recuperativa después de las labores de chapea que se realizaron al cultivo, así como por la limitada cobertura que propicia y por alta susceptibilidad al ataque de *Atta insularis* (Guér), aspecto que se discutirá con posterioridad, cuando se analice lo relacionado con los niveles de afectación por plagas.

Simón *et. al.* (2005), utilizando especies arbóreas (*Leucaena leucocephala* y *Bahinia purpurea*), en sistemas asociados con gramíneas, informan aportes de nitrógeno y fósforo provenientes de la hojarasca de ambas leguminosas.

Las leguminosas, de forma general, proporcionan una biomasa con un alto contenido de proteína, la cual al depositarse sobre el suelo y mezclarse paulatinamente con éste se convierte en una fuente de alimentación para los organismos edáficos, denominada hojarasca. Gómez y Velásquez (1999) plantean que la hojarasca permite el desarrollo de una gran diversidad de organismos del suelo que mantienen activo el proceso de circulación de nutrientes, pues ésta es su principal vía de alimentación para ellos, además de constituir un nicho ideal para refugiarse los mismos (Cubillas *et. al.*, 2002). La propia actividad de estos macro y microorganismos, establecen un reciclaje de los nutrimentos en el perfil edáfico, lo cual garantiza el mejoramiento de sus propiedades.

Los niveles de afectación por plagas en las leguminosas colectadas, en ambos períodos de evaluación agronómica, se presentan en la Tabla IV.5.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre especies en relación con los daños causados por las plagas *Diabrotica balteata*, *Hedylepta indicata* y fundamentalmente *Atta insularis*. Las plantas más afectadas en período lluvioso fueron *L. purpureus* y *D. virgatus*, sin diferenciarse entre si ni ambas con *C. virginianum*. La especie *V. vexillata* no presentó diferencias en la magnitud de los daños que le provocaron estos insectos al compararse con *C. virginianum* y *C. caeruleum*. En el período poco lluvioso las tres primeras leguminosas mayormente afectadas volvieron a ser atacadas por estas plagas.

La presencia de esta plaga estuvo asociada a que el área utilizada para la multiplicación de las especies se encontraba próxima a un área boscosa, donde existía un reservorio significativo de *Atta insularis* y las restantes plagas son muy comunes en especies de leguminosas (Miret y Rodríguez, 1984). Esta situación no se manifiesta normalmente dentro de las plantaciones cítricas debido a la existencia de un estricto control de esta plaga. Ello permite considerar

esto como un efecto coyuntural, pero que se debe tener en consideración en otras áreas citrícolas del país, en las que se pretenda multiplicar semillas de leguminosas, particularmente las más susceptibles.

Tabla IV.5: Nivel de afectación por plagas en las leguminosas colectadas, en ambos períodos de evaluación agronómica.

Especies.	Nivel de afectación (%)	
	PLL	PPLL
<i>Teramnus labialis</i>	2.71 defg	0.70 d
<i>Centrosema virginianum</i>	6.18 ab	6.21 a
<i>Macroptilium atropurpureum.</i>	2.48 fg	0.70 d
<i>Macroptilium lathyroides</i>	2.90 defg	1.22 c
<i>Centrosema molle</i>	1.22 d	1.22 c
<i>Desmodium incanum</i>	2.48 fg	1.22 c
<i>Vigna vexillata</i>	4.81 bc	1.22 c
<i>Aeschynomene americana</i>	0.70 h	0.70 d
<i>Calopogonium caeruleum</i>	4.34 cd	0.70 d
<i>Rhynchosia minima</i>	4.25 cde	1.22 d
<i>Lablab purpureus</i>	7.27 a	4.52 b
<i>Desmathus virgatus</i>	7.23 a	7.24 a
<i>Galactia striata</i>	2.50 efg	1.22 c
<i>Mimosa pudica</i>	0.70 h	0.70 d
Es \bar{x}	2.34	1.03

PLL: período lluvioso. PPLL: período poco lluvioso. Es \bar{x} : error estándar de la media. Medias con letras no comunes, para un mismo período, difieren significativamente según Tukey ($p < 0,05$).

Las plagas que atacaron las leguminosas durante su caracterización agronómica coinciden con las informadas por Pazos (1989). Sin embargo, estas no produjeron severas afectaciones que pudiesen conllevar la aplicación de plaguicidas, excepto en el caso de las especies *D. virgatus*, *L. purpureus* y *C. virginianum*, donde fue grande el daño causado por estos insectos en las mismas. No obstante, los bajos índices de afectaciones por dichos insectos que recibieron las leguminosas *T. labialis*, *M. atropurpureum*, *M. lathyroides*, *C. molle*, *D. incanum*, *A. americana*, *G. striata* y *M. pudica*, constituyen una información de gran connotación en caso de que se decidan utilizar éstas en agroecosistemas similares, pues podríase prescindir del uso de agrotóxicos para reducir la presencia de estos insectos, a lo que se le añadiría como beneficio la protección del medio ambiente, aspecto enfatizado por Abadía *et. al.*, (2000).

Durante cualquier trabajo de colecta es necesario caracterizar al germoplasma en cuanto a sus ciclos fenológicos, razón por la cual se muestran los resultados en la Tabla IV.6, con la finalidad, según el presente estudio, de poder planificar, para su óptimo establecimiento, las frecuencias de corte, en caso de ser seleccionada como cobertura viva.

T. labialis; *D. incanum* y *A. americana* fueron las especies que mostraron un período de floración plena más prolongado (dos meses); mientras que el resto estuvo restringido solo a un mes del año, información que permite saber el momento en que más del 50 % de la leguminosa se encuentra en dicha fase.

El período que medió entre la floración y la maduración de la semilla varió entre 64 y 106 días. Las especies más precoces fueron *R. minima*, *M. lathyroides* y *D. virgatus*; mientras que *C. caeruleum* resultó la más tardía. Este resultado permite conocer el momento óptimo de cosecha cuando la finalidad sea obtener semillas para el establecimiento de nuevas áreas.

Tabla IV. 6. Características fenológicas del germoplasma colectado en áreas de naranja Valencia late.

Especies	FASES FENOLÓGICAS							
	Floración Plena (meses)						Duración de la fenofase	
	S	O	N	D	E	F	Semilla verde *	Semilla madura **
<i>Teramnus labialis</i>							40	43
<i>Centrosema virginianum</i>							41	39
<i>Macropodium atropurpureum</i>							36	42
<i>Macropodium lathyroides</i>							30	35
<i>Centrosema molle</i>							43	34
<i>Desmodium incanum</i>							47	48
<i>Vigna vexillata</i>							45	50
<i>Aeschynomene americana</i>							52	47
<i>Calopogonium caeruleum</i>							49	57
<i>Rynchosia minima</i>							33	31
<i>Lablab purpureus</i>							39	46
<i>Desmanthus virgatus</i>							35	34
<i>Galactia striata</i>							50	45
<i>Mimosa pudica</i>							40	55

■ Meses en que ocurre la floración plena, * Días transcurridos después de la floración, ** Días transcurridos después de la formación de la semilla.

En la época poco lluviosa las leguminosas herbáceas crecen más lentamente. Si a esto se une que los procesos de floración, formación de semilla verde y maduración de la misma de estas especies, ocurren en el período poco lluvioso, trae consigo que pudiera prescindirse de las labores de chapea durante los meses de floración hasta que se produzca la maduración de la semilla, de manera tal que se garantice la propagación y con ello el rejuvenecimiento de la cobertura de estas leguminosas deseables.

El comportamiento fenológico para algunas de estas especies fue muy similar al compararlo con los observados por Matías y Ruz (1991), Matías y Matías (1995) y González y Mendoza (1995), quienes informaron la presencia de una floración uniforme en *T. labialis* lo que les permitió realizar una cosecha de semilla por año. También González (1998) demostró que las especies del género *Aeschynomene* sp. presenta una respuesta floral de días cortos.

El rendimiento en cuanto a producción de semilla total y semillas fértiles (tomando en consideración las simientes emergidas), se muestran en la Tabla IV.7.

Los mayores rendimientos de semilla total y semilla fértil se obtuvieron en *T. labialis* y *L. purpureus*, respectivamente. Esta última especie es considerada excelente productora de semillas, según refiere Vieito *et. al.*, (2004). Incluso, en este ensayo, los valores alcanzados fueron superiores a los obtenidos por Matías y Ruz (1991) y por Pérez y Rolo (1998), en esta misma especie.

Tabla IV.7. Producción de semillas de las leguminosas colectadas dentro de plantaciones cítricas.

Especies	Producción de semillas total (kg.ha ⁻¹) (A)	Producción de semillas fértiles (kg.ha ⁻¹) (B)
<i>Teramnus labialis</i>	1540	1201.60
<i>Centrosema virginianum</i>	50	21.05
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	296	44.10
<i>Macroptilium lathyroides</i>	68	40.18
<i>Centrosema molle</i>	234	156.60
<i>Desmodium incanum</i>	36	24.01
<i>Vigna vexillata</i>	2.5	0.83
<i>Aeschynomene americana</i>	133	38.57
<i>Calopogonium caeruleum</i>	204	118.90
<i>Rynchosia minima</i>	101	59.30
<i>Lablab purpureus</i>	1396	762.20
<i>Desmanthus virgatus</i>	109	50.60
<i>Galactia striata</i>	485	202.70
<i>Mimosa pudica</i>	25	9.85

González y Mendoza (1999), refieren que las condiciones climáticas prevalecientes durante el proceso de floración y fructificación definen las cuantías en los volúmenes de producción (rendimiento) de semillas, argumento que permite inferir que durante la etapa experimental éstas fueron adecuadas, lo que justifica las cantidades de semillas logradas en *L. purpureus*.

El rendimiento de semilla obtenido en *T. labialis* alcanzó valores acorde con los volúmenes alcanzados en investigaciones desarrolladas por González y Mendoza (1995) y Pérez y Rolo (1996) y Machado y Roche (1998). Por su parte *G. striata*, *M. atropurpureum*, *C. molle*, *C. caeruleum*, *A. americana*, *D. virgatus* y *R. minima*, lograron rendimientos de semillas superiores a los 100 kg.ha⁻¹, requerimiento tomado en consideración por los citrícultores para establecer coberturas de leguminosas en sus áreas, máxime cuando requieren disponer de las simientes para mantener la especie introducida o fomentarla en áreas nuevas.

Sin embargo, *M. lathyroides*, *C. virginianum*, *D. incanum*, *M. pudica* y *V. vexillata*, produjeron menos de 70 kg.ha⁻¹ de semilla total, rendimientos que pueden considerarse bajos si se les compara con las anteriores. No obstante, es destacable que para el caso de *M. lathyroides*, *C. virginianum* y *V. vexillata* ello pudiera estar relacionado con el severo ataque producido por *Atta insulares*, *Diabrotica balteata* y *Colaspis brunnea*, insectos que provocaron una alta despoblación en sus respectivos sitios experimentales, lo que puede haber limitado ostensiblemente la producción de semilla total.

Los altos rendimientos de semilla de la mayoría de las especies en ese año de evaluación pueden ser atribuidos a diferentes factores, entre los que se encuentran: adaptabilidad de las mismas al ecosistema, condiciones climáticas imperantes en el ciclo de producción, fundamentalmente las precipitaciones, las cuales fueron favorables en la etapa de floración e inicio del llenado del grano.

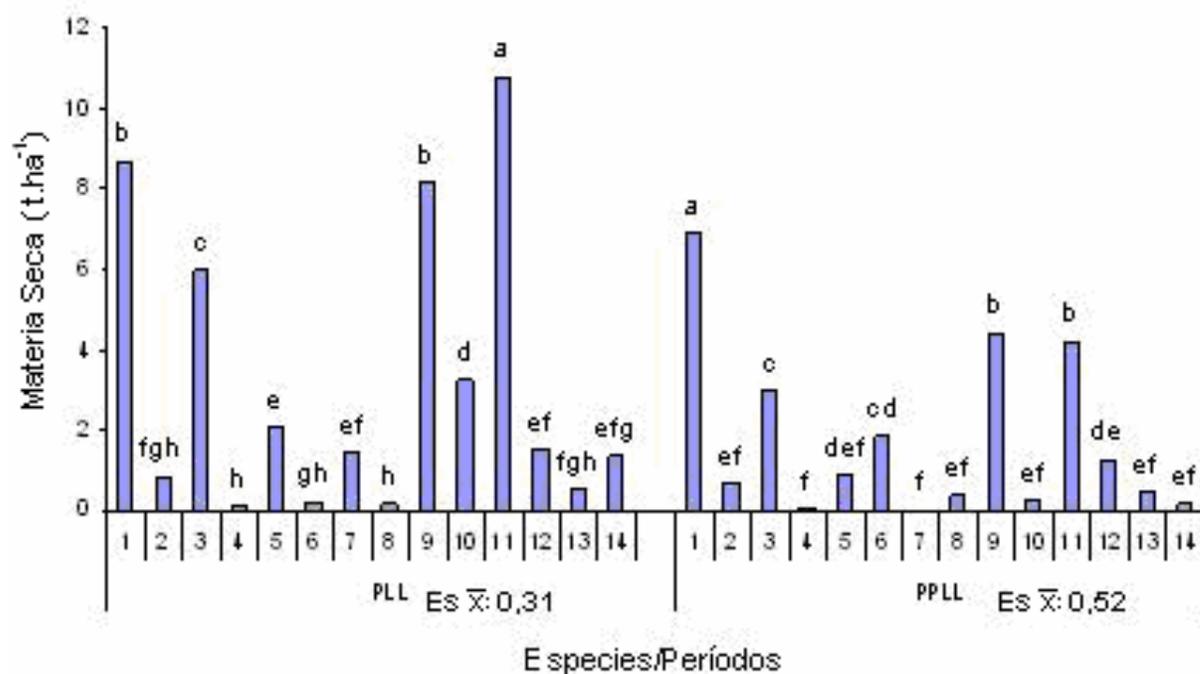
Quizás, en sentido general, las producciones de semillas en cada especie pudiesen haber sido superiores, motivado a la baja disponibilidad de fósforo en el suelo (0.80 mg.100g de suelo) y la carencia de fertilizaciones inorgánicas de este elemento. Las necesidades de fósforo para el proceso de producción de semillas en las leguminosas es alto, según confirman las investigaciones realizadas por Humphreys y Riveros (1986) y Hernández *et. al.*, (1994).

Para Mesa *et. al.* (1987), las leguminosas *L. purpureus*, *T. labialis* y *M. atropurpureum* responden diferencialmente entre ellas y a las cantidades de fósforo aplicado (desde 84 hasta los 200 kg.ha⁻¹). En el caso específico de *T. labialis*, Pérez y Rolo (1996), con dosis de 50 kg de P₂O₅. ha⁻¹, en el primer año, lograron producciones de 1 535 a 1 672 kg.ha⁻¹.

En la Figura IV.6 se presenta la producción de biomasa estacional alcanzada por cada leguminosa estudiada. En el período lluvioso, *L. purpureus* produjo mayor cantidad de biomasa, superior estadísticamente al resto de las especies. Las especies *T. labialis* y *C. caeruleum*, inferiores que *L. purpureus* lograron producciones estadísticamente similares

entre ellas y en cantidades consideradas satisfactorias (8.70 y 8.15 t MS.ha⁻¹, respectivamente), si se les compara con otras leguminosas de hábito y porte similar como *N. wightii*, especie que ha sido reportada como una de las de mayor rendimiento bajo condiciones de Cuba, tanto en pastizales (López y Paretas, 1982), como en áreas citrícolas (Borroto *et. al.*, 2000).

Sin embargo, en el período poco lluvioso *T. labialis* mostró la mayor producción de biomasa, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos. *L. purpureum* y *C. caeruleum*, que les siguieron en orden jerárquico descendente, no mostraron diferencias entre sí.



1- *T. labialis*; 2- *C. virginianum*; 3- *M. atropurpureum*; 4- *M. lathyroide*; 5- *C. molle*; 6- *D. incanum*; 7- *V. vexillata*; 8- *A. americana*; 9- *C. caeruleum*; 10- *R. minima*; 11- *L. purpureum*; 12- *D. virgatus*; 13- *G. striata*; 14- *M. pudica*. PLL. Período lluvioso; PPLL. Período poco lluvioso. Es \bar{x} : error estándar de la media. Letras no comunes, para un mismo período, difieren significativamente según Tukey ($p < 0,05$).

Figura IV.6. Comportamiento estacional de la biomasa en las leguminosas colectadas en áreas citrícolas.

En el resto de las especies el rendimiento de biomasa estuvo por debajo de 3.24 t de MS.ha⁻¹ en el período lluvioso y de 1.86 t de MS.ha⁻¹ en el período poco lluvioso, con excepción de *M. atropurpureum* que alcanzó rendimientos medios que fluctuaron entre 6,0 y 3,0 t de MS.ha⁻¹ para los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente.

Cuando se analiza integralmente en ambos períodos del año el comportamiento de cada especie, denominado equilibrio estacional en términos de producción de biomasa las especies *G. striata*, *T. labialis* y *C. virginianum*, alcanzan los mejores equilibrios, con valores 47.9, 44.2 y 44,0 %, respectivamente en el período poco lluvioso respecto la producción anual. Esta información es doblemente valiosa, pues cuando se colecta un germoplasma es necesario saber si en el período en que las condiciones climáticas del año le son adversas, como sería su producción de biomasa. Si a esto se une, de acuerdo a las finalidades de la investigación que dicho pesquizaje está destinado a seleccionar especies que se destinarán como cobertura viva, mayor necesidad provoca disponer de esta información pues si la producción de biomasa decae mucho, puede correrse el riesgo de que desaparezca la especie o que su “cobertura” sea tan baja que desproteja al suelo y éste sea cubierto por una especie arvense no deseable. Otra consideración que puede derivarse de esta caracterización es que los productores podrán disponer, a través del corte y acarreo, de alimento suplementario para la alimentación animal.

El equilibrio estacional en los rendimientos de biomasa en *G. striata* y *C. virginianum*, es alto a pesar de que la biomasa producida por ellas es baja, (menos de 0,96 y 1,50 t de MS.ha⁻¹.año, respectivamente). Por su parte *T. labialis* alcanzó un rendimiento total anual de 15.17 t de MS.ha⁻¹.año, lo que le confiere una importancia adicional desde el punto de vista práctico, pues en caso que dicha biomasa se decida incorporar al suelo, pudiera realizar aportes de nutrientes que pueden mejorar la fertilidad de los mismos.

Para algunas de las especies estudiadas, los rendimientos de biomasa obtenidos son inferiores cuando se comparan con lo referido por autores como Roche *et. al.* (1991), quienes en áreas de pastizales, en suelos Ferralítico Rojo con riego encontraron hasta 13,0 t de MS.ha⁻¹ en áreas de *V. vexillata*; mientras que Álvarez (2002), informó rendimientos de materia seca en *C. molle* y *V. vexillata* de 4,0 a 7,0 t de MS.ha⁻¹ para la primera especie y de 6,0 a 7,0 t de MS.ha⁻¹ para la segunda.

Estudios realizados por Schultze-kraft *et. al.* (1997), con *Centrosema*, señalan rendimientos de 4,9 t de MS.ha⁻¹. Es importante enfatizar en los criterios de estos autores, quienes plantearon la posibilidad de que la productividad de las leguminosas se incremente en los sistemas de explotación cuando se siembran asociadas a otras gramíneas. En este sentido las experiencias de Machado y Núñez (1994), demostraron que al sembrar *Centrosema spp* asociada con Bermuda 68, se produjo la mayor disponibilidad de materia seca en ambas estaciones del año con rendimientos de 16,5 y 7.9 t de MS. ha⁻¹ en período lluvioso y poco lluvioso, respectivamente. También Monzote *et. al.* (1982), demostraron que en una

asociación de siratro (*M. atropurpureum*) y pasto natural en condiciones de seca se pueden obtener producciones de biomasa de 4.7 t. ha⁻¹.

La mayor disponibilidad de biomasa aportada por la cobertura vegetal de *T. labialis*, *L. purpureus* y *C. caeruleum*, puede traer consigo mayor acumulación de residuos orgánicos y nutrientes en el suelo, debido al reciclado de la materia vegetal muerta, así como una menor competencia de las malezas con el cultivo (Pérez *et. al.*, 1996). Por ello los resultados obtenidos en la investigación que aquí se discute, permiten afirmar que estas especies podrían constituir opciones factibles para emplear en plantaciones de frutales, específicamente en fincas citrícolas, de manera tal que ayuden al mejoramiento de las propiedades del suelo, tanto desde el punto de vista físico como químico, e incluso biológico, con el aumento de la macro fauna del mismo.

Se ha demostrado que la cantidad de luz solar que reciben las leguminosas determina los rendimientos de biomasa, aumentándolos o disminuyéndolos, en dependencia de la especie vegetal. Ejemplo de lo anterior es lo que refiere Reynold (1994), quien observó que la disminución de la incidencia de la luz solar por la intercepción que ejerce la plantación principal (en este caso cocoteros) afecta el proceso de fotosíntesis de la leguminosa, y por consiguiente, la producción de biomasa.

Es un hecho demostrado que la reducción de la intensidad luminosa altera el estatus fisiológico general y el metabolismo de los pastos, donde se incluyen, indistintamente, a las leguminosas. De esta forma, pueden aparecer variaciones en la composición mineral y bioquímica de la planta y en otros indicadores estructurales. Investigaciones realizadas por Benavides *et. al.* (1994), en la gramínea King grass (*Pennisetum purpureum*), hallaron una correlación alta y negativa entre los niveles de sombreamiento y el porcentaje de materia seca ya que al aumentar el nivel de sombra disminuyó la materia seca, producto de una reducción en la actividad fotosintética de las plantas aspecto también referido por Pezo e Ibrahim (1999).

La información obtenida en la presente investigación permite afirmar que de acuerdo a los volúmenes de biomasa producidos: *L. purpureus*, *T. labialis* y *C. caeruleum* pueden constituir, en los ecosistemas citrícolas, una fuente alternativa de producción animal, tal como resaltan (Borroto *et. al.*, 2000 y Mazorra, 2006). A lo anterior puede añadirse, según criterios de Altieri (2001), que estas especies se le confieren efectos benéficos sobre el mejoramiento y conservación del medio ambiente.

Una vez caracterizadas agronómicamente las especies colectadas para poder seleccionar a aquella(s) que pudiese(n) ser utilizada(s) como cobertura(s) viva(s) en plantaciones de naranja *Valencia late* y tomando en consideración las exigencias realizadas por los productores para decidir su introducción en dicho ecosistema, es que se procedió, a realizar un análisis de conglomerados (Cluster análisis, Anexo 3) en el que las leguminosas tributarían, en la formación de las diferentes clases (grupos) de acuerdo a las similitudes o diferencias en cada uno de los caracteres morfofisiológicos ya analizados anteriormente (porcentaje de emergencia, altura, porcentaje de cobertura y rendimiento de semilla).

La información presentada en la Tabla IV.8 muestra la formación de cuatro clases contrastantes, en las que la partición para la formación de los grupos estuvo refrendada, por un valor que alcanzó 0,99 como expresión del cociente: varianza interclase y la varianza total.

Tabla IV.8. Resultados del agrupamiento de las especies de leguminosas colectadas, en clases, según sus comportamientos morfofisiológicos.

No. de clases formadas	Emergencia (%)	Altura (cm)	Cobertura (%)	Producción de Semilla (kg.ha.año ⁻¹)	Contribuciones	
					Positivas	negativas
I	41.6	38.1	61.4	485	75	25
II	66.3	79.8	85.8	1468.3	75	25
III	47.7	39.0	44.6	65.6	25	75
IV	46.7	48.8	81.5	245	25	75
\bar{X} poblacional	49.6	46.3	59.7	343	-	-

Especies que conforman cada clase. Clase I: *G. striata*; **Clase II:** *T. labialis*, *L. purpureus*; **Clase III:** *C. virginianum*, *M. lathyroides*, *D. incanum*, *V. vexillata*, *A. americana*, *R. minima*, *D. virgatus* y *M. pudica*; **Clase IV:** *M. atropurpureum*, *C. molle* y *C. caeruleum*.

Las especies que conformaron la clase IV sólo alcanzaron un 25 % de contribución positiva y el principal indicador a la formación de ese grupo fue el porcentaje de cobertura. A pesar de estar la producción de semilla por debajo de la media poblacional, ésta resultó adecuada para establecer estas especies como cobertura en áreas cítrícolas por encontrarse por encima del criterio exigido para éste indicador por los cítricultores.

La clase III presentó el porcentaje de emergencia similar a ese grupo IV. Las especies del tercer grupo mostraron el peor comportamiento (con 75 % de contribución negativa) y ambas clases no superan la media poblacional para este indicador.

Fue notorio el comportamiento de la especie que formó la clase I (*G. striata*) la que mostró, como principales indicadores positivos, la altura, la cobertura y la producción de semilla

(superiores a la media poblacional en todos los casos). No obstante, esta especie se considera no adecuada para emplearse con fines de cobertura ya que mostró un porcentaje de cobertura inferior al 70 % valor establecido como criterio discriminante para estas fincas y por otra parte, mostró baja producción de biomasa, cuyas causas fueron discutidas con anterioridad.

Otro aspecto que conspira para su aceptación como cobertura a *G. striata* es que presenta preferencia por la sombra. En este sentido, de establecerse en plantaciones citrícolas, la sombra que proporcionan sus árboles estimularía el crecimiento de esta especie la que al presentar hábito de crecimiento voluble utilizaría como soporte a dicho frutal, con lo cual entorpecería el normal crecimiento y desarrollo del cítrico.

T. labialis y *L. purpureus* conformaron la clase II. Cuando se analiza la contribución de los cuatro caracteres morfofisiológicos evaluados, a excepción de la altura, los tres restantes (porcentaje de emergencia, porcentaje de cobertura y rendimiento de semilla) lo hacen de forma positiva y se encuentran entre los índices (66.3 %, 85.8 % y 1468.3 kg.ha.año⁻¹, respectivamente), los que se corresponden con las demandas sustentadas por los citrícultores para su introducción.

Un análisis detallado del indicador altura en este grupo II, revela que el incremento en su valor medio estuvo marcadamente influenciado por la altura de *L. purpureus*, pues *T. labialis* no rebasó los 30 cm en ninguno de los períodos evaluados del año. Ante esta incongruencia se consideró prescindir de *L. purpureus* como cobertura, no sólo por su altura en sí, sino además a que puede o utiliza el árbol de cítrico como soporte, propiciado por su hábito de crecimiento marcadamente voluble, cuya consecuencia puede ser muy similar a las de *G. striata*, como se plasmó con anterioridad .

IV. 3. DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS VARIANTES EXPERIMENTALES DE PROTECCIÓN AL SUELO SOBRE ALGUNOS INDICADORES BIOLÓGICOS, QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL MISMO, EL CONTROL DE ARVENSES, EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL FRUTO CITRÍCOLA.

IV.3.1. Comportamiento fisiológico de las coberturas con *Teramnus labialis* y natural en un agroecosistema citrícola. Efecto de la cobertura sobre el control de arvenses y potencial de deposición de hojarasca.

IV.3.1.1. Altura de las coberturas.

La Figura IV.7a muestra el comportamiento de la altura en las coberturas estudiadas a partir de los seis meses después de sembrada la leguminosa, momento que se consideró establecida la misma.

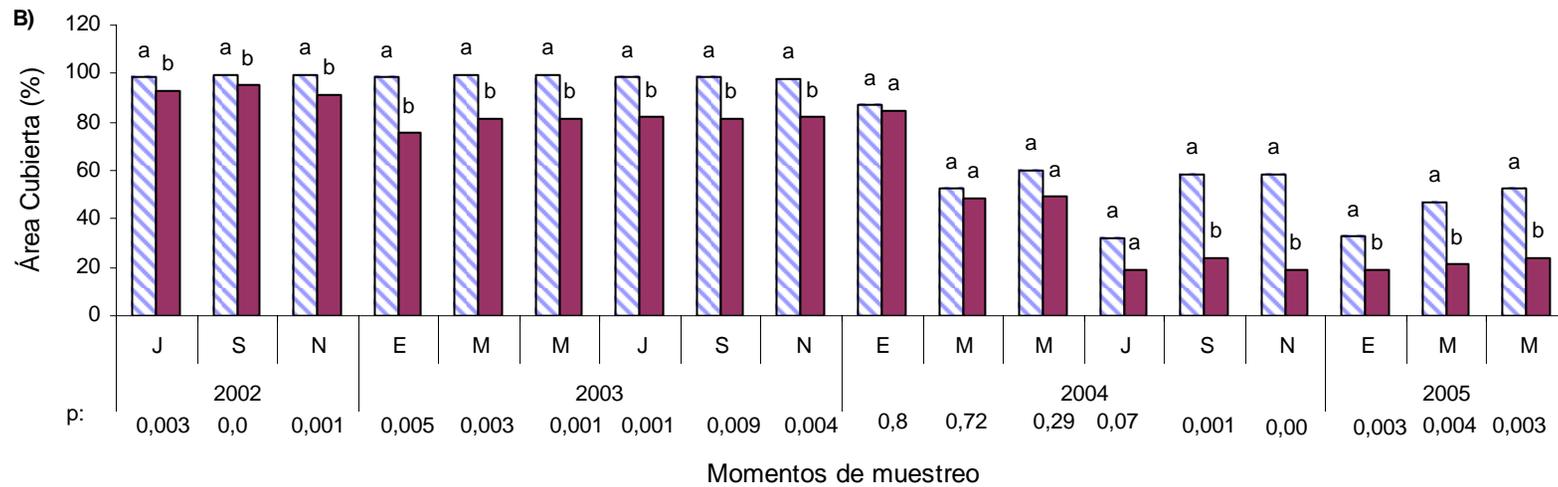
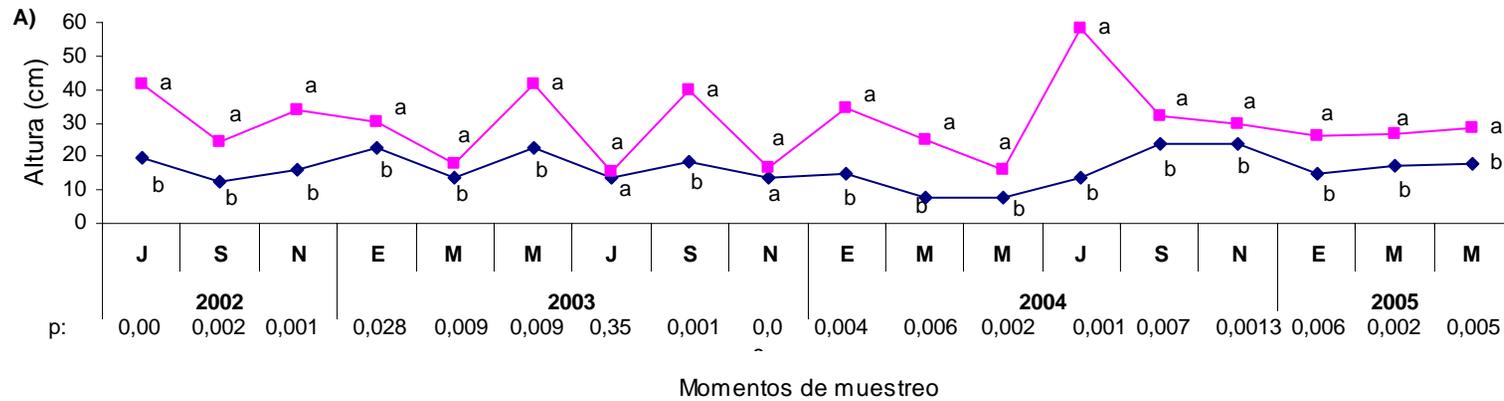
En sentido general, e independientemente del momento de evaluación, la especie introducida presentó una altura promedio inferior a los 30 cm (límite superior considerado adecuado para que la especie sea utilizada como cobertura), mientras que la cobertura natural superó de forma significativa este valor en la mayoría de los casos, atribuido, entre otros aspectos a la variada composición florística que se encontró en este tratamiento, aspecto que se discutirá con posterioridad.

Comportamiento, notablemente diferente, fue observado con mucha regularidad por más de tres años a pesar de que ambas alternativas de protección al suelo recibieron similares atenciones culturales en cuanto a frecuencia de corte. El cobertor formado por *T. labialis* no interfirió nunca las labores fitotécnicas que deben realizarse al cítrico, a diferencia, en ocasiones, con el cobertor natural.

IV.3.1.2. Área cubierta por las coberturas.

Desde que comenzaron las evaluaciones y hasta el mes de enero de 2004, los valores de área cubierta donde se encontraba la cobertura con leguminosa oscilaron entre 74.5 a 88.5 % y entre 60.5 y 79.3 % en la cobertura natural (Figura IV.7b). A partir de este mes se experimentó una declinación en el porcentaje de área cubierta para ambos cobertores, la que se prolongó hasta finales de la etapa de explotación durante el año 2005. No obstante, a partir de septiembre del año 2004, la cobertura de *T. labialis* fue significativamente superior a la cobertura natural conforme a lo sucedido en los dos primeros años. Resulta necesario destacar que a pesar de los decrecimientos, en el caso específico de la proporcionada por *T. labialis* nunca desapareció, confirmando la persistencia de esta leguminosa, atribuida a las bondades que se le conceden a la misma.

La marcada disminución experimentada durante ese período se atribuye a la intensa sequía (Figura III.3), que ocurrió en esta etapa (a partir de enero de 2004 y hasta el final de la fase experimental), en la que ocurrieron las precipitaciones más bajas (si se comparan con la media histórica de la zona), la que sólo alcanzó 553.4 mm para el año 2004 y 192.8 mm hasta el mes de mayo del 2005. Esta disminución en el porcentaje de área cubierta en ambas



Leyenda: Cobertura de *T. labialis*. Cobertura natural. altura de la cobertura de *T. labialis*. altura de la cobertura natural. p: valor de probabilidad para los diferentes momentos de muestreo. Medias con letras no comunes, en cada momento de muestreo, difieren según t'Student ($p < 0.05$).

Figura IV.7: Comportamiento de la altura y el área cubierta después del establecimiento en dos variantes de cobertura.

coberturas coincide con lo referido por Ferrer *et. al.* (2001), quienes comprobaron que el comportamiento de las especies varía en correspondencia con los niveles de humedad.

A partir del mes de mayo 2005 la cobertura de *T. labialis* mostró una ligera recuperación y propició un incremento en el área cubierta. Lo anterior puede estar relacionado con las bondades que se le confieren a *teramnus*, razón por la cual esta respuesta puede estar dada por la posible existencia de bancos de semillas viables en estas áreas a partir del completamiento de su ciclo biológico, así como también a partir del rebrote de las yemas de la porción basal, y/o de los puntos de enraízamiento, muy abundantes en esta especie. Tal característica fue resaltada por Lok (2005), quien considera este carácter como uno de los factores que garantizan la durabilidad de las leguminosas rastreras a partir del mantenimiento e incremento de sus puntos de enraízamiento.

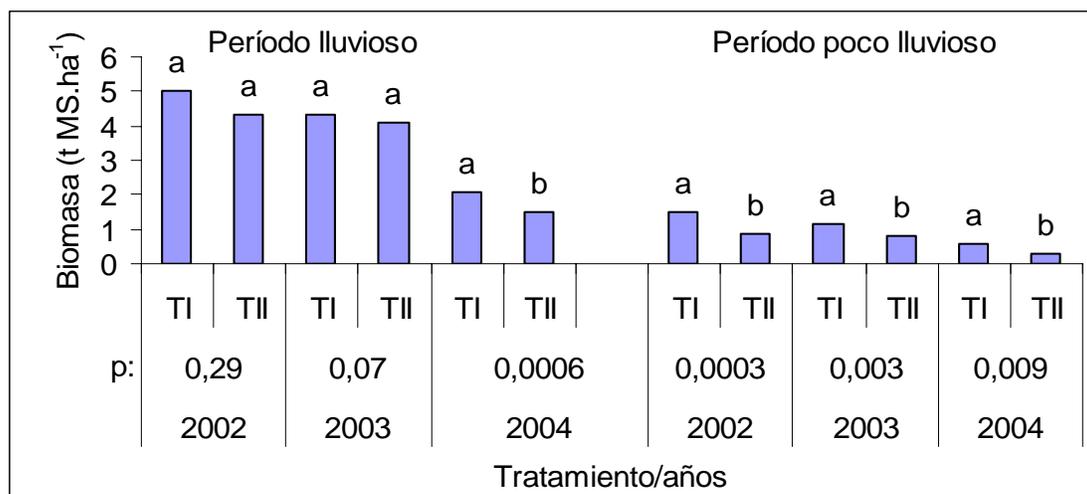
Estas peculiaridades en el comportamiento de la leguminosa introducida conllevaron a que la cobertura del área sellada fuese adecuada y con valores altos y significativamente superiores a los de la cobertura natural, lo que propicia su utilización para establecerla en estas fincas, sin interferir las actividades fitotécnicas previstas para la plantación citrícola.

Por esta razón se considera a *T. labialis* como una especie promisoría como cobertura en estos ecosistemas. Pérez-Carmenate *et. al.* (2000), al evaluar la leguminosa comercial *N. wightii* en un agroecosistema citrícola informan alturas y porcentajes de áreas cubiertas similares a las alcanzadas por *T. labialis*, en correspondencia con sus similitudes en términos de hábito de crecimiento.

IV.3.1.3. Producción de materia seca por las coberturas.

En la Figura IV.8 se muestra la producción de biomasa de ambas coberturas. Durante el período lluvioso, en los dos primeros años no se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos, no así en el tercer año, en el que la biomasa producida fue significativamente superior en la cobertura de *T. labialis*.

Durante los tres años evaluados, en el período poco lluvioso, la producción de biomasa por la cobertura de *T. labialis* superó significativamente a la producida por la cobertura natural. A pesar de ser baja la producción de biomasa en este período para ambas coberturas, el hecho de que la de *T. labialis* sea mayor es digno de tomarse en consideración, pues confirma que la introducción de esta leguminosa en el agroecosistema potencialmente protege más al suelo que la natural, en caso de que predominen condiciones adversas.



Tratamientos. TI: Cobertura *T. labialis*, TII: Cobertura natural. P: valor de probabilidad. Medias con letras no comunes, para una misma época y año, difieren según t´Student ($p < 0.05$).

Figura IV.8. Producción de biomasa estacional de las coberturas establecidas en áreas de naranja *Valencia late*, durante los períodos poco lluvioso y lluvioso de tres años experimentales.

La cobertura natural, por su parte, alcanzó rendimientos superiores a los referidos por Pérez-Carmenate (1998), para el período lluvioso, mientras que en el período poco lluvioso se comportaron inferiores a los obtenidos por este autor, comportamiento que pudo deberse a la heterogeneidad en la composición florística que se presenta en las áreas citrícolas de Ciego de Ávila debido a los diferentes esquemas de manejo fitotécnicos empleados.

El decrecimiento en la producción de biomasa durante ambos períodos del tercer año experimental (2004), son atribuidos a un período de extrema sequía en la zona donde estaba establecido el experimento (Figura III.3) al ser el año 2004 el de menores precipitaciones. De los 553.4 mm de lluvias constatadas, sólo el 4.19 % correspondió al período poco lluvioso. Unido a esto, al disminuir el manto freático, en las plantaciones citrícolas de la zona norte de la provincia de Ciego de Ávila, se decidió por parte del MINAG suspender las labores de riego, motivo por el cual la plantación se desarrolló durante el año 2004 y los primeros cuatro meses del año 2005, en condiciones de "secano".

Este déficit de agua provocó, en consecuencia, que la humedad del suelo disminuyera considerablemente, lo que repercutió negativamente en la producción de biomasa de las especies utilizadas como coberturas, corroborando lo señalado por Diaz-Filho (2003), quien afirma que el volumen de agua de lluvia caída afecta la distribución, abundancia y desarrollo de las especies vegetales debido a que el agua constituye uno de los elementos que limita

procesos fisiológicos tales como la transpiración y la asimilación del carbono, y por consiguiente en la biomasa total.

Otra posible causa en la disminución de los volúmenes de biomasa pudiese ser la sombra producida por los árboles de cítrico al estrato herbáceo, lo que según Reynold (1994), afecta la productividad de materia seca de las especies a través de la disminución de su tasa fotosintética, cuando dicho autor estudió un ecosistema de cocoteros.

La presencia de factores limitantes (escasez de agua) provoca que sean de difícil comparación los volúmenes de materia seca alcanzados en el presente estudio con lo referido por Funes (1995), quien logró producciones de 13,0 a 16,0 t de MS.ha⁻¹ en condiciones adecuadas. Sin embargo, en condiciones similares a la de la presente investigación con accesiones de *T. labialis* colectadas en áreas ganaderas Álvarez (2005), solo logró hasta 6,0 t de MS.ha⁻¹, volumen muy similar a los obtenidos en el agroecosistema estudiado.

IV.3.1.4. Control de arvenses por las coberturas.

En la Tabla IV.9 se muestran las especies y el número de individuos.m⁻² detectados durante el período experimental en las áreas con ambas cobertura. Se encontraron 15 especies para el área con cobertura natural. De ellas, 12 pertenecientes a la clase *Magnoliatae* y tres a la clase *Liliatae*, mientras que donde se estableció *T. labialis* sólo se localizaron siete especies: (cinco de la clase *Magnoliatae* y dos de *Liliatae*). Lo anterior permite afirmar que existió una alta diversidad de especies de plantas en estos agroecosistemas, coincidiendo con los criterios expresados por Goy-Goy (2001), quien refiere que en estas plantaciones existe una amplia biodiversidad, especialmente de especies herbáceas.

Con el decursar del tiempo, el comportamiento, presencia y tipo de especie arvense varió. La disminución del número de especies en el segundo y tercer año de evaluación (2002 y 2003, respectivamente), con el uso de la cobertura de *T. labialis*, es atribuible al incremento del área cubierta por esta especie y la altura alcanzada por el follaje, propiciado por las condiciones climatológicas favorables en la zona para este período, permitió a la leguminosa manifestar sus potencialidades de desarrollo, lo cual logró, presumiblemente, a través de una mejor conjugación de los factores climatológicos tales como la radiación solar, precipitaciones y la temperatura (Figura III.3), los cuales se manifestaron con valores en rangos adecuados para el crecimiento y desarrollo de esta especie, aspectos referidos por Pezo (1992).

En el cuarto año de evaluación se produjo un aumento del número de individuos.m⁻² para ambos tratamientos, se encontraron especies que en el período inicial no se detectaron en el área y otras que ya se habían mantenido controladas.

Este comportamiento se asocia a una escasa pluviometría (sólo 255.5 mm), caracterizado por esporádicas lluvias. Ante estas condiciones desfavorables, en la cobertura natural se favoreció la proliferación de nuevas arvenses (o ya existente), confirmando lo expresado por Wedin y Tilman (1993), quienes señalan que el predominio de una especie sobre otra es dependiente no solo de la especie y de sus necesidades, sino de las condiciones ambientales que predominen, y por consiguiente, propicien cambios en dicha respuesta.

Tabla IV.9: Especies y número de individuos.m⁻² detectados durante los años experimentales, bajo cobertura natural (CN) y de *Teramnus labialis* (CT).

Especies	Número de individuos.m ⁻² por años experimentales							
	2001		2002		2003		2004	
Clase Magnoliatae	CN	CT	CN	CT	CN	CT	CN	CT
<i>Sida acuta</i>	10.2	0.10	13.8	27.0	42.5	28.5	68.0	45.0
<i>Momordica charantia</i>	1.50	0.13	1.50	0.13	18.5	25.0	84.0	42.0
<i>Chamaesyce hirta</i>	7.00	0.00	7.50	0.00	11.0	0.00	34.0	0.75
<i>Acalypha avanensis</i>	0.00	3.50	0.00	0.50	4.80	0.25	32.0	12.0
<i>Kallstroemia maxima</i>	0.50	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	22.0	11.0
<i>Merremia umbellata</i>	4.50	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	19.0	7.00
<i>Paternium hysterophorus</i>	3.20	0.00	5.50	0.00	7.50	0.00	18.0	3.00
<i>Euphorbia heterophylla</i>	9.20	0.00	12.5	0.00	8.00	0.00	6.0	0.50
<i>Oxalis corniculata</i>	24.0	0.00	13.5	0.00	3.50	0.00	39.0	2.00
<i>Amaranthus viridis</i>	3.10	0.00	3.50	0.00	1.50	0.00	10.0	0.00
<i>Commelina erecta</i>	10.2	1.50	13.2	0.00	8.60	0.00	44.0	0.00
<i>Sida rhombifolia</i>	2.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	33.0	0.00
<i>Portulaca oleracea</i>	0.13	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	34.0	0.00
<i>Malachra capitata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.0	8.00
<i>Boerhavia erecta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.0	9.00
<i>Aeschynomene americana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.0	5.00
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00
Clase Liliatae								
<i>Eleusine indica</i>	5.00	2.00	6.00	2.13	18.0	9.60	26.0	0.83
<i>Brachiaria fasciculata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	13.0	0.00	34.0	8.00
<i>Echinochloa colona</i>	0.00	1.00	9.00	0.75	4.75	2.5	4.00	0.00
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	4.80	0.00	0.00	0.00	7.25	0.00	0.00	0.00
<i>Paspalum notatum</i>	10.2	0.00	9.00	0.00	8.00	0.00	25.0	0.00
<i>Panicum maximum</i>	0.00	0.00	8.50	0.00	4.80	0.00	12.0	0.00

La menor presencia de arvenses en el área cubierta por *T. labialis* se atribuye a la habilidad competitiva de esta especie, la cual es capaz de mantener un “colchón” más poblado y por consiguiente el área contiene menos espacios sin cobertura vegetal, lo que imposibilita el desarrollo de especies oportunistas, aspectos coincidentes con lo informado por Tilman (1997). No obstante, ante las precarias condiciones hídricas durante el período de referencia, varias especies arvenses se presentaron en el área cubierta por esta leguminosa, evidenciando sus peculiaridades vegetativas que le permiten imponerse ante dichas limitaciones de humedad.

El análisis particular de las arvenses presentes mostrados en la Tabla IV.9 corroboran que *Sida acuta* y *Momordica charantia* fueron las especies que mayor resistencia presentaron a la competencia de la cobertura de *T. labialis*, al incrementar *Sida acuta* su población de 0.10 a 45,0 individuos.m⁻², comportamiento atribuido al alto potencial de semilla que produce esa especie, lo que le posibilita una mayor dispersión y colonización del área. A tal comportamiento se une su hábito de crecimiento (erecto), el cual le confiere la posibilidad de sobresalir por entre “el follaje” creado por *T. labialis*.

Por su parte *Momordica charantia* varió su presencia de 0.13 hasta 42,0 individuos.m⁻² al compararse desde el primer año hasta el cuarto año, comportamiento atribuible a su precoz crecimiento y adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas prevalecientes, coincidiendo con lo informado por Navia (2005) en plantaciones de guayaba.

El predominio de *Sida acuta* y *Momordica Charantia*, así como el incremento en el número de individuos en la medida que transcurren los años experimentales y más marcadamente en la cobertura natural evidencia que estas especies manifestaron un alto potencial de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas y de luminosidad presentes en las plantaciones citrícolas, así como la habilidad para asociarse a la población de este entorno.

El predominio de estas dos especies, así como la existencia de otras que en algún momento desaparecieron o presentaron niveles bajos de ocurrencia, evidencia una tendencia hacia los cambios que pueden acontecer en el desarrollo de la cubierta vegetal, expresando la existencia, entre todas estas especies, de una “sinecia o fitocenosis” que forman una comunidad biótica, condicionada mutuamente, apoyadas en sus potenciales reproductivos y las condiciones ambientales prevalecientes en el área, atribuido a lo referido por Jones *et. al.* (1995), quienes señalan a la colonización de estas especies en los agroecosistemas y las características morfológicas y estructurales de las mismas, como factores determinantes en el predominio o persistencia de una arvense específica en una condición definida. Otra posible causa pudiese

estar relacionada a los efectos alelopáticos que ocurren, tal como refieren Gutiérrez *et. al.*, (2006).

En ambas coberturas evaluadas, de las seis especies de la clase *Liliatae*, *Eleusine indica* mostró la mayor permanencia durante la etapa experimental; no obstante, *Brachiaria fasciculata* (a pesar de no encontrarse en los dos primeros años) se distinguió por ser la especie que mostró mayor número de individuos.m⁻² en el último año, al parecer a partir de la alta producción de semilla producida por la misma (Rodríguez *et. al.*, 1988).

Otras especies de la clase *Liliatae*, tales como *Rottboellia cochinchinensis*, *Paspalum notatum* y *Panicum maximum*, sólo se manifestaron en el área con cobertura natural, manteniendo como promedio presencial entre 4.8 y 25.0 individuos.m⁻². En la cobertura de *Teramnus labialis* nunca se encontraron presentes las mismas, lo que permite inferir que dicha cobertura no posibilitó la emergencia, crecimiento y desarrollo de éstas, quizás a la existencia de efectos alelopáticos no estudiados en la presente investigación.

La disminución o variaciones en la composición florísticas de arvenses en la plantación cítrica estudiada, coincide con lo planteado por Casamayor (1996) y Gutiérrez *et. al.* (2006), al afirmar estos autores que la plantación cítrica puede regular el desarrollo de especies de hierbas menos tolerantes a la sombra. A lo anterior podría añadirse que la acción cobertora del suelo que realiza *T. labialis* crea “un colchón” que evita la proliferación de arvenses con limitado poder competitivo por luz, así como por sus demandas y preferencias para adaptarse a los diferentes ambientes (Machado, 2002).

IV.3.1.5. Potencial de deposición de hojarasca de ambas coberturas y transferencia de nutrientes.

La deposición de hojarasca por las coberturas, en el suelo, se muestra en la Tabla IV.10 a.

Tabla IV.10a: Deposición de hojarasca en el suelo a través de las coberturas (kg.ha⁻¹).

Tratamientos	Biomasa acumulada (kg.ha ⁻¹)	
	PLL	PPLL
Cobertura de <i>T. labialis</i>	1330.5 a	3292.5 a
Cobertura natural	1300.5 b	2837.5 b
p	3x10 ⁻⁴	6.7x10 ⁻⁷

Leyenda: PLL: Período Lluvioso y PPLL: Período Poco Lluvioso. P: Valor de probabilidad. Medias con letras no comunes, para una misma columna, difieren según t'Students (p<0.05).

La biomasa acumulada aportada por *T. labialis* fue superior estadísticamente a la proporcionada por la cobertura natural, en ambos períodos evaluados, comportamiento característico en especies de la familia *Leguminosa*, resaltado por Pérez -Carmenate (1998). Resulta destacable que si se comparan, de forma independiente ambos períodos, sin tener en consideración la forma en que se protege al suelo, en el período poco lluvioso ocurre la mayor deposición, con incrementos en éste de un 71,2 % con respecto al total acumulado.

El aporte de nutrientes a través de las coberturas (Tabla IV.10b), fue siempre superior donde se encontraba la cobertura de leguminosa, particularmente para el nitrógeno y el calcio. Los valores del primer elemento alcanzaron niveles de 49.71 kg.ha⁻¹; similares a los señalado por Vela (2001), al utilizar la leguminosa *Stylosanthes guianensis*, especie vegetal que según dicho autor posee capacidad para fijar hasta 50 kg.ha⁻¹ de N.

El contenido de calcio también se favoreció en el sistema, al incorporarse 45.6 kg.ha⁻¹, incremento que favorece, según Cabrera (2000), la basicidad del suelo, además de incidir directamente en su estado estructural, aumentar la porosidad inter e intraagregados, y disminuir su densidad.

El mayor potencial de deposición de hojarasca y transferencia de nutrimentos se logró en presencia de la cobertura de *T. labialis* aspecto que coincide con lo planteado por Crespo *et. al.* (2001), quienes afirmaron que en las condiciones de Cuba, la mayoría de las leguminosas producen mayores volúmenes de hojarasca y con mayor velocidad de reciclaje de nutrientes que muchas gramíneas, al ser especies, en ocasiones muy lignificadas, lo que trae consigo retardos en la descomposición de las mismas, por lo que la disponibilidad de los nutrientes requiere de un período mayor de tiempo.

Tabla IV.10b. Aportes de nutrientes a través de las coberturas (kg.ha⁻¹).

Tratamientos	Aporte de nutrientes (kg.ha ⁻¹)									
	N		P		K		Ca		Mg	
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL
Cobertura de <i>T. labialis</i>	29.4 a	49.71 a	1.46 a	4.6 a	5.33 a	7.57 a	29.4 a	45.6 a	6.38 a	16.13 a
Cobertura natural	26.01 b	29.79 b	1.17 b	3.12 b	4.12 b	3.97 b	16.9 b	35.7 b	3.77 b	8.51 b
p	5.1 x 10 ⁻⁷	0.00	3 x 10 ⁻⁶	14 x 10 ⁻⁴	1.2 x 10 ⁻⁸	1.5 x 10 ⁻¹⁰	1.0 x 10 ⁻⁸	2.7 x 10 ⁻⁸	5.7 x 10 ⁻¹⁰	7.9 x 10 ⁻¹²

N: nitrógeno; P: fósforo; K: potasio; Ca: calcio; Mg: magnesio PLL: Período Lluvioso y PPLL: Período Poco Lluvioso. P: Valor de probabilidad. Medias con letras no comunes, para una misma columna, difieren según t´Students (p<0.05).

Autores como Thomas y Asakawa (1993), señalan que las gramíneas al poseer paredes celulares más lignificadas y elevada relación C/N, su descomposición en el suelo es más difícil y lenta, tanto por los organismos descomponedores como por factores abióticos presentes en el sistema. Para Skerman *et. al.* (1991), la transferencia de nutrientes de la leguminosa al sistema se produce por senescencia, muerte y descomposición del material vegetal en lo que tiene una incidencia marcada la caída de las hojas en comparación con la lixiviación de los nutrientes de los tejidos hacia el suelo o la liberación de los nódulos y raíces después de la defoliación.

Si a lo anterior se une que en los agroecosistemas cítricos convencionales predomina la protección al suelo a base de agrotóxicos, esto conlleva a disminuciones en la diversidad biológica, afectando a muchos organismos involucrados en la descomposición de estos residuos.

Lo antes expuesto confirma las diferencias encontradas en los volúmenes de deposición de hojarasca por ambas coberturas y los niveles de transferencias (aportes) de nutrimentos.

IV.3.2. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades del suelo, el rendimiento y la calidad del fruto cítrico.

Las modificaciones propiciadas sobre algunas propiedades biológicas, químicas y físicas con el empleo de tres alternativas de protección del suelo: cobertura con la leguminosa *T. labialis*; bajo cobertura natural y suelo desnudo, en plantaciones de naranja *Valencia late*, se presentan comparativamente entre ellos, para cada indicador estudiado.

IV.3.2.1. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades biológicas del suelo.

- **Macrofauna del suelo.**

La identificación y cuantificación de la macrofauna encontrada durante los tres años, después de establecida la cobertura de *Teramnus labialis*, aparecen reflejados en la Tabla IV.11. La sumatoria de estos muestreos concluyó que el número total de individuos colectados fue de 671, pertenecientes a 3 *Phylum*, 5 clases y 10 órdenes. Las clases más representadas fueron Gasterópoda, Myriapoda e Insecta con 212, 206 y 167 individuos.m⁻², respectivamente.

A partir de los resultados de los análisis de varianza relacionados con el número de individuos y la biomasa (Tabla IV.12), se encontró un efecto de interacción entre los factores en estudio: tipo de protección al suelo y sitio (lugar) en que se contabilizaron los macroorganismos (mayores de 2 mm).

Tabla IV. 11. Composición taxonómica de la biota del suelo durante la etapa experimental.

Phylum	Clase	Orden	Período de evaluación			Total
			2002	2003	2004	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	21	41	36	98
		Dermaptera	2	4	1	7
		Orthoptera	1	3	3	7
		Lepidoptera	4	6	9	19
		Hymenoptera	7	-	9	16
		Hemiptera	5	1	14	20
	Arachnida	Araneae	3	2	3	8
	Myriapoda	Chilopoda	107	56	43	206
Mollusca	Gasteropoda	Archaeogastropoda	133	52	27	212
Annelidae	Oligochaeta	<i>Haplotaxida</i>	14	26	38	78
Total			297	191	183	671

Tabla IV.12. Resumen de los análisis de varianza para el número de individuos y la biomasa.

Fuente de variación	Cuadrado medio	
	Número de individuos.m ⁻²	Biomasa (g.m ⁻²)
A: profundidad del muestreo	42 740.10***	768.32***
B: tipo de protección	34 500.70***	1064.11***
Interacción A x B	9 368.37***	158.82***
Residual	13.85	0.19

***:- significativo a p<0.001

La comparación entre las tres variantes experimentales en cuanto al número de individuos.m⁻² y la biomasa (g.m⁻²) de la macrofauna del suelo, en cada sitio muestreado, en un agroecosistema de naranja *Valencia late* se presenta en la Tabla IV.13.

La cobertura de *T. labialis* superó estadísticamente a los dos restantes tratamientos en cuanto al número de individuos por unidad de área para los primeros sitios de muestreo. Este resultado se atribuye a la composición que tuvo dicha cobertura, pues al caracterizar a ambas variantes protectoras, la de la leguminosa presentaba valores de proteína bruta de 18.1 % y de fibra bruta de 27.3 %, mientras que la de la cobertura natural presentó valores de 10.03 % y 35.8 %, para cada indicador respectivamente (Anexo 4). Las diferencias en la composición de ambas coberturas determinan la abundancia y representatividad de la biota del suelo, lo que coincide con lo afirmado por Ilieva-Makulev *et. al.*, (2004). Lógicamente no sólo la calidad de la cobertura influye sobre esta diversidad biológica, sino también la cantidad, razón por la cual, en el tratamiento desprovisto de protección el número de individuos fue muy bajo.

Tabla IV.13. Comportamiento del número de individuos.m⁻² y la biomasa (g.m⁻²) de la macrofauna del suelo, en cada forma de protección y sitio muestreado, en un agroecosistema de naranja *Valencia late*.

Tratamientos	Número de individuos.m ⁻²			Biomasa de la macrofauna (g.m ⁻²)		
	Sitios de muestreo					
	Hojarasca	0.00- 0.10 m	0.10- 0.20 m	Hojarasca	0.00- 0.10 m	0.10- 0.20 m
Cob. <i>T. labialis</i>	246.33 a	111.0 c	27.66 e	38.57 a	21.69 c	3.81 f
Cob natural	192.66 b	48.0 d	25.0 e	24.86 b	13.31 d	0.46 h
Suelo desnudo	15.0 f	4.33 g	1.33 g	6.20 e	2.38 g	0.12 h
Es \bar{X}	2.14			0.25		

Cob. *T. Labialis*: Cobertura de *T. labialis*, Cob natural: Cobertura natural. Es \bar{X} : error estandar de la media.

Al observar el comportamiento de la macrofauna en los diferentes sitios de muestreo del suelo. La densidad de la población de individuos fue significativamente superior en la zona de la superficie (en la hojarasca) para cada tratamiento de forma independiente. La mayor concentración de individuos en esta zona puede ser atribuido a la existencia de una mayor disponibilidad de alimentos en este nivel, la cual procede tanto de la capa de hojarasca creada a partir de restos de la cobertura de *Teramnus labialis* y la cobertura natural como de la

proveniente de los árboles cítricos (frutos y follaje) en el caso específico del tratamiento donde el suelo estuvo desprotegido, lo que trajo consigo un incremento en los niveles de materia orgánica, principal alimento de los individuos que conforman la fauna edáfica (Kolmans y Vásquez, 1996). El comportamiento de la biomasa de los individuos colectados por tratamientos, mostró un patrón de comportamiento similar al del número de individuos. En este indicador existieron diferencias significativas a favor de *T. labialis*, encontrándose individuos de mayor peso favorecido por las condiciones de aireación y alimentación que encuentran bajo este tratamiento, ya que las leguminosas presentan en general un contenido de proteína alto, la que se convierte en el suelo en fuente para la alimentación de los organismos edáficos existentes (Kolmans y Vásquez, 1996).

La biomasa presentó variaciones en dependencia de la profundidad de muestreo evaluada, correspondiendo a la hojarasca los mayores valores, pues ahí se encontraron individuos con un mayor peso, pertenecientes a la clase Gasteropoda (*Veronicella floridana*), Insecta (Orden Coleóptero con individuos de la familia Escarabidae, en estado larvario) y Myriapoda.

Estudios relacionados con la distribución de los organismos indican la preferencia de la fauna por colonizar la hojarasca y los primeros centímetros del suelo (Barrios *et. al.* 1999; Gómez y Velásquez, 1999), ambos en áreas abiertas, mientras que Sánchez y Hernández (2001), Sánchez y Milera (2002), Cubillas y De la Rosa (2003) y Sánchez y Reyes (2003), obtuvieron resultados similares en sistemas agrosilvopastoriles.

IV.3.2.2. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades químicas del suelo.

Los resultados del comportamiento de algunas propiedades químicas del suelo en los diferentes tratamientos se presentan, en la Tabla IV.14.

- **Sobre la materia orgánica.**

El mayor porcentaje de materia orgánica se obtuvo al final del período de evaluación en el tratamiento de *T. labialis*.

Los contenidos alcanzados, en todos los tratamientos son clasificados de medios, según los criterios de MINAG, (1984) quienes así lo consideran cuando éstos se encuentran entre 2.0 y 4.0 %. Sin embargo, desde el punto de vista estadístico, los valores encontrados, en ambas coberturas, son superiores a aquellos donde el suelo estaba sin protección, alcanzando la cobertura de leguminosa los mayores incrementos. Los contenidos logrados bajo ambas formas de protección están asociados no sólo al resguardo que hacen estas especies y sus aportes de materia orgánica en sí, sino también al efecto asociado a la macrofauna diversa que

allí se encuentra, la que favorece la descomposición de la misma, trayendo consigo su ulterior acumulación en los primeros 0.20 m de profundidad.

Los resultados mostraron incrementos de la materia orgánica del suelo a través del tiempo (0,66 %, tomando en consideración la diferencia entre el contenido final del tratamiento con *Teramnus* e inicial del suelo donde se desarrolló el experimento), lo cual es bajo, pero típico para que se produzca para este tipo de agroecosistema debido al relativamente corto período de tiempo de establecida esta leguminosa como cobertura (cuatro años). En este sentido Fassbender *et. al.* (1991), indicaron incrementos significativos en sistemas agroforestales después de períodos prolongados (más de 10 años).

Según Pérez-Carmenate (1998), Gutiérrez (2001) y Clavel (2004), en condiciones similares a las referidas en la presente investigación, el comportamiento de la materia orgánica está supeditado al aumento de la producción de biomasa producida por las coberturas.

La importancia de la materia orgánica fue destacada por Sikora y Stott (1996), al afirmar que todas aquellas prácticas de manejo que promuevan el incremento del contenido de materia orgánica contribuyen a la "salud" del sistema suelo en su conjunto. Similares argumentos esgrime Weber (2002) y Ferrotti y Luciano (2005) quienes consideran que la materia orgánica desempeña cuatro importantes funciones, agrupándolas en químicas, físicas, biológicas y nutricionales.

Tabla IV. 14. Comportamiento de algunas propiedades químicas del suelo, al finalizar el primer y cuarto año de la fase experimental, en los primeros 0.20 m.

Tratamientos	M.O (%)		pH H ₂ O		P (mg de P ₂ O ₅ .100 g ⁻¹ de suelo)	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Cob. <i>T. labialis</i>	5.66 b	6.30 a	2.98 c	3.46 a	0.74 b	0.80 a
Cob. Natural	5.71 b	6.21 a	2.85 cd	3.18 b	0.64 c	0.66 c
Suelo desnudo	5.7 b	5.65 b	2.81 cd	2.82 cd	0.58 c	0.50 d
Es \bar{X}	0.04		0.04		0.01	

Cob. *T. labialis*: cobertura de *Teramnus labialis*; Cob. Natural: cobertura natural; Suelo desnudo: suelo sin protección; Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año experimental. Medias con letras no comunes, para un mismo indicador, difieren según Tukey (p< 0,05). ES \bar{X} : error estándar de la media.

• **Sobre el pH.**

El pH del suelo, al finalizar el primer año de la etapa experimental, no mostró diferencias estadísticas bajo el efecto de las variantes estudiadas. Resulta significativo que cuando se toma en consideración el valor inicial que poseía el suelo, antes de establecer la cobertura de

teramnus (valor de 5.70, según caracterización del área en que se compararon las tres formas de protección del suelo), se manifiesta una disminución de dicho valor, comportamiento que pudo estar determinado por el desempeño de las leguminosas al inducir la acidificación del suelo, proceso en el cual, el exceso de cationes adsorbidos en el proceso de fijación de nitrógeno con relación a los aniones, desempeña un papel de primer orden. Esto condiciona un flujo neto de iones H_3O^+ desde la raíz de la planta hasta la rizosfera, lo que contribuye a la acidificación del medio, según plantean Marx y Nelson (2003). Esta respuesta varió en el tiempo, atribuible al incremento de la materia orgánica en el suelo a través de la mineralización de la hojarasca producida por la leguminosa.

Al finalizar la etapa experimental (cuatro años después) el pH no difirió al comparar los tratamientos donde el suelo estaba protegido, superiores al suelo desprovisto de cobertor, lo que demuestra el efecto protector que sobre el lavado de las bases alcalinas y alcalinotérricas ejercen estas formas de protección del suelo. El resultado obtenido pudo estar relacionado con el aumento en el contenido de calcio, debido a la descomposición de la hojarasca producida ($75 \text{ kg.ha.año}^{-1}$, sólo por *Teramnus labialis*), las que aportan calcio al sistema así como a la existencia de una mayor cantidad de organismos vivos, en el suelo protegido, capaces de aportar calcio, dada la presencia de glándulas calcíferas en muchos de ellos, aspectos referidos por Borroto *et. al.* (2001), con lo que se logran niveles que no entorpecen el desarrollo de las especies presentes.

- **Sobre el fósforo disponible (P).**

La disponibilidad de P para las plantas estimada por el método de Oniani se incrementó significativamente en el tratamiento donde se encontraba *T. labialis*. No obstante, los valores obtenidos fueron bajos lo que pudo estar supeditado a las transformaciones que normalmente ocurren con este elemento en estos tipos de suelos, en los que los óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio presentes, unido a la presencia de las arcillas del tipo 1:1 se comportan como geles anfóteros amorfos que originan cargas inducidas o dependientes del pH y las formas del fósforo presentes o los aportes realizados son fijados por los coloides, formándose fosfatos de hierro y aluminio que son formas insolubles e inasimilables por las plantas.

A lo anterior puede agregársele que este comportamiento puede estar relacionado a los ácidos orgánicos que libera la materia orgánica, la que impide que los óxidos amorfos de hierro y aluminio cristalicen, siendo estos los que más fijan P. De igual forma la materia orgánica aumenta el contenido de sesquióxidos finamente divididos lo cual incrementa la fijación del P, motivos posibles de los bajos contenidos detectados por este método.

Otro factor que pudo influir en los contenidos de P son las cantidades de Ca encontrado, provenientes de los aportes de la macrofauna, en especial de aquellos organismos que poseen glándulas calcíferas en su constitución.

A pesar de los insuficientes tenores del elemento que exhiben todos los tratamientos, la supremacía donde estuvo presente *teramnus* se atribuye a los aportes de la hojarasca, pues según Gutiérrez (2001), al citar a Whiteman (1980) considera que las leguminosas son capaces de movilizar el P en cantidades apreciables pudiendo ser este grupo de plantas mayores portadores que las poáceas. Montecinos (1995), enfatiza en que una de las formas para manejar biológicamente al P en el suelo es el uso de coberturas manteniéndolo cubierto el mayor tiempo posible con éstas, ya sean vivas o muertas, lo que estimula la acción de los microorganismos y del sistema radical. Este órgano de las plantas estimula la actividad microbiana a través de los exudados radicales. Los criterios anteriores constituyen razones para presumir éstas como algunas de las causas de aprovechamiento del elemento P a pesar de la apreciación de bajos niveles del elemento en el suelo.

A pesar de la diferencia significativa existente entre los tratamientos en ambas coberturas, transcurridos cuatro años después de establecidas en la plantación, sus valores absolutos siguen siendo bajos, pues en este tipo de suelo no debe esperarse un aumento relevante en los niveles de P en un plazo relativamente breve proveniente de la materia orgánica, lo que se debe a diferentes causas. Entre estas se pueden mencionar que este suelo posee una alta capacidad buffer fosfórica por lo que se consideran altos fijadores de este elemento según Peralta (1991), al evaluar diferentes sistemas de fertilización fosfórica en secuencias de cultivos en suelos Ferralíticos Rojos de Ciego de Ávila. Por otra parte, al estar presente una cobertura viva, se produce una cantidad de biomasa con lo que se puede fijar biológicamente el P, el cual es liberado con relativa lentitud.

- **Sobre los cationes intercambiables.**

Al analizar del comportamiento de los cationes intercambiables y valor T en el suelo bajo el efecto de las diferentes coberturas (Tabla IV. 15), se encontraron diferencias significativas para el contenido de calcio entre las variantes estudiadas.

El mayor contenido de calcio en los tratamientos con cobertura pudo estar determinado por el incremento de la materia orgánica que se obtiene a partir de la biomasa proporcionada por las especies que conforman dicha cubierta, así como por la mayor actividad microbiana que se produce en estas alternativas, la que favorece la descomposición de los residuos orgánicos. A

lo anterior puede añadirse el posible aporte que pueden realizar las glándulas calcíferas de los organismos que allí habitan.

Si bien es cierto que los incrementos de Ca fueron bajos, no deben ser menospreciados. Según Borroto y Borroto (1996), se afirma que los cítricos no reciben, tradicionalmente, aplicaciones de este elemento, y puede disponer de él a partir de los aportes de enmiendas orgánicas. Otro posible por qué los valores de incrementos de Ca fueron bajos, puede ser explicado a partir de que este elemento es utilizado en el proceso de infección de las plantas leguminosas por el *Rhizobium* y actúa sobre el posterior desarrollo del nódulo, siendo un componente estructural de la membrana celular, argumentos esgrimidos por Tang (1996) y Bécquer *et. al.*, (2002).

Tabla IV.15. Comportamiento de los cationes intercambiables y CIC del suelo, al finalizar el primer y cuarto año de la fase experimental, en los primeros 0.20 m.

Tratamientos	Cationes (cmol ⁺ · Kg ⁻¹ del suelo)							
	Ca ⁺²		Mg ⁺²		K ⁺		CIC (T)	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Cobertura <i>T. labialis</i>	13.16ab	13.70 a	4.00 a	3.80 ab	1.03 a	1.10 a	22.45 b	23.14 a
Cobertura natural	12.56b	13.60 a	3.50 bcd	3.70 abc	0.99 ab	0.96 ab	21.98 b	20.82 c
Suelo desnudo	11.64c	10.35 d	3.20 d	3.30 cd	0.82 b	0.80 b	19.01d	18.93 d
ES \bar{X}	0.27		0.13		0.06		0.17	

Cobertura *T. labialis*: cobertura de *Teramnus labialis*; Cobertura natural: cobertura natural; Suelo desnudo: suelo sin protección; Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año de establecido el experimento. Medias con letras no comunes, para un mismo indicador, difieren según Tukey (p< 0,05). ES \bar{X} : error estándar de la media.

Por otra parte el árbol de cítrico realiza extracciones de Ca que destina a diversas funciones vitales tales como el desarrollo de los órganos aéreos y la raíz, la fotosíntesis, así como la regulación del equilibrio ácido –alcalino que realiza dicho elemento, el cual, junto al potasio regula el régimen hídrico del cultivo.

En el tratamiento bajo suelo desnudo se encontraron los menores valores, pues se favorece el lavado de las bases intercambiables, entre las que se encuentra el calcio, lo que unido a la meteorización característica de esta zona edafoclimática, así como al buen drenaje típico de estos suelos, propicia el sinergismo de dichos factores que conlleve a la disminución progresiva de este elemento.

El magnesio, como un ión que se caracteriza por una movilidad relativamente alta en el perfil, puede perderse por acción de las precipitaciones, lo que se favorece por las buenas condiciones de drenaje, propios de estos suelos. De ahí que donde se dispuso de una

alternativa que minimizara estas condiciones, la presencia del elemento fue mayor. No es desatinado reflexionar que no se manifestaron problemas con el balance y la relación internutriente que se establece entre los aportes o incrementos de potasio que logra la variante bajo el *T. labialis* con relación a las relaciones intercatiónicas que se establecen entre ellos, aspecto al que Arzola *et. al.*, (1998) confiere gran significación e importancia para evitar deficiencias de este nutriente vital para los cítricos.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, como una propiedad físico química de gran trascendencia en la fertilidad de los mismos, permite considerar que en los tratamientos con cobertura de *T. labialis* y con la cobertura natural, ésta se incrementan con respecto al suelo desnudo, aspectos que están relacionados con los contenidos de materia orgánica, la cual, durante su proceso de humificación, proporciona un incremento de radicales carboxilos y fenólicos, los que inducen el aumento de cargas negativas en la superficie de los coloide, y con ello provoca mayor afinidad por la adsorción de cationes, y en consecuencia, mayor CIC.

IV.3.2.3. Efecto de las variantes experimentales sobre algunas propiedades físicas del suelo.

- **Sobre la densidad de la fase sólida o real (D_r) y la densidad aparente (D_a).**

La densidad de la fase sólida (Tabla IV.16) no experimentó variación alguna para los diferentes tratamientos, durante el período evaluado, lo que permite afirmar que esta es una propiedad poco dinámica que depende, fundamentalmente, de la composición química y mineralógica del suelo. Trabajos investigativos realizados por Cabrera *et. al.*, (2002) y Armengol (2006), aplicando diferentes enmiendas orgánicas corroboraron que la materia orgánica no introdujo cambios en la densidad de la fase sólida, por lo que consideran esta propiedad como una de las más estables del suelo.

Sin embargo, la densidad del suelo experimentó diferencias significativas entre los tratamientos, con énfasis en los años posteriores al establecimiento de ambas coberturas. Los valores se alcanzaron más bajos en el tratamiento donde se estableció *Teramnus labialis*, lo que confirma el efecto positivo que ejerce esta alternativa al propiciar incrementos en los contenidos de materia orgánica. Ello favoreció el volumen del espacio poroso total, y por consiguiente, produjo una disminución de la densidad del suelo.

Otra razón que justifica el empleo de alternativas que garanticen la protección del suelo es el hecho de que, según la tecnología actualmente utilizada en el manejo de plantaciones cítricas, conlleva a que la compactación y degradación del suelo se intensifique por el uso

excesivo de maquinarias para garantizar un suelo desnudo durante toda la plantación, todo lo cual trae consigo empeoramiento de las propiedades físicas del mismo, relacionadas con las disminuciones de los contenidos de materia orgánica y el papel que desempeña la misma según Ferrotti y Luciano (2005). Esta evidencia confirma la necesidad de introducir el uso de coberturas, práctica no seguida actualmente, en plantaciones comerciales de cítricos en Cuba. Investigaciones realizadas por Peña (2000) y Cabrera *et. al.* (2002), recomiendan el empleo de enmiendas o mejoradores para suelos con labranza intensiva.

Tabla IV.16. Comportamiento de algunas propiedades físicas del suelo, al finalizar el primer y cuarto año de la fase experimental, en los primeros 0.20 m.

Tratamientos	kg. m ⁻³ .10 ³				m ³ .kg ⁻¹ .10 ⁻⁵					
	Dr		Da		Wcc		Vt		Va	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Cobertura <i>T. labialis</i>	2.55	2.55	1.17b	0.96d	30.01 c	34.12 a	54.1c	62.3 a	18.7c	29.5 a
Cobertura natural	2.56	2.55	1.20b	1.09c	28.75 d	31.4 b	53.1cd	57.2b	18.6c	22.9b
Suelo desnudo	2.55	2.56	1.25 a	1.24 a	27.0 e	27.12 e	50.9e	51.5de	17.2d	17.8c d
Es \bar{X}	0.002 ns		0.02		0.06		0.64		0.45	

Cobertura *T. labialis*: cobertura de *Teramnus labialis*; Cobertura natural: cobertura natural; Suelo desnudo: suelo sin protección; Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año de establecido el experimento. Dr: densidad de la fase sólida; Da: densidad de suelo; Wcc: humedad capacidad de campo; Vt: porosidad total o volumen específico total de poros, Va: volumen específico de aire. Medias con letras no comunes, para un mismo indicador y profundidad, difieren según Tukey ($p < 0,05$). Es \bar{X} : error estándar de media.

A pesar de que para Peña (2000) la porosidad total de los suelos Ferralíticos se caracteriza por ser alta, relacionada con el drenaje y movimiento del agua en el perfil, así como con el intercambio gaseoso y el crecimiento radical, lo que en la investigación se comprueba con el uso de coberturas, y más aún en la de *T. labialis*, la que mejora la distribución del espacio poroso total, la que se incrementó en un 8.2 %.

Un análisis de la humedad a capacidad de campo, el volumen específico total de poros y el volumen específico de aire, permite constatar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos para cada uno de estos indicadores. Los valores más altos se encontraron con la cobertura de *Teramnus labialis*, tratamiento en el que se logró además un mejor estado estructural, comportamiento supeditado a los incrementos de materia orgánica y a las mejores condiciones de humificación que se producen en esta alternativa.

Los resultados confirman las posibilidades que ofrece esta leguminosa, la que propicia una mayor retención de humedad a partir de la cobertura que desarrolla durante su establecimiento,

pudiéndose inferir las disminuciones de la temperatura del suelo, el mejoramiento de las condiciones de vida para la microbiota acompañante, entre otras, la que se hace superior si se compara con el tratamiento donde se encontraba el suelo desprovisto de vegetación.

Las mejores condiciones estructurales se presentaron en el tratamiento donde se estableció la cobertura de *T. labialis* (Tabla IV.17), las que difirieron significativamente de las otras alternativas empleadas. Ello se explica a partir de los incrementos que ejerció la cobertura sobre los contenidos de materia orgánica y otros nutrientes. Por tal motivo se supone que este comportamiento se debe a que la materia orgánica, conjuntamente con el hierro, forma microagregados estables en la parte superior del perfil como parte de la formación natural del suelo y que éstos tienden a descomponerse por la influencia antropogénica, cuando el suelo es sometido al cultivo intensivo, afirmación realizada por Morell (2005).

Un efecto contrario manifestó el tratamiento de suelo desnudo, donde el manejo tradicional utilizado en las plantaciones cítricas que se desarrollan sobre suelos Ferralíticos, es la causa fundamental que propicia su degradación física, aspecto referido por Cabrera (2000) y Armengol (2006), quienes demostraron que la adición de determinadas dosis de residuos orgánicos, en diferentes tipos de suelo, provocó incrementos del coeficiente de estructura, lo cual repercutió positivamente en su acondicionamiento hidrofísico.

El efecto de los tratamientos evaluados sobre la estabilidad de los agregados estables al agua > 0.25 mm al primer y cuarto año de la fase experimental, en los primeros 0.20 m, se aprecian en la Tabla IV.18.

Los resultados obtenidos muestran que el efecto acumulativo de la biomasa depositada por la cobertura de leguminosa al suelo, favorece las características estructurales del mismo e incidió en el aumento de los agregados agrónomicamente más valiosos y en la estabilidad de los agregados al agua, aspectos todos que influyeron favorablemente en el crecimiento y desarrollo, manifestado en el rendimiento del naranjal, atribuido a lo informado por Carvalho *et. al.* (2007), quienes señalan que la materia orgánica influye en la estabilidad hídrica de los agregados del suelo, razón por la cual son inversos los resultados alcanzados donde se encontraba el suelo sin proteger.

Resultados similares informa Morell (2005), quién encontró, en un suelo bajo bosque, hay un predominio de agregados de 7-2 mm (57.8 %) con una alta porosidad de los mismos (42.6%) y una elevada estabilidad estructural (91.9 %); donde la fracción de 5-2 mm, es la más resistente a la acción destructora del agua.

Tabla IV.17. Composición de los macroagregados, (Ke) en el suelo, al finalizar el primer y cuarto año de la fase experimental, en los primeros 0.20 m.

Trat.	Composición de macroagregados por fracciones (%).												Ke	
	>10 mm		10-7 mm		7-5 mm		5-3 mm		3-0.25 mm		<0.25 mm			
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
I	11.3	9.0	18.2	21.82	20.2	24.64	28.30	30.4	17.0	9.36	5.0	4.78	5.13c	6.25 ^a
II	13.12	9.9	18.0	19.6	20	24.6	30.0	35.04	13.6	5.8	5.28	5.06	4.43d	5.68b
III	16.2	13.6	21.28	14.28	18.74	19.8	22.46	31.8	17.66	14.22	3.66	6.27	4.03e	4.03e
Es \bar{X}													0.20	

Tratamientos: I. Cobertura de *Teramnus labialis*, II. Cobertura natural, III. Suelo desnudo. Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año de establecido el experimento. Medias con letras no comunes, para un mismo indicador, difieren según Tukey (P< 0,05). Es \bar{X} : error estándar de la media.

Tabla IV.18. Porcentaje de agregados estables al agua (Ae) > 0.25 mm al primer y cuarto año de la fase experimental, en los primeros 0.20 m.

Trat.	Porcentajes de agregados estables al agua por fracciones										Ae (%)	
	10-7 mm		7-5 mm		5-3 mm		3-0.25 mm		<0.25 mm			
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
I	np	np	np	np	48.05	56.8	30.53	33.34	21.42	9.86	78.58c	90.14 ^a
II	np	np	np	np	29.85	32.95	46.53	52.19	23.62	14.86	77.71c	85.14b
III	np	np	np	np	31.2	29.6	41.63	43	27.4	27.17	72.6 d	72.8d
Es \bar{X}											1.54	

Tratamientos: I. Cobertura de *Teramnus labialis*, II. Cobertura natural, III. Suelo desnudo. Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año de establecido el experimento; Np: no presente. Medias con letras no comunes, para un mismo indicador, difieren según Tukey (P< 0,05). Es \bar{X} : error estándar de la media.

Los cambios que en el estado estructural del suelo tuvieron lugar durante el establecimiento de las coberturas incidieron en las magnitudes físicas relacionadas con el movimiento de agua en el suelo, específicamente en la velocidad de infiltración. Las curvas de la velocidad de infiltración mostradas en la figura IV.9 indican correspondencia entre el mejor estado estructural y el incremento del volumen específico de poros, lo que favorece aumentos significativos de la velocidad de infiltración del agua en el suelo en las variantes de cobertura con respecto al suelo desnudo, diferencia que se relaciona con el incremento de la materia orgánica que en dichas condiciones se produjo.

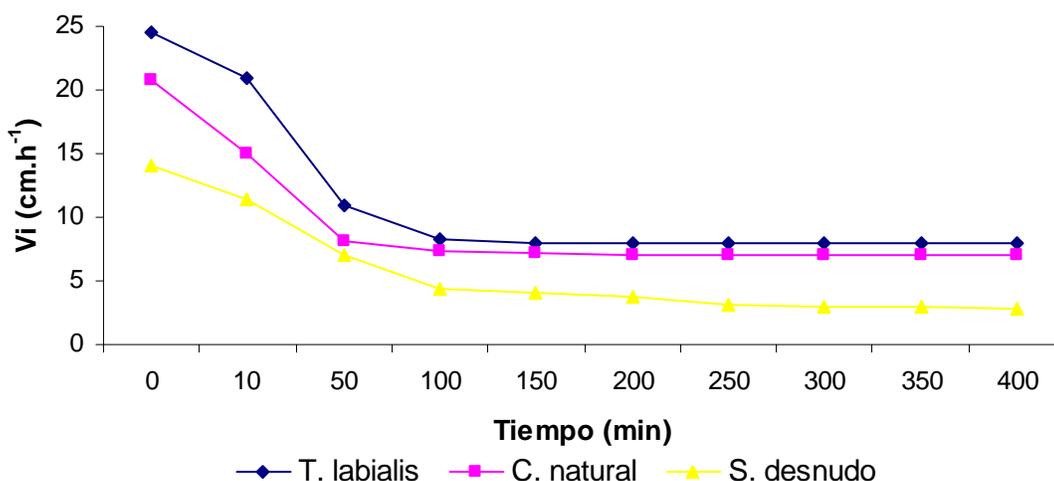


Figura IV.9. Velocidad de infiltración del agua (V_i) en las diferentes tratamientos estudiados al finalizar el cuarto año de la etapa experimental.

Las variaciones de la velocidad de infiltración, conjuntamente con los cambios ocurridos en la cuantía del agua conservada en el primer horizonte, en los tratamientos con cobertura, muestran las condiciones bajo las cuales se retuvo y se produjo el movimiento del agua en el suelo, lo que repercutió positivamente en el suministro de agua a la planta, resultados que corroboran con lo obtenidos por Pérez-Carmenate (1998), Gutiérrez (2001) y Rodríguez (2005), quienes coinciden en afirmar que el empleo de leguminosas, como cobertura vegetal, resulta un factor significativo en la conservación del agua en los suelos, en la mejora de la infiltración, el drenaje y en la disminución de la evaporación, elementos todos favorables al cultivo base.

IV.3.2.4. Efecto de las variantes experimentales sobre el árbol de cítrico.

- ✓ **Contenido foliar N, P, K, Ca y Mg en los árboles de cítrico al finalizar el cuarto año de establecido el experimento.**

Los valores de los principales macroelementos presentes en el follaje de los árboles de naranja, en el cuarto año del período experimental, en las diferentes variantes estudiadas, se muestran en el Tabla IV.19.

De acuerdo a los índices considerados como adecuados por MINAG (1990), ambas variantes de protección de suelo los ostentan, no así el suelo desnudo, donde son menores. Lo anterior guarda estrecha relación con los volúmenes de naranjas cosechadas en cada uno de ellos, lo que permite afirmar que la protección del suelo en áreas citrícolas es una alternativa factible para la conservación del mismo, al no manifestarse competencias entre la cobertura y el cultivo principal por los nutrientes, y por tanto, con el rendimiento.

Tabla IV.19: Contenidos foliares de N, P, K, Ca y Mg en plantas de naranja *Valencia late*, al finalizar la fase experimental, con diferentes alternativas de protección al suelo (%).

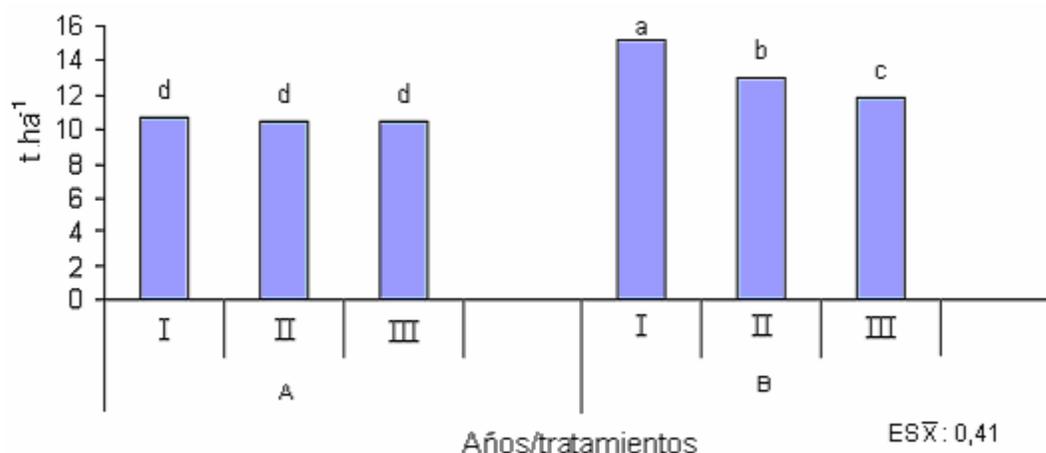
Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg
Cobertura <i>T. labialis</i>	2.72 a	0.16 ns	1.43 ns	3.71 a	0.46 a
Cobertura natural	2.45 b	0.12 ns	1.30 ns	3.22 ab	0.37 ab
Suelo desnudo	2.10 c	0.10 ns	1.16 ns	2.97 b	0.23 b
Es \bar{X}	0.09	0.01	0.08	0.13	0.03

N: nitrógeno; P: fósforo; K: potasio; Ca: calcio; Mg: magnesio. Es \bar{X} : error estándar de la media. Medias con letras no comunes, para una misma columna, difieren según Tukey ($p < 0.05$). ns: no significativa.

Es evidente que la cobertura con la leguminosa *Teramnus labialis* favoreció los rendimientos de la plantación (Figura IV.10) y resultó significativamente superior al resto de los tratamientos. Los volúmenes de rendimiento el cuarto año de establecida la cobertura de leguminosa alcanzaron $4.43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ por encima del rendimiento promedio de la primera cosecha, después de establecida la misma.

Diversas son las causas que pudiesen haber influido en estos incrementos. Tradicionalmente, las plantaciones citrícolas en Cuba se someten a un stress hídrico durante los meses de noviembre-diciembre que favorecen la inducción floral (que ocurre en febrero). A partir de este momento es indispensable la humedad del suelo (a través del riego o precipitaciones) para lograr el cuaje del fruto en los meses de febrero a marzo, aspecto que pudiera ser facilitado por la presencia de la cobertura.

De igual forma la presencia de esta biomasa generada por la cobertura de *Teramnus labialis*, más la aportada por restos de hojas, frutos, entre otros, propios del crecimiento y desarrollo de los árboles, facilitan la retención de la humedad, lo cual pudo propiciar un mayor cuaje y, traer consigo los volúmenes de producción bajo esta variante, superior a la del resto de las alternativas estudiadas.



Tratamientos: I Cobertura de *T. labialis*, II Cobertura natural, III Suelo desnudo. A: Transcurrido el primer año experimental; B: al finalizar el cuarto año de establecido el experimento Es \bar{X} : error estándar de la media. Medias con letras no comunes, difieren según Tukey ($p < 0.05$).

Figura IV.10: Rendimiento de naranja *Valencia late* al finalizar el primer y cuarto año, de la fase experimental.

Otro factor que pudo influir en este incremento de la producción fue el mejoramiento de las propiedades del suelo en la alternativa con leguminosa, lo cual pudo proveer una mejor absorción de nutrientes, quizás hasta de elementos vitales como el Zn y Mn (aplicados tradicionalmente a este cultivo y que en la etapa experimental no se suministraron), pudiendo haber traído consigo una mayor retención de los frutos en los árboles durante las etapas de crecimiento y desarrollo.

Morell (2005), refiere que suelos sometidos a labranza excesiva e interperismo, como es el caso del suelo desprovisto de protección, disminuye el contenido de materia orgánica, disminuye la formación de microagregados y por lo tanto, aumenta el coeficiente de dispersión del suelo, todo lo cual pudo repercutir en los rendimientos alcanzados en esta variante experimental.

Los resultados obtenidos en el tratamiento con cobertura de *T. labialis* fueron similares a los reportados por Gutiérrez (2001), al emplear cobertores de leguminosas mejoradas como A.

pintoii, *N. wightii*, *S. guianensis* y *C. ternatea* alcanzando rendimientos entre 11.00 y 13, 06 t.ha⁻¹. Ello indica que una leguminosa naturalizada posee una potencialidad similar a la obtenida en especies introducidas.

En trabajos investigativos conducentes a la reconversión de una finca citrícola a orgánica, Clavel (2004), informó que las leguminosas *Stylosanthes guianensis* y *Desmodium spp* favorecieron los rendimientos de toronjas. Este mismo autor sugirió la utilización de las coberturas en sustitución de los herbicidas, en condiciones tropicales.

Los indicadores de calidad del jugo cítrico, al finalizar el primer y el cuarto año de iniciado el experimento (Tabla IV.20), se encuentran entre los rangos establecidos de acuerdo con la Norma Cubana de especificaciones de los frutos cítricos (ONN, 1986), lo que evidencia que ninguna de las variables experimentales ensayadas ejercieron influencia negativa sobre éstos que los inutilice para su consumo.

Tabla IV.20: Calidad del jugo de cítrico por cosecha bajo el efecto de las alternativas de cobertura.

Tratamientos	Sólidos Solubles Totales (° Brix)		Acidez (%)		Contenido de Jugo (%)		Ratio o Índice de Madurez	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Cobertura <i>T. labialis</i>	12.2 a	12.01 b	1.62 b	1.52 c	45.9 a	45.8 a	15.64 a	16.9a
Cobertura natural	12.1 a	12.8 a	1.72 a	1.68 b	45.9 a	44.6 b	13.59 b	14.7 b
Suelo desnudo	11.6 b	10.63 c	1.72 a	1.81 a	42.1 b	42.4 c	13.03 c	11.18 c
Es \bar{X}	0.09	0.31	0.01	0.04	0.65	0.50	0.39	0.84

Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año de establecido el experimento. Medias con letras no comunes, para una misma columna, difieren según *Tukey* ($p \leq 0.05$). Es \bar{X} : error estándar de la media.

En reiteradas ocasiones, para explicar los resultados obtenidos, éstos se han atribuido a la influencia determinante que ejerce la materia orgánica sobre las modificaciones en algunas de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo y, la repercusión que tienen todas estas transformaciones sobre el estado nutricional y rendimiento que alcanza el cultivo principal, en este caso, la naranja *Valencia late*. Por tal motivo, los resultados que se presentan, según el grupo de variables evaluadas, muestran la interrelación entre ellas, lo que permite corroborar el porque de las respuestas encontradas.

En la Tabla IV.21, se presenta la matriz de correlación entre algunas propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la naranja, al finalizar la etapa experimental.

Como se aprecia existe correlación altamente significativa entre los contenidos de materia orgánica del suelo, el pH, la capacidad de intercambio del mismo (CIC) y de todos ellos con el rendimiento. Lo anterior confirma que la materia orgánica interviene directamente sobre el pH del suelo, situándolo en rangos adecuados para el crecimiento y desarrollo del cítrico. De igual forma la CIC del suelo se correlaciona de forma positiva, confirmando que este suelo está, dado dicho contenido de materia orgánica, en posibilidad de mantener el equilibrio entre los cationes del suelo y la solución de éste, por lo que se garantiza un adecuado intercambio de nutrientes, repercutiendo positivamente en el rendimiento del cultivo, con mayor énfasis en donde estuvo el suelo protegido con la leguminosa *T. labialis*, especie vegetal de la que puede esperarse contribuciones sistemáticas al aumento de la materia orgánica del suelo, a partir de los considerables volúmenes de biomasa que produce y la que dada su baja relación C/N, se descompone en un período relativamente corto de tiempo, por lo que constituye una fuente capaz de garantizar una disponibilidad de nutrientes satisfactoria para el cultivo donde ella se establece para proteger al suelo.

Tabla IV.21. Matriz de correlación entre algunas propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la naranja, al finalizar la etapa experimental.

Indicador	M.O	pH	CIC	Rendimiento
M.O	1	0,897**	0,954**	0,934**
pH		1	0,841**	0,809**
CIC			1	0,978**
Rendimiento				1

N=9 ; ** La correlación es significativa a $p < 0,01$ (bilateral); M.O: contenido de materia orgánica (%); pH en agua; CIC: capacidad de intercambio catiónico ($\text{cmol}^+ \text{Kg}^{-1}$ del suelo); Rendimiento de la cosecha final (t.ha^{-1}).

Al correlacionar los contenidos de materia orgánica del suelo con algunas propiedades físicas y el rendimiento de la naranja, al finalizar la etapa experimental (Tabla IV.22), se observa, correspondencia entre la densidad aparente y la materia orgánica, la cual fue inversa, corroborando lo beneficioso que representa para el desarrollo del cultivo que la densidad aparente descienda su valor en la medida que aumente la porosidad total, propiedad esta última estrechamente relacionada con la materia orgánica.

En la medida en que los contenidos de materia orgánica son mayores, la capacidad de retención de humedad del suelo se incrementa, aspecto positivo, pues de dicha interrelación se predice el incremento de la actividad del proceso de mineralización de dicha materia orgánica, siendo esta última la que determina el coeficiente de estructura que presenta dicho suelo, el que de acuerdo a su valor, es adecuado para el desarrollo del cítrico.

Tabla IV.22. Matriz de correlación entre la materia orgánica, algunas propiedades físicas del suelo y el rendimiento de la naranja, al finalizar la etapa experimental.

Indicador	Materia orgánica	Da	Wcc	VT	Ke	Rendimiento
Materia orgánica	1	-,949(**)	,958(**)	,904(**)	,941(**)	,934(**)
Da		1	-,993(**)	-,981(**)	-,961(**)	-,968(**)
Wcc			1	,966(**)	,986(**)	,950(**)
VT				1	,926(**)	,946(**)
Ke					1	,900(**)
Rendimiento						1

N=9 ; ** La correlación es significativa a $p < 0,01$ (bilateral); Materia orgánica (%); Da: densidad de suelo; Wcc: humedad capacidad de campo; Vt: porosidad total o volumen específico total de poros; Ke: coeficiente estructural; Rendimiento de la cosecha final ($t \cdot ha^{-1}$).

La Tabla IV.23, muestra una relación lineal entre los contenidos de materia orgánica del suelo, las extracciones de algunos nutrientes que realizaron las plantas de naranja y el rendimiento de las mismas, al finalizar la etapa experimental.

Tabla IV.23. Matriz de correlación entre la materia orgánica, extracciones de algunos nutrientes y el rendimiento de la naranja, al finalizar la etapa experimental.

Indicador	Materia orgánica	Extrac. de N	Extrac. de Ca	Extrac. de Mg	Rendimiento
Materia orgánica	1	,893(**)	,778(*)	,914(**)	,934(**)
Extrac. de N		1	,688(*)	,816(**)	,917(**)
Extrac. de Ca			1	,748(*)	,810(**)
Extrac. de Mg				1	,830(**)
Rendimiento					1

N= 9; ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral); * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). Materia orgánica (%); Extrac. de N: extracción de nitrógeno (%); Extrac. de Ca: extracción de calcio (%); Extrac. de Mg: extracción de magnesio (%); Rendimiento de la cosecha final ($t \cdot ha^{-1}$).

Si a la información anterior se le reitera lo que fue argumentado cuando se realizó la comparación entre las tres variantes experimentales evaluadas, para cada uno de los indicadores correlacionados (extracciones y rendimiento), queda confirmado que la introducción de la cobertura de la leguminosa de *Teramnus labilis* en plantaciones de naranja *Valencia late* fue superior estadísticamente a los restantes tratamientos, entonces es posible inferir que sea precisamente a esta alternativa la que le corresponden las mayores contribuciones en esta matriz de correlación y los altos valores de correspondencia biyectiva encontrados, pudiéndose sostener que motivado a las modificaciones beneficiosas que sobre el suelo ejerce esta leguminosa, sus efectos repercuten positivamente sobre el estado nutricional

y el rendimiento del cultivo, por lo que se confirma la factibilidad del empleo de esta leguminosa como cobertura viva en plantaciones de naranja *Valencia late*.

IV.4. Valoración económica de los resultados.

Al finalizar el primer año experimental se lograron utilidades de \$ 340.93 y \$ 327.43 para la cobertura natural y de *T. labialis*, respectivamente, (Tabla IV.24), mientras que donde el suelo estuvo sin protección los resultados fueron negativos (razón de utilidad y rentabilidad y relación costo/ beneficio), aspectos dependientes de los volúmenes de producción logrados y su valor de venta.

Tabla IV. 24. Valoración económica de los resultados obtenidos por tres variantes experimentales en plantaciones de naranja *Valencia late*, para una hectárea, al finalizar el primer año experimental.

Indicadores	Cob. <i>T. labialis</i>		Cob. natural		Suelo desnudo	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Producción total (t.ha ⁻¹)	10.74	15.17	10.49	13.04	10.43	11.86
Ingreso por venta (\$.ha ⁻¹)	1704.43	2407.47	1664.76	2069.44	1655.24	1882.18
Costo de producción (\$.ha ⁻¹)	1377.00	604.37	1323.83	939.12	2073.12	1359.32
Utilidad o pérdida (\$.ha ⁻¹)	327.43	1803.1	340.93	1130.32	-417.88	522.86
Razón de utilidad (%)	19.21	74.89	20.47	54.61	-25.24	27.77
Razón de rentabilidad (%)	23.77	298.34	25.75	120.3	-20.15	38.46
Relación costo - beneficio.	4.20	0.33	3.88	0.83	-4.96	2.59

Cob. *T. labialis*: Cobertura de *Teramnus labialis*, Cob. natural: Cobertura natural, Suelo desnudo: Suelo sin protección. Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año de establecido el experimento.

Al finalizar el cuarto año experimental, la producción de cítrico en el tratamiento con cobertura de leguminosa se incrementó, lo cual favoreció el ingreso por ventas, presentándose las mayores utilidades con \$ 1 803.10, alcanzando una razón de utilidad de 74.89 % y relación costo-beneficio de \$ 0.33, obteniendo mejores resultados que el resto de las variantes estudiadas.

Los beneficios económicos logrados por el empleo de esta leguminosa pueden ser atribuibles a dos aspectos básicos: -uno, a los incrementos en los rendimientos del cultivo ya referidos y

asociados al mejoramiento de las propiedades químicas y físicas del suelo y; -el otro, a la reducción de los costos relacionados con la eliminación de las aplicaciones de herbicidas y la reducción del número de chapeas (manual y mecanizada), ya que a partir del segundo año de establecida la cobertura sólo se requerían labores de mantenimientos al área, tales como eliminar las yemas apicales de la “guía” al *T. labialis*, entre otras.

La repercusión económica que conlleva la introducción de cualquier actividad para el manejo fitotécnico de un cultivo debe ser vista en tres dimensiones: económico, social y medioambiental.

La anterior forma de interpretación de los resultados permite resaltar otras percepciones no menos importantes. La primera dimensión ya fue expuesta desde una óptica en específico; sin embargo, no menos importante es el hecho de que con el establecimiento de la cobertura viva de *Teramnus labialis* en plantaciones de naranja *Valencia late* se posibilita mejorar las condiciones de suelo y de la plantación, aspectos económicamente beneficiosos para este tipo de fincas, pues esta leguminosa aporta, dado el reciclaje de nutrientes y en especial de N.

Otra visión del beneficio se relaciona con la reducción de los costos por conceptos de chapeas, y por consiguiente, el relacionado con la humanización del trabajo (dimensión social). Además, con el decursar del tiempo, después de establecida la especie protectora se puede prescindir de la compra de su semilla por la entidad para extenderla a nuevas áreas, pues se producen 1.5 t.ha⁻¹ de simientes, visto como un “subproducto” durante la conducción de la misma hasta su total establecimiento.

El beneficio económico, con una percepción social por la introducción de esta leguminosa, conlleva a que le conceda otra utilidad, pues diferentes investigaciones, entre las que se destacan las desarrolladas por Mazorra *et. al.* (2001 y 2004), confieren a *T. labialis* como una opción factible de policultivo para la diversificación de las fincas de cítricos, permitiendo integrar, con el empleo de esta alternativa, el pastoreo de ovinos, al elevar el plano nutricional de la masa animal que se refleja en que las ganancias medias de pesos vivos (superiores a 100 g.d⁻¹) y sin causar daños a la plantación principal.

Analizando integralmente los beneficios alcanzados por esta alternativa de manejo en los agroecosistemas cítricos, con énfasis en lo medioambiental, no puede obviarse que por la reducción o no aplicación de herbicidas, insecticidas y fungicidas en el área, se contribuye a la disminución de la contaminación del suelo, el agua y el aire; se incrementan significativamente los niveles de humedad del mismo; se facilita el control natural de plagas a

través del restablecimiento del equilibrio biológico en el agroecosistema; la reducción apreciable del nivel de arvenses en el área; la regeneración de la bioestructura del suelo de forma significativa al incrementar la macrovida del mismo.

Por todas las razones antes expuestas es que se puede afirmar que *Teramnus labialis*, brinda beneficios agroproductivos y por consiguiente, es una opción factible para ser utilizada como cobertura introducida en el agroecosistema estudiado y en otros con condiciones similares en plantaciones de naranja *Valencia late*.

V. CONCLUSIONES

1. Las leguminosas herbáceas naturalizadas en los suelos representativos de las plantaciones de naranja *Valencia late* con mayor frecuencia de aparición son *Desmodium incanum*, *Rhynchosia minima*, *Teramnus labialis* y *Centrosema molle*, lo que responde a su adaptabilidad en estos agroecosistemas.
2. *Teramnus labialis* se considera la especie más adecuada para ser empleada como cobertura viva en plantaciones cítricas, en correspondencia con el porcentaje de emergencia y de área cubierta, la altura estacional, la tolerancia a plagas y la producción de semilla alcanzada durante el proceso de caracterización.
3. La expresión cuantitativa de los valores de la cobertura de *T. labialis* y de la cobertura natural, en cuanto a la altura, el control de arvenses, el área cubierta y los valores de deposición de biomasa, permiten considerar la primera como más apropiada para establecerla en plantaciones de naranja *Valencia late*.
4. El suelo cubierto con *Teramnus labialis* facilita el incremento y diversificación de la macrofauna existente, siempre superior a la encontrada en suelos desprotegidos de vegetación o cuando no se emplea esta leguminosa.
5. La protección del suelo con *Teramnus labialis* induce modificaciones favorables sobre el pH, la materia orgánica, el fósforo disponible y la capacidad de intercambio catiónico del mismo, con lo que se propician mejoras sobre el estado nutricional de las plantas de naranja *Valencia late* y, por consiguiente, en el rendimiento del cultivo, sin afectaciones en la calidad de su jugo.
6. Los incrementos en los contenidos de humedad, el volumen específico total de poros y de aire, el coeficiente de estructura, así como el porcentaje de agregados estables al agua, en el suelo, donde se establece la cobertura de *T. labialis*, demuestra la factibilidad de su empleo con dicha finalidad.
7. El empleo de la cobertura viva de *Teramnus labialis* permite alcanzar utilidades por hectáreas de \$ 1 280.24 y una razón de utilidad de 47.12 % al compararse con la tecnología tradicional establecida para plantaciones de naranja *Valencia late*, con ello se evita el uso de agrotóxicos y los daños al ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Introducir la cobertura con *Teramnus labialis* en áreas afines a la utilizada en esta investigación.
2. Conducir investigaciones sobre las potencialidades de la cobertura viva de *T. labialis*, en el reciclaje de nutrientes, la nodulación natural y la fijación simbiótica del dinitrógeno, en agroecosistemas citrícolas.
3. Estudiar el comportamiento de las plagas en la cobertura viva de *Teramnus labialis* y valorar su incidencia sobre la leguminosa y el cultivo citrícola.
4. Desarrollar investigaciones con el fin de determinar el comportamiento de la cobertura de *Teramnus labialis* en otras especies y agroecosistemas citrícolas.
5. Incorporar los elementos técnicos que aparecen en este documento con el fin de validar una tecnología para áreas de producción orgánica en plantaciones citrícolas.
6. Incluir los resultados de la investigación presentada en los estudios de pre y post-grado de las ciencias afines a la misma

NOVEDAD CIENTÍFICA

1. Se dispone, por vez primera, de un germoplasma de leguminosas herbáceas naturalizadas con potencialidades para el manejo de un agroecosistema de naranja *Valencia late*, de la provincia Ciego de Ávila.
2. Se utiliza *T. labialis* como cobertura viva en plantaciones de naranja *Valencia late*, especie de la familia de las leguminosas que fue explotada en Cuba con fines pecuarios.
3. Se demuestra la factibilidad biológica y económica con la utilización de la cobertura de *Teramnus labialis* (L. f.) Spreng. en comparación con las utilizadas tradicionalmente en los agroecosistemas citrícolas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Abadía, M.H.; Omar, S. A. & Karanxha, S. 2000. The impact of pesticidas on arbuscular mycorrizal and nitrogen fixing symbiosis in legumes. *Applied Soil Ecology*.14:191.
2. AEAC. SV. 1999. Cubiertas Vegetales en Arboricultura Frutal. Ficha técnica No. 5, de la Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos. 14p.
3. Agamathu, I. P. & Broughton, W. J. 1985. Nitrogen Cycling In A legume-Oil Pal Ecosystem In Malaysia. In *Nitrogen Cycling In Wet Monsoonal Ecosystems. Proceeding of worshop. Chian Mai Thailand. Australian Academy of Science.* 32p.
4. Altieri, M. & Schmidt, L. 1986. Cover Crop affect insect and spider population in apple orchards. *California Agriculture*. 12p.
5. Altieri, M. A. 2001. Agroecología: principios y estrategias desde la perspectiva cubana. En: *Transformando el campo cubano*. 1ra. edición. ACTAF. La Habana, Cuba. 284 p.
6. Álvarez, Orquídea. 2002. Diversidad de leguminosas y su potencial productivo sobre suelos Pardos con carbonatos de la zona centro de Sancti Spiritus. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 69 p.
7. Álvarez, Orquídea. 2005. Colecta de germoplasma útil para la producción Agropecuaria. Memorias del VI Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. p.15.
8. Álvarez, Orquídea; Hernández, Neice; Hernández, C; Martínez, H. L.; Bécquer, C.; Álvarez, A. & Funes-Monzote, F. 1997. Base metodológica ajustada para la localización, colección, preservación y caracterización de leguminosas forrajeras nativas y naturalizadas en las principales zonas ganaderas del país. Estación experimental de Pastos y Forrajes. Sancti Spiritus. Cuba. (Mimeo).
9. Álvarez, Orquidea; Martínez, H. L.; Hernández, Neice; Vega, Susana & Quintana, Maribel. 1998. Evaluación agronómica inicial de ecotipos del género *Canavalia*. *Pastos y Forrajes*. 21: 55.

10. Álvarez, Orquidea; Vega, Susana; Martínez, H.L.; Cruz, Madelin; Revero, J.L.; Gutiérrez, D. & Vigil, Maria del C. 1997a. Potencial agropecuario de leguminosas en Cuba. Informe de etapa. PNCT. Mejoramiento Vegetal y Recursos Fitogenéticos. Estación Experimental de Pastos y forrajes de Sancti Spiritus-CITMA, Cuba.
11. Álvarez, Orquidia. 1999. Potencial agropecuario de leguminosas forrajeras en Cuba. Programa y resúmenes. Tercer Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Sancti Spiritus, Cuba. p. 25
12. Anderson, J.M. & Ingram, J. (eds). 1993. Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. 2nd edition. CAB Internacional. Wallingford, UK.221 p.
13. ANIR (Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores). 1982. Ley 38 sobre Innovación y Racionalización (aprobada por la Asamblea Nacional del Poder Popular de 1982). Legislación vigente sobre Innovaciones y Racionalizaciones.
14. Anon, 1980. Taller de muestreo de pastos. *IV Sem. Cient. Tecn. de Pastos y Forrajes*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba.
15. Argel, P. & Villarreal, M. 2003. Maní forrajero perenne cv. Porvenir (*Arachis pintoi* Krap. y Greg. nom. nud.) (CIAT 18744). Consulta: 19 de febrero del 2004. disponible en: [http:// www.cedeco.or.cr/documentos](http://www.cedeco.or.cr/documentos)).
16. Armengol, J. E. 2006. Modificaciones inducidas por la vinaza en las propiedades físicas y químicas de vertisoles de caña de azúcar en la zona norte de Ciego de Ávila. Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas. UNICA. 105p.
17. Arribas, L. 2003. FAO: Reunión Anual. Citrus, No. 22. p.30.
18. Arzola, P. N.; Menéndez, A.; De León, M.; García, E.; Velarde, E. 1998. INICA SERFE. Capítulo II. Bases para el empleo de fertilizantes y enmiendas: 37-132p.
19. Baber, R. & Navarro, F. 1994. Informe preliminar sobre la influencia de siete cultivos de cobertura y densidad de siembra sobre la producción de biomasa de raíces y subsiguientes rendimientos de cosecha. Avances de investigación No. 12 CIAT- MBAT. Bolivia .21p.

20. Bacar, M. 2005. Efecto de la cobertura de leguminosa (*Teramnus labialis*) sobre la supresión de las plantas arvenses en una plantación de naranja Valencia (*Citrus Sinensis L. Osbeck*) Trabajo de Diploma. 60 p.
21. Barois, I., Lavelle, P., Brossard, M., Tondoh, J. & Martínez, M.A. 2004. Ecology of earthworm species with large environmental tolerance and/or extended distributions. Earthworm Management in Tropical Agroecosystems. Ed. P. Lavelle, L. Brassard and P. Hendrix. Francia. 300 pp.
22. Barreto, Adelaida.1990. Botánica de las leguminosas. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana. Cuba. 39p.
23. Barreto, Adelaida; Catasús, L. & Acosta, Zoe. 1998. Gramíneas y leguminosas naturales y/o naturalizadas de la Provincia de Camagüey. Pastos y Forrajes. 21:15.
24. Barrios, E.; Neves, A.; Fernández, E. C. M.; Wandelli, E. & Lavelle, Patrik. 1999. Soil macrofauna community of Amazonian agroforestry systems. International Symposium Multistrata agroforestry systems with perennial crops. Turrialba, Costa Rica. p. 166.
25. Bastardie, F. & Capoweiz, Y. 2004. Análisis of earthworm behavior: putting ecological types to the test. XIV International colloquium on Soil Zoology and Ecology. Functional groups and valuation as indicators of soil fauna. Abstract .p.236.
26. Bécquer, C. J.; Antoun, H. & Prévost, Danielle. 2002. Estudio de la interacción de *Trichoderma harzianum* con bacterias dinitrifjadoras de vida libre. Pastos y Forrajes. 24:35.
27. Benavides, L. E.; Rodríguez, R. A. & Borel, R. 1994. Producción y calidad del forraje de King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y poró (*Eritrina poepigiana*) en asociación. En: Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. (Ed. J.E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 236, Vol.2, p.441
28. Benito, N.P.; Karosaki.V. Brown. G.G. & Pasini, A. 2004. Soil macroinvertebrate community diversity in native Atlantic Forest and Agroecosytems in Londrina, Panamá State, Brasil. XIV International Colloquium on Soil Zoology and Ecology. Soil Biodiversity. Abstracts.p.21.

29. Bernal, H. & Jiménez, L. C. 1990. Haba Criolla. *Canavalia ensiformes* (L) De Candolle. SECAB. Bogotá, Colombia. 139 p.
30. Binder, U. 1997. Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC: Estelí. 191 p.
31. Blanco, G. F. 1996. El clima y la producción de pastos y forrajes. Conferencia impartida en el curso "Fundamentos de la Producción de Pastos". Programa de la Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo).
32. Borroto Angela; Pérez Carmenate, R.; Mazorra, C; Fontes, Dayamí; Borroto, María; Cubillas, Nieves; Hernández, N.; López, J.L.; de la Rosa, Ana E.; Tapia, Liliaysis; Rodríguez, L.; Gutierrez, I.; Martínez, G. y Rodríguez, I. 2000. Tecnologías para la obtención de carne en sistemas de agricultura sostenible. Informe final. Programa Nacional "Producción de Alimento Animal por Vía Biotecnológica y Sostenible". 36 p.
33. Borroto, Angela. 1998. Subdirector General. Empresa de Cítricos Ciego de Ávila, Comunicación personal.
34. Borroto, Angela. 1988. Potencial forrajero de dos subproductos agrícolas de cítrico para la producción de carne ovina. Tesis presentada en opción al grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto Superior Agrícola de Ciego de Ávila- Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 195 p.
35. Borroto, Angela; Mazorra, C; Arencibia, Agueda; Hernández, N; López, M, Pérez, R; Borroto, A. y Molina, A. 1995. Tecnologías Alternativas Sostenibles para obtener carne Ovina en las Fincas Citricolas. En: Seminario Científico Internacional XXX Aniversario ICA. (Memorias): 127- 130.
36. Borroto, C. G. & Borroto, A. 1996. Citricultura Tropical. Tomo I. Ed. ENPES. MES. Cuba. 227p.
37. Borroto, María; Pérez, R.; Borroto, Ángela; Cubillas, Nieves y Cepero, Rosa M. 2001. Impacto sobre el suelo de leguminosas herbáceas como mejoradoras de las coberturas naturales en plantaciones de cítricos. Ensaïos Ciencia. 5 (2): 94- 116.
38. Bowman, G.; Shirley, C. & Cramer, C. 2000. Overview of legume cover crops: managing cover crops profitably: 2 ed. Sustainable Agricultural Network. 212p.

39. Bowman, W.D. & Conant, R.T.1994. Shoot growth dynamics and photosynthetic response to increased nitrogen availability in the alpine willow *Salix glauca*. *Oecologia*.97:93
40. Buck, Corinna; Langmaack, M. & Schrader, S. 2000. Influence of mulch and soil compaction on earthworm cast properties. *Applied Soil Ecology*. 14:223.
41. Burton,P.J. 1993. Some limitation inherent to static indices of plant competition. *Can.J. For.res*.23:2142
42. Cabrera, S. 2000. Nuevo enfoque agrofísico para la evaluación del mejoramiento de los suelos (en el ejemplo de los vertisoles). Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. UNICA. 105p.
43. Cabrera, S.; Pérez, C.; Pla, Elena, Domínguez, J.: Abreu, O. 2002. Influencia de la materia orgánica sobre los índices estructurales fundamentales de un vertisol y los rendimientos de la caña de azúcar. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 8:3, 55-58.
44. Calunga, B. y López, I. 2001. Los recursos fitogenéticos herbáceos en una finca cítrica. Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía. Universidad de Ciego de Ávila. 63 p.
45. Cancio, T.; Ortega, E. & Quintana, Maribel. 2003. Utilización de Leguminosas como cobertura viva en Café. Memorias del V Taller Internacional sobre Recursos Filogenéticos. *Fitogen 2003*. Sancti Spiritus, Cuba.p.168.
46. Cartagena, M.C. & Galante, E. 2001. Los tenebriónidos (*Coleoptera, Tenebrionidae*) de los pastizales vivaces semiáridos. Ponencias y Comunicaciones de la XVI Reunión Científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos. Alicante, España. p. 267.
47. Carvalho, J. E.; Leone, C.; Oliveira, J. 2007. Manejo del suelo y cobertura vegetal en frutales. En: Memorias del II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. Habana, Cuba.
48. Casamayor, R. 1996. Control de malezas en el cultivo de los cítricos. Curso Integral de Citricultura. Instituto de Investigaciones de Cítricos y Frutales (IICF), La Habana, p.118-137.

49. Casamayor, R. 1999. Comparativo de varias formulaciones de Diurón y Bromacil para el control de malezas en el cultivo de los cítricos. En: Memorias del primer encuentro Nacional de Ciencias de Malezas. INSV, INICA, La Habana, Cuba, p.23.
50. Cavers, P.B. 1983. Seed demography. *Can.J.Bot.* 61:3578.
51. Chen, C. P. & Othman, O. 1984. Performance of tropical forages under the closed canopy of the oil palm. 2. Legumes. *MARDI. Res. Bull* 12 (1), 21- 37.
52. CIDICCO. 2003. La utilización de Leguminosas de cobertura en plantaciones perennes (basado en las experiencias de la plantación de palma en San Alejo). Noticias sobre cultivos de cobertura No.7 (2da. Edición, dic.1995). Disponible en: [http://WWW.cidicco.hn/especies av cc.htm](http://WWW.cidicco.hn/especies%20av%20cc.htm). (consulta 6 de octubre del 2003).
53. CIDICCO. 2004. El uso de coberturas en plantaciones de frutales tropicales. Disponible en: [http://www.cidicco.hn/especies av cc.htm](http://www.cidicco.hn/especies%20av%20cc.htm). Consulta 18 de mayo del 2006.
54. Clavel, N. 2004. Contribución de la cobertura con leguminosas forrajeras a la conversión a orgánico de un agroecosistema cítrícola. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. 82p.
55. Clavel, N. y Del Vallín, Gladis. 2005. La cobertura viva con leguminosas en la protección de agroecosistemas cítrícolas cubanos. En: III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana. Cuba.
56. Crespo, G. 2001. Manejo sostenible de la fertilidad del suelo en los sistemas ganaderos. I Foro Iberoamericano de Pastos y XLI Reunión Científica de la Sociedad Española de Estudio de los Pastos. Alicante, España. p. 645.
57. Crespo, G.; Ortiz, J.; Pérez, Ana Aurora & Fraga, S. 2001. Tasas de acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, Tomo. 35, No. 1, 2001. 39.
58. Cruz, R. de la.; Suarez, S. & Ferguson, J.J. 1995. Contribución de *Arachis Pintoi* como cobertura del suelo en algunos sistemas de explotación agrícola de América Tropical. En: *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. 227p.

59. Cubillas, Nieves & De la Rosa Ana Elis. 2003. Dinámica de la macrofauna del suelo en áreas frutales (*Cocos nucífera*), con cultivos de coberturas de leguminosas herbáceas. Revista Ensaio e Ciencia série Ciências Exatas e tecnologia, V.7, No.3. Campo Grande. Edit. UNIDERP. Brasil.
60. Cubillas, Nieves; De la Rosa, Ana Elis & Fontes, Dayamí. 2002. La macrofauna del suelo en áreas de cocoteros (*Cocos nucífera*) con coberturas de leguminosas herbáceas. Cuadernos de Fitopatología. Rev. de Fitopatología y Entomología. Año XVIII-Nº. 69. p.98-102.
61. Cubillas, Nieves; Fontes, Dayamí; Hernández, N. & Lezcano, Yohanka. 2006. Efecto de la cobertura de leguminosa sobre el comportamiento de la macrofauna del suelo. Memorias de UNICA 2006, Ciego de Ávila, Cuba, p.12.
62. Da Costa, M. 1991. Adubacao verde no sul do Brasil (M.B.B.). Da Costa. Río de Janeiro. 350p.
63. Davies, J. G. & Hutton, E. M. 1970. Tropical and Subtropical pasture species. En Moore, R. M. ; ed. Australian Grassland Conberra, AUN Press.
64. De la Osa, F. 1986. Labores de cultivos en plantaciones jóvenes de naranja Olinda Valencia, establecidas en suelos Ferralíticos Rojos típicos. Tesis presentada en opción del título de doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba. 100 p.
65. Deat, M. 1982. Situación de la ciencia de las malezas y evaluación del control de las malezas en África. Actas de la consulta FAO/TWWSS sobre mejoramiento del control de malezas en los países desarrollados. Roma. p. 103- 114.
66. Diaz-Filho, M.B. 2003. Degradação de pastagens. Processos, causas e estratégias de recuperação. Embrapa Amazônia Oriental. Ed. Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes. 152 p.
67. Driessen, P., Deckers, J. & Nachtergaele, F.O. 2001. Lecture Notes on the Major Soils of the World. FAO, Rome, 334p.
68. Duque, F. F. 1986. Utilizacao mais intensiva e diversificada de adubos verdes. Lavoura Arroeira (cachocrinha) (3)20.
69. Erenstein, O. 2002. Review: Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: An evaluation of residue availability and other technological implications. Soil & Tillage Research. 67, 115–133.

70. Fancelli, A. L. 1990. Adubacao verde/A.L. Fancelli – Piracicaba: ESALQ/USP. P.5.
71. FAO. 1994. Tropical Soybean: Improvement and production. FAO Plant Production and Protection Caeruleum which effects the development of rubber plants. Menara Perkebunan; 57 (3): 79-82.
72. FAO. 1996. Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos. Leipzig, Alemania. 64 p.
73. FAO. 1999. Enfoque “La Agricultura orgánica”. Informe presentado ante el comité de Agricultura de la FAO (COAG), Roma. 25 p.
74. FAO. 2003. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. FAO, Roma. 220 p.
75. FAO. 2006. FAOSTAT. Database Results for Citrus Crops. (Online). <http://apps1.fao.org/copyriht.htm> (consultado el 10 de mayo del 2006).
76. FAO.1983. El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina. Roma, Italia. 253p.
77. Fassbender, H.W; Beer, J.; Heuredop, J.; Imbach, A.; Enriquez,G. & Bennemann, A. 1991. Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. Forest Ecology and Management (Holanda), 45(1-4): 173-183.
78. Fernández, Maria Antonia. 1995. Biodiversidad: Ventaja y Reto. Memorias Primer Taller Internacional Sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. p.42.
79. Ferrer, C., Barrantes, O. & Broca, A. 2001. La noción de diversidad en los ecosistemas pascícolas españoles. Rev. Pastos, 31(2), 129-184.
80. Ferrotti, F. & Luciano, C. 2005. Soil organic matter and soil nitrogen fraction as affected by crop rotation in rainfed mediterranean conditions. International Conference of Global Soil Change. Mexico.

81. Fitzpatrick, E .A. y H. A Nix,. 1970. The climatic factor in Australian grassland ecology. Moore, R. y Milton, de. Australian grasslands. Canberra, Aust. Nat. Univ. Press.
82. Font Quer, P. 1975. Diccionario botánico. Ed. Labor, S.A. 1244p.
83. Fontes, Dayami; Gutierrez, I.; Cubillas, Nieves; Sotolongo, A.; Lazo, M.; Hernández, N. & Tapia, Liliaysis. 2003. Efectos de una cobertura viva de *Teramnus labialis* en una plantación de naranja *Valencia late*. Memorias del V Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Sancti Spíritus, Cuba. p.169.
84. Fontes, Dayamí; Hernández, N.; Cruz, Daysi; Cubillas, Nieves. 1999. Prospección de leguminosas nativas y/o naturalizadas en áreas de frutales. Inf. Carta Acuerdo FAO/CIBA. Mimeo.
85. Fontes, Dayamí; Hernández, N.; Cruz, Daysi; Seguí, Esperanza, & Cubillas, Nieves. 2000. Leguminosas nativas y/o naturalizadas en áreas de cítricos. Rev. Pastos y forrajes. 23:15.
86. Fundora, Zoila; Castiñeiras, L.; Torres, M.; Pérez, P.; Fernández, M. & Estévez, Ana. 1997. El plan de acción mundial sobre los recursos Fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Metas y compromisos; esperanzas de Cuba. 2do. Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos Fitogenéticos nativos. p 36.
87. Fundora, Zoila; Cristóbal, R; Shagarodsky T.; Castillo, J.; Puldón, Violeta; Valdés, Caridad, López, Maria del C.; Fuentes, V.; Lacerra J.; Rodríguez, L. A.; Alvarez, Orquidea; Isasi, Odalys; Benega, R.; Milián, Marilys; Soravilla, Lázara. 2005. Mecanismo Nacional de intercambio de información sobre las actividades del plan de acción mundial sobre los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA): Un sistema para la vigilancia y alerta de erosión de los RFAA y de las lagunas en el programa nacional. Memorias del VI Taller Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, Sancti Spiritus Cuba, p.11.
88. Funes, F. 1995. *Teramnus labialis* (L.F. Spreng). Valiosa leguminosa nativa para pastoreo. Primer taller Internacional sobre Colecta y evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. Sancti Spiritus, cuba. p.18.
89. Funes, F. 2003. Pastos y forrajes tropicales, ganadería sostenible y medioambiente. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana. DECAP. Módulo V: 104p.

90. Funes-Monzote, F.; Funes, F. & Camina, F. 1995. Prospección, colecta y evaluación inicial de leguminosas forrajeras nativas. Memorias del Primer Taller Internacional Sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. Sancti Spiritus, Cuba p.4.
91. Gallo, J. R. & Rodríguez, O. 1960. Correlação entre comparação das folhas e produção e tamanho dos frutos em laranjeira Baianinha. *Bragantia*, Brasil. Vol. 19, No. 23: 345.
92. García, Margarita; Treto, Eolia & Álvarez, Mayté. 1994. Uso de diferentes especies de plantas como abono verde en sistema asociado y/o como precedente cultural en los cultivos de papa, calabaza, malanga y maíz. Resúmenes IX Seminario Científico. *Cultivos Tropicales*. La Habana. 15(3):38.
93. Gómez, J. E. & Velásquez, J. E. 1999. Proceso integral de recuperación y manejo de praderas. ORPOICA-PRONATTA, Colombia. 42 p.
94. González, Yolanda & Mendoza, F. 1991. Comportamiento de la germinación de *T. labialis* cv. Semilla Clara. II. Tratamiento antes de almacenar. *Pastos y Forrajes*.14:227.
95. González, Yolanda & Mendoza, F. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 18:59.
96. González, Yolanda & Mendoza, F. 1999. Comportamiento de la germinación y la viabilidad en semillas de *Lablab purpureus* Cv. Rongai durante el almacenamiento. *Pastos y Forrajes*. Vol 22(2).
97. González, Yolanda & Mendoza, F. 1999a. Efecto de diferentes tratamientos en la germinación de *Stylosanthes guianensis* CIAT-184. *Pastos y Forrajes*. Vol 22 (4).
98. González, Yolanda. 1998. Momento óptimo de cosecha de las semillas de *Aeschynomene Histrix* CIAT – 9666. *Pastos y Forrajes*. 21:213.
99. González, Yolanda; Hernández, A. & Mendoza, F. 1998. Comportamiento de la germinación y la viabilidad de las semillas de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. En. Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. “Los árboles y arbustos en la ganadería”, EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p.107.

100. Goy-Goy, M.B. 2001. Uso potencial y actual de la vegetación herbácea en plantaciones cítricas de la provincia de Ciego de Ávila. Trabajo de Diploma. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. 61 p.
101. Guérif, J. 2001. A review of tillage effects on crop residue management, seedbed conditions and seedling establishment. *Soil & Tillage Research*. 61, 13-32.
102. Gutiérrez, D.; Leyva, M. & Funes – Monzote, F. 1997. Leguminosas nativas en la Isla de la Juventud. Memorias del segundo Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos nativos. Sancti Spiritus, p.1.
103. Gutiérrez, I. 2001. Efectos de coberturas vivas de leguminosas en una plantación de naranja *Valencia late*. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Citricultura tropical. UNICA. 93p.
104. Gutiérrez, I. 2003. Informe Científico sobre resultados del estudio del uso de coberturas vivas de leguminosas en plátano FHIA 03 en un suelo Ferralítico típico compactado de la provincia de Ciego de Ávila. Mimeo.
105. Gutiérrez, I; Felipe, Maria; Pérez, R.; Fontes, Dayami & Vernon, D. 2006. Efectos de una cobertura viva de *Teramnus labialis* (L.F.) Sprengel sobre las arvenses en campos cítricos. *Fitosanidad*, vol.10, No. 1, p.49.
106. Guzmán, L. F.; Valles, B.; Castillo, E. & Sandoval, J. 1996. Efecto de la preparación del suelo, densidad de siembra y fertilización sobre el establecimiento de *Arachis pintoii* en una plantación de cítrico y café. Memorias IV Symposium Internacional sobre sistemas de producción de Cítrico. Univ. Aut. Chapingo (PIISCI) 1:152.
107. Henzell, E. F. 1995. Sources of nitrogen for Queensland pastures. *Trop. Grassl.* 2:1-17.
108. Hernández, A.; González, J. E. & Gómez, Urbicia. 1994. Soil science in Cuba and Challenges of the agenda 21. 15th world Congress of soil science. Acapulco, México. Vol 9. Supplement. p.417.
109. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosh, I. D.; Rivero, L.; Duran J.L.; Cid, G.; Ponce, L. D. 1999. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. Formato digital.

110. Hernández, C. & Hernández, Neice. 1991. Base metodológica para localización, colección, preservación y caracterización de leguminosas forrajeras nativas y naturalizadas en las principales zonas ganaderas de Cuba. EEPF “Sancti Spiritus”. Mimeo, 8p.
111. Hernández, Neice. 1995. Sancti Spíritus y sus valores de diversidad vegetal. Resumen I Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos nativos. p: 41.
112. Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: Análisis estadísticos de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. (Eds. Franco, R.L. e Hidalgo, R.). Boletín técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.
113. Huang, J.F. & Liu, H. J. 1987. Water retaining of organic mulches in red soil Citrus Orchard. Citrus de Cataluña. 3:23.
114. Humphreys, L. R. & Riveros, F. 1986. Seed production of tropical pastures. FAO. Roma. 203p.
115. Igue, K.; R. Fuentes & E. Bornenisza. 1984. Mineralización de P-orgánico en suelos ácidos de Costa-Rica, Turrialba. 11(1): 47-52.
116. Ilieva-Makulev, R.; Olejnizack, I. & Szanser, M. 2004. Response of soil micro and mesofauna to diversity and quality of plant liter. Functional groups and evolution as indicators of soil fauna. XIV International Colloquium on Soil Zoology and Ecology –Abstracts. Université de Roun-Mont Saint Aigan, France. P.228.
117. INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas). 1999. Manual de Técnicas Analíticas para el Análisis de suelo, Foliar, Abonos Orgánicos y Fertilizantes Químicos. La Habana.
118. INSMET, 1998. Centro metereológico Provincial. Datos climáticos de la Estación de Ciego de Ávila. MIMEO, 2p.
119. Isasis, Odalys. 2002. Conservación de los Recursos Fitogenéticos. Aspectos conceptuales. Pastos y Forrajes, 25:249.

120. Jardines, Sonia. 2005. Caracterización ambiental de los pastizales naturales de Cuba. Tesis en opción del grado científico de doctor en Gestión ambiental y desarrollo sostenible. Universitat de Girona. 204p.
121. Jardines, Sonia; Hernández, R; Hondal, Teresa; Moro, Araceli y García, R. 2000. Caracterización de leguminosas naturales en áreas de pastoreo. *Alysicarpus vaginalis*. Pastos y Forrajes. 23: 199.
122. Jiménez, J.J. & Rossi, J.P. 2004. An análisis of the spatial dissociation of two endogic earthworms in the Colombian "Llanos". XIV International colloquium on Soil zoology and Ecology. Abstracts. Université de Roum-Mont Saint Aigan, France.p-35.
123. Johnson, J. & Magariños, E.1995. Alternativas para la integración de los sistemas agroforestales con manejo forestal. Inf. Tec. No. 23 CIAT-MBAT. Bolivia. 33p.
124. Jones, R. M. & Day, B.E. 1970. Weed control in citrus. FAO Internacional Conference on Weed Control,p.128-142.
125. Jones, R. M.; Jones, R. J. & McDonald, K. M. 1995. Some advantages of long-term grazing trials, with particular referente to changes in botanical composition. *Aust.J.Exp. Agric.*35:1029
126. Jordan L.S. y R.C. Russell 1981. Weed management improves yield and quality of 'Valencia' oranges. *HortScience* 16: 785.
127. Kaúrichev, I. S. 1984. Prácticas de Edafología. MIR. Moscú, 286p.
128. Kolmans, E y Vásquez, D. 1996. La integración del árbol y el arbusto en la actividad agropecuaria. Sistemas agroforestale. Manual de agricultura ecológica. Nueva Edit. SIMASCICUTEC. Managua, Nicaragua. p: 153.
129. Langmaack, M.; Schrader, S.; Rapp-Bernhardt, U. & Kotzke, E. 1999. Quantitative analysis of earthworm burrow systems with respect to biological soil-structure regeneration after soil compaction. *Biol. Fertil. Soils.* 28:219.
130. Larink, O. & Schrader, St. 2000. Rehabilitation of degraded compacted soil by earthworms. *Advances in GeoEcology.* 32:284.
131. Lok, Sandra. 2005. Determinación y selección de indicadores del sistema suelo-pasto en pastizales dedicados a la producción de ganado vacuno. Tesis presentada

- en opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. 98 p.
132. López, Mirtha & Paretas, J. J. 1982. estudio comparativo del rendimiento de materia seca y nitrógeno de glycine (*Neonotonia wightii*) y pangola (*Digitaria decumbens Stent*) en suelo rojo. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 16:285
133. Lorenzo, R. 1992. Efecto del residuo de la producción de la levadura torula sobre el estado físico de los suelos Ferralíticos amarillentos dedicados a la caña de azúcar. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas., ISACA. Ciego de Ávila.123p.
134. Ludlow, M. M. 1978. Las relaciones de los pastos con la luz. En: Relaciones de las plantas en pastizales, Wilson, J. R. edit. Australia. CSIRO: 11
135. Ludlow, M.M.; Wilson, G.L. & Heslehurt, M.R.1983. Studies on the productivity of tropical pasture plants: effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legume, Austr. J. Agric. Res. 25:425-433.
136. Machado, R. & Núñez, C. A 1994. Comportamiento y selección de variedades de *Centrosema spp.* asociadas a bermuda 68 bajo condiciones de pastoreo simulado. Pastos y Forrajes. 16:123.
137. Machado, R. & Roche, R. 1997. Colecta del germoplasma forrajero en la región norte de la provincia de Villa Clara. Memorias del Segundo Taller Internacional Sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. Sancti Spiritus, Cuba p.4.
138. Machado, R. & Roche, R. 1998. Variedades comerciales *Teramnus labialis* Semilla Clara. Pastos y Forrajes. 21:92.
139. Machado, R. & Roche, R. 2004. Colecta del germoplasma forrajero en la región norte de la provincia de Villa Clara, Cuba. Pastos y Forrajes. 27:219.
140. Machado, R. 2002. Variaciones morfoestructurales y poblacionales de *Andropogon gayanus* Kunth y su relación con la vegetación adventicia bajo pastoreo intensivo. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. 116 p.

141. Machado, R. 2004. Botánica de leguminosas. Conferencia. Programa de Maestría en pastos y forrajes. Curso de Fundamentos de la Producción de Pastos. EEPF "Indio Hatuey". Mimeo.
142. Machado, R.; Roche, R.; Toral, Odalys & González, E.1999. Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. Pastos y Forrajes.
143. Machado, R.; Seguí, Esperanza & Alonso, O. 1998. Metodología para la evaluación de especies herbáceas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 35 p. (Mimeo)
144. Machado, R.; Toral, Odalys; Simón, L. & Lamela, L. 2005. Cuatro décadas en la introducción, colecta y selección de recursos fitogenéticos multipropósitos para la ganadería. VI Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, Sancti Spiritus, Cuba, p.174.
145. Machado, R.; Navarro, Marlen; Fung, Carmen & Reino, J. 2005a. Prospección y colecta de leguminosas multipropósitos en áreas marginales de tres provincias cubanas. Pastos y Forrajes. Vol. 28, No.3.p.187.
146. Magdof, F. 1996. Calidad y manejo del suelo. Agroecología y desarrollo. 10:25p.
147. MARDI. 1980. Annual report of feed resources and animal nutrition branch, MARDI, Serdang. Selangor. 32p.
148. Martínez, H. L.; Funes – Monzote, F.; Menéndez, J. & Funes, F. 1995. Leguminosas forrajeras nativas y naturalizadas, estado actual y perspectivas para las condiciones de Cuba. Memorias. 1er. Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos nativos. p. 48.
149. Martínez, M.A. & Barois, I. 2001. Papel de la fauna edáfica en la conservación de los suelos en pastizales con diferente tipo de manejo en Cuba. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba. Boletín 4. p. 63.
150. Marx, M., Marschener, B. & Nelson, N. 2003. Short-term effects of incubated legume and grass materials on soil acidity and C and N mineralisation in a soil of north-east Australia. Aust. J. Soil Res. 40:1231.

151. Matías, C. & Matías, Yoaima. 1995. Efecto de los soportes en la producción de *Teramnus labialis* cv. Semilla clara. I. Selección de soportes. Pastos y Forrajes. 18:51.
152. Matías, C. & Ruz, Vivian. 1991. Determinación del potencial y calidad de las semillas de leguminosas promisorias. Pastos y Forrajes. 14:19.
153. Matias, C. 1999. Efecto de la frecuencia de poda y el marco de siembra en la producción y calidad de la semilla de *Albizia lebbek*. Pastos y Forrajes. 22:245
154. Mazorra, C. 2006. Manejo de la selección del alimento para reducir el ramoneo de ovinos integrados a plantaciones de cítricos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. 124p.
155. Mazorra, C.; Blanco, Miriam y Barrabí, Mireisy. 2004. Influencia de la suplementación con hollejo de cítrico sobre el comportamiento en pastoreo de ovinos en crecimiento integrados a plantaciones cítricas durante la época lluviosa. Zootecnia Trop. 22 (4): 347- 359.
156. Mazorra, C.; Rosa, Ana E.; Borges, G.; Tapia, Liliaysis; Fontes, Dayami; Borroto, Angela & Pérez, R. 2001. Food selection modification: Method to achievement sheep-citrus crop integration. Memorias Simposio Internacional sobre sistemas silvopastoriles. San José, Costa Rica.
157. Mc Closkey, W.B. & Wright, G.C. 2000. Evaluation and Management of a Salina Strawberry Clover Cover Crop in Citrus: First year Preliminary Results.
158. Melián, N. A. 2000. La asociación interprofesional de limón y pomelo ailimpo apuesta por el futuro. Agrícola Vergel. Año XIX, No. 226:634.
159. Menéndez, J. & Machado, R. 1978. Leguminosas silvestres de Cuba. Oeste de las provincias orientales. Pastos y Forraje. 1(3). p.349.
160. Menéndez, J.; Reid, Machado, R. & Martínez, J. F. 1979. Leguminosas silvestres de Cuba. Este de las provincias orientales. Pastos y Forraje. 2: 377.
161. Menéndez, J.; Shateloin, Tania; Yepes, I.; Roche, R. & Navarro, María T. 1995. Colecta de especies con características forrajeras en la Ciénaga de Zapata. Pastos y Forrajes. 18:21.

162. Menéndez, V. J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y/o naturalizadas en Cuba. Tesis presentadas en opción al grado de candidato a doctor en ciencias. 82p.
163. Mesa, A. R.; Hernández, Martha & Reyes, F. 1987. Nivel crítico de P. en leguminosas promisorias. Pastos y Forrajes. 10:147
164. Micó, E. & Galante, L. 2001. La importancia de los coleópteros coprófagos (*Coleoptera, Scarabaeidae*) en los humedales mediterráneos pastoreados. Ponencias y Comunicaciones de la XVI Reunión Científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos. Alicante, España. p. 261
165. Ministerio de la Agricultura (MINAG), 1984. Manual de interpretación de los índices físico-químico y morfológicos de los suelos cubanos. Editado Cient. Téc. La Habana. 136p.
166. Ministerio de la Agricultura (MINAG), 1990. Instructivo técnico para el cultivo y beneficio de los cítricos. CIDA. Ciudad de la Habana. Cuba. T I. p.117
167. Ministerio de la Agricultura (MINAG), 1997. Informe pedológico de la Empresa Cítrico “Ciego de Ávila”. Delegación Provincial de Suelo y Agroquímica. 35p.
168. Ministerio de la Agricultura (MINAG), 1999. Acuerdo No. 5 del Comité Técnico Asesor de la Empresa de Cítrico Ciego de Ávila. Mimeo
169. Ministerio de la Agricultura (MINAG), 2004. Informe estadístico anual. Modelo 521. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 25 p.
170. Ministerio de la Agricultura (MINAG), 1998. Estrategia ambiental del Ministerio de la Agricultura. Grupo de Gestión Ambiental del MINAG. En diskette, 50 p.
171. Miret, R. & Rodríguez, Mariela. 1984. Incidencia de Plagas y Enfermedades de ocho géneros de Leguminosas. Pastos y Forrajes. 7:177
172. Montecinos, C. 1995. Manejo biológico del P en el suelo. Rev. Agroecología y Desarrollo (8/9):31-34 p.
173. Monzote, Martha.; Funes, F. & Garcia, M. 1982. Métodos de siembra y frecuencia de corte para la asociación siratro/pasto natural en condiciones de seca. Rev. Cubana. Cienc. Agric. 16:215.

174. Morell, Fernando. 2005. Degradación de las propiedades agrobiológicas de los suelos Ferralíticos Rojos lixiviados por la influencia antrópica y su respuesta agroproductiva al mejoramiento. Tesis para optar por el Título de Master en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes.92p.
175. Muzilli, O. 1992. Plantas promisorias para protección del suelo en sistemas de producción. Inf. Tec. No. 8. CIAT- MBAT Bolivia. 24p.
176. Navia, Yapney. 2005. Uso de la leguminosa herbácea (*Teramnus labialis*) como cobertura en el cultivo de la guayaba. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ciencias Agrícolas. UNICA.62p.
177. O'Connell, N. 1999. Citrus Project Explores Cover Crop Potential. (<http://cetulare.ucdavis.edu/update/citrus.htm>).In focus,2000 (con acceso el 14 de junio de 2001).
178. ONN. (Oficina Nacional de Normalización), 1986. Jugo de naranja natural. Especificaciones de calidad (NC 77-56).
179. Oquendo, G.; Machado, R.; Acosta, M.; Bernal, María & Cisnero, M. 2006. Identificación y colecta de plantas forrajeras en suelos de un agroecosistema ganadero afectado por la salinidad. Pastos y Forrajes. 29: 145.
180. Osorio, R. 2000. Estudio comparativo de los nemátodos de control de malezas en cítricos prevalecientes en la cuenca de Tlacolula, Veracruz, México. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma de Capingo, México.p.82.
181. Pancarte, C. ; Lavigne, C. ; Y. y Ducelier, D. 2006. Enherbement de vergers à la Martinique: *Arachis pintoï*. En: Caribbean Food Crop Society (CFCS). Meeting in Guadeloupe. Poster CFCS Guadeloupe (11-15 de Julio de 2006).
182. Paoletti, M.G. & Hassall, M. 1999. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment. 74 (1-3):157.
183. Paretas, J.J. & Valdés, L.R. 1990. Metodología para la regionalización de leguminosas. En: Ecosistema y regionalización de los Pastos en Cuba. MINAG. Cuba. 178p.

184. Pazos, R. 1989. Plagas, enfermedades y malezas en pastos. Proyecto PNUD/ FAO - Cuba 186/005. MINAG. La Habana, Cuba. 45 p.
185. Peña, C. M. 2000. Mejoramiento de la tecnología de diseño y explotación de sistemas de microriego en cítricos. Tesis en opción al grado de Doctorado en Ciencias Agrícolas. UNICA, 102 p.
186. Peralta, H. 1991. Sistemas de fertilización fosfórica de la papa en una secuencia de cultivos papa-maíz en suelos Ferralíticos Rojos. Tesis presentada en opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Superior Agrícola Ciego de Ávila. 98 p.
187. Pérez Carmenate, R. 1998. Leguminosas herbáceas perennes una alternativa para la diversificación de las fincas cítricas. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey”. 75p.
188. Pérez Carmenate, R.; Borroto, María; Cubillas, Nieves & Gutiérrez, I. 2000. Tecnologías de establecimiento de leguminosas tropicales para la diversificación de la producción en áreas de cítricos. Informe Técnico sobre: ejecución de la 1era Carta de Acuerdo FAO/CIBA “Sistemas agrosilvopastoriles mediante la integración de la producción ovina a huertos cítricos”. Mimeo.
189. Pérez Carmenate, R.; Carrera, J.; Borroto, Angela; Mazorra, C.; Osuna, A.; Arencibia, Agueda; Rodríguez, Zaida; García, J.R. & Santana, Maria. 1996. Establecimiento de Leguminosas como cobertura para sistemas mixtos de producción sostenible en finca de cocos (*Cocos nucifera*). Pastos y Forrajes, 19:261.
190. Pérez, A. & Rolo, R. 1996. Efecto de las dosis de fósforo y potasio sobre la producción de semillas de leguminosas. I. *Teramnus labialis* CV. Semilla Clara. 20:
191. Pérez, A. & Rolo, R. 1998. Efecto de las dosis de fósforo y potasio sobre la producción de semillas de leguminosas. II. *Lablab purpureus* cv. Rongai. Pastos y Forrajes. 21: 219.
192. Pérez, M.; Correó, A.; Morerá, S. & Ruiz, P. 2001. La industria cítrica cubana. Todo Citrus. 15:34.

193. Pérez, Maristany & Álvarez, Orquidea. 1997. Colecta de leguminosas autóctonas en la zona norte de Sancti Spíritus. Trabajo de Diploma. Sede Universitaria “José Martí”, Sancti Spíritus, Cuba. 28 p.
194. Pérez, Miovy. 2002. Efecto de la cobertura de *Teramnus labialis* sobre la incidencia de malezas en una plantación de naranja Valencia Late. Tesis presentada en opción del título de Ingeniero Agrónomo. UNICA. 56p.
195. Pérez, S. C.; Castillo, E.; Escalona, M. A.; Valles, B. & Jaramillo, J. 1996. Evaluación de *A. pintoii* CIAT 17434 como cultivo de cobertura en plantaciones de naranja Valencia. Universidad Veracruz, Xalapa, México. p. 188-193.
196. Peters, M.; Franco, I.; Schmidt, A. & Hincapié, B. 2002. Especies forrajeras multipropósitos: opciones para productores de Centroamérica. CIAT. 113p.
197. Pezo, D. & Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal No. 2. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
198. Pezo, D. 1992. Conferencia. Curso Internac. Desarrollo de Sistemas Agroforestales. CATIE. Costa Rica: 5
199. Pino, A. 2006. Dirección económica CPA “José Martí”. Comunicación personal.
200. Pound, B. 1999. Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América Latina. Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998. ISBN 92-5-304257-5, FAO, Roma. p.143.
201. Preston, T. R. 2003. El reciclaje como epicentro de la producción agropecuaria. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana. DECAP. Módulo II: 85 p.
202. Primavesi, Ana. 1984. Manejo ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales: Edit. Ateneo. Buenos Aires. 499p.
203. Primavesi, Ana. 1990. Agricultura em regioes tropicais. Manejo ecológico do solo. 9^o Edicao. Ed. Nobel. Brazil. 3^a reempessao. 549p.
204. Reynold, S. 1994. Pastos y ganado bajo los cocoteros. FAO. Roma. 345p.

205. Rincón, A. & Orduz, J. 2004. Usos alternativos de *Arachis pintoi*: Ecotipos promisorios como cobertura de suelos en el cultivo de cítricos. *Pasturas tropicales*, Vol. 26, No.2. 18:121.
206. Robert, M. 1997. Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes en Honduras. Disponible en: <http://www.ciedperu.org/bae71/b71c.htm>. Consulta: 21 de marzo del 2005
207. Roche, R.; Machado, R. & Hernández, J. E. 1991. Evaluación inicial de variedades de *Vigna spp* para la producción de forraje. *Pastos y Forrajes*. 14 (3): 199 -207
208. Rodríguez, C. 2000. Comunidades de lombrices de tierra (*Annelida: Oligochaeta*) en ecosistemas con diferentes grados de perturbación. *Rev. Biología*. Vol 14, No. 2. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. p.147.
209. Rodríguez, C.; Rodríguez, J.C. & Pérez, M. 1988. Manual de malezas de la caña de azúcar en Cuba. ICI MINAG, UCLV.128p.
210. Rodríguez, Idalmis & Crespo, G. 1999. Vías para incrementar la diversidad y la biomasa de la fauna del suelo en regiones tropicales. *Ciencias Agrícolas*. 36: 403.
211. Rodríguez, Iraidá; Flores, A. & Schultze-Kraft, R. 2003. Potencial agronómico de *Centrosema pubescens* en condiciones de sabana bien drenada del estado Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 21:197.
212. Rodríguez, O. 2005. Efectos de una cobertura de *Teramnus labialis* en una plantación de naranja *Valencia late*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. UNICA. 56p.
213. Römheld, V. 2006. Acerca del Glifosato. *Agronomía & economía*. New AG Internacional. p.24.
214. Ruschel, A. P. 1983. Fijación del nitrógeno como una fuente adicional de energía en la agricultura tropical. En: *El reciclaje de materia orgánica en la Agricultura de América Latina*. FAO. Roma. 251p.
215. Sakovich, N.; Faber, B. 1996. Grower Comments from Citrus Cover Crop Field Meeting, ([http:// WWW. Sarep.ucdavis.edu/ccrop/ccres/1996/34.htm](http://WWW.Sarep.ucdavis.edu/ccrop/ccres/1996/34.htm)) (con acceso el 20 de junio de 2001).
216. Sánchez, M. 1995. Integración del ganado con cultivos perennes. *Rev. Mundial de Zootecnia*. 82 (1). p:50- 57.

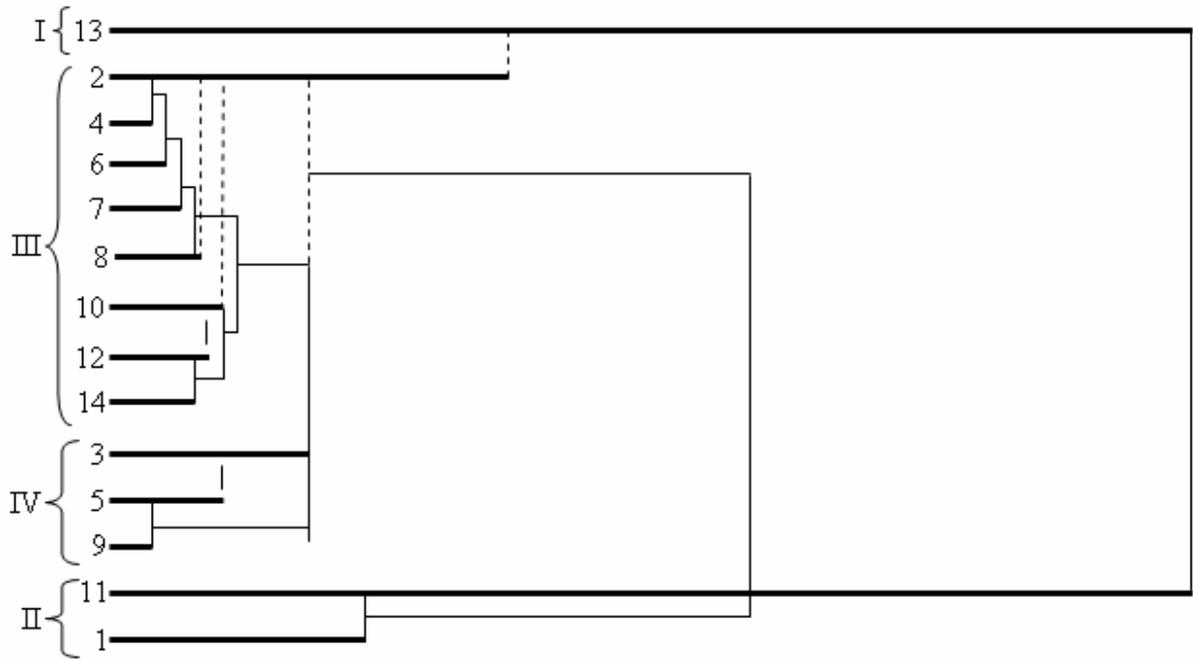
217. Sánchez, Saray & Hernández, Marta. 2001. Efecto de la adición del follaje de *Bauhinia purpurea* en la macrofauna edáfica. Pastos y Forrajes. 24:41.
218. Sánchez, Saray & Milera, Milagros. 2002. Dinámica de la macrofauna edáfica en la sucesión de un sistema de manejo de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto. Pastos y Forrajes. Vol. 25(3).
219. Sánchez, Saray & Reyes, F. 2003. Estudio de la macrofauna edáfica en una asociación de *Morus alba* y leguminosas arbóreas. Pastos y Forrajes. Vol.28 (2).
220. Sauget, J. S & Liogier, E. E. 1951. Flora de Cuba. Contribuciones ocasionales del museo de historia natural de Salle. No. 10. La Habana, Cuba.456p.
221. Schoen, D. J. & Brown, A.H. d. 1995. Maximisin genetic diversity in core collections of wild relatives of crop species. In: Core Collection of Plant Genetic Resources. (Eds. F. Hodgkin, A.H. D. Brown, TA. J.L. Van Hintum and E.A.V. morales. International Plant genetic Resources Institute (IPGRI) p.55.
222. Schultze Kraft, R.; Clements, R. J. & Keller-Grein, G. 1997. *Centrosema*: Biología, agronomía y utilización. CIAT, Colombia.765p.
223. Schultze-Kraft, R. 1997. Especies de *Centrosema* para suelos ácidos. En: *Centrosema*: Biología, agronomía y utilización. (Eds. R. Schultze-Kraft; R.J. Clements y G. Keller-Grein). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ). Colombia.p.113.
224. Sikora, L. J. & Stott, D. E. 1996. Soil organic carbon and nitrogen. In: J. W. Doran and A. Jones (eds) *Methods for assessing soil quality*. Madison, W. SSSA Special Publication. Number 49: 157.
- 225.** Simón, L. 2005. Del Monocultivo de Pastos al Silvopastoreo: La experiencia de la EEPF “Indio Hatuey”. En: *El silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal*.(Ed. L. Simón). Editorial Universitaria de San Carlos de Guatemala. p.5.
226. Simón, L.; Hernández, Martha.; Reyes, F. & Sánchez, Saray. 2005. Efecto de Leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. Pastos y Forrajes, Vol. 28, No. 1, p.29.

227. Skerman, P. J. 1970. *Stylosanthes mucronata* Willd; an important natural perennial legume in eastern Africa. Proc. 11th Int. Grassl. Congr., Paradise, Australia. p. 196-198.
228. Skerman, P. J.; Cameron, D. G. & Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO, Producción y Protección Vegetal. Italia. Roma. No. 2. 707p.
229. Skroch W.A & Shribbs, J.M. 1986. Orchard floor management. An overview. HortScience 21: 390-394.
230. Smith, B. L. & Whiteman, D. 1993. El uso permanente de leguminosas como cobertura vegetal en plantaciones del cultivo de banano, Rev. MUSARAMA, 6(2):7.
231. Soil Survey Staff. 2003. Claves para la Taxonomía de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 306p.
232. Suquilanda, B. M. 2001. Cultivos controlados. (Fecha de acceso 16 de marzo del 2005). 3(5): 15-18, URL: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?urlfile=/DOCREP/005/y2779S/y2779s05.htm.
233. Suzuki, K. 1981. Weeds in citrus orchards and control in Japan. Proceedings, International Society of Citriculture 2: 489-492.
234. t'Mannetje, L. ; O'connor, K. & Buró, R. 1980. The use and adaptation of pastures and fodder legumes. In: Advances in legumes science. (Eds. Summerfield, R. J. and Bunting, A. H.) Royal Botanic Gardens. Kew, England. p.537.
235. Tang, M. 1996. Efecto de la inoculación natural en ocho leguminosas. Pastos y Forrajes. 19:131 – 135.
236. Thomas, R. J. & Asakawa, M. M. 1993. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. Soil Biol. Biochem. 25 (10): 1351
237. Tilman, D. 1997. Community invasibility, recruitment limitation and grassland biodiversity. Ecology. 78 (1):81
238. Tilman, D.; Lehman, Clarence & Chengjun, Y. 1997. Habitat destruction dispersal and deterministic extinction in competitive communities. The American Naturalist. 149 (3):407

239. Toledo, J. M. 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional Agronómica de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Colombia. 155 p.
240. Toledo, Layla; Villavicencio, C.; Rodríguez, E. & Izaguirre, Juana. 2005. Estudio de biodiversidad de leguminosas silvestres en Cienfuegos. VI Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, Sancti Spiritus, Cuba, p.77.
241. Toral, Odalys & Machado, R. 2002. Introducción, evaluación y selección de recursos fitogenéticos arbóreos. Pastos y Forrajes, 25:1.
242. Tucker D.P.H. & Singh, M. 1983. Florida citrus weed management. In: J.L. Knapp (Ed.). Florida Citrus Integrated Pest Management Handbook. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Gainesville. p. 30.
243. Valles de la Mora, B. 1996. Una revisión del potencial de la leguminosa forrajera *Arachis pintoii* como cobertera en cultivos perennes. 9na. Reunión Científico-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz, (Memoria). p.24.
244. Vandermeer, J. H. 1991. Policultivos. La teoría y evidencia de su factibilidad. Memoria I encuentro de Agricultura Orgánica. Mimeo. 16p.
245. Varela, M. 2002. Los métodos Biplot como herramienta de Análisis de Interacción de orden superior en un Modelo Lineal/Bilineal. PhD thesis, Universidad de Salamanca. España.
246. Vaughan, M. A. 1991. El punto de vista de los campesinos frente al MIP. Informe de la consulta sudamericana sobre MIP en la agricultura campesina. Chile. p.57-58.
247. Vela, J. 2001. Rendimiento de arroz (*Oriza sativa*) como indicador de la fertilidad del suelo con incorporación de rastrojo de *S. guianensis*. En: Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Agroforestería de las Américas Vol. 3 No. 2: 8.
248. Vieito, E.; González, P. J.; Ramírez, J.; Pérez, A., Cárdenas, Thelma & Arbola, J. 2004. Producción de semillas de guinea (*Panicum maximum Jacq.*) asociada con dolichos (*Lablab purpureus Benth.*). Pastos y Forrajes, Vol. 27, No. 1, p.35.
249. Wan, Y. & El-Swaify, S.A. 1999. Runoff and soil erosion as affected by plastic mulch in a Hawaiian pineapple field. Soil & Tillage Research. 52, 29-35.

250. Weber, A. 2002. Organic Phosphorus. Publicación en línea. <http://www.ar.wroc.pl/weber/fosfor2.html>. (Conectado el 30 de Abril de 2003).
251. Wedin, D. & Tilman, D. 1993. Competition among grasses along a nitrogen gradient: initial conditions and mechanisms of competition. *Ecological Monographs*.63:169.
252. Wencomo, Hilda. 2004. Evaluación de 50 accesiones de *Leucaena spp.* en la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*, Vol. 27, No. 4, p.321
253. Whiteman, P. C. 1980. *Tropical Pasture Science*, Oxford University Press, Oxford,392p.
254. Wong, C.C. 1991. Shade tolerance of tropical forage: a review. In: *Forage for plantation crops*. (Eds. H.M. Shelton & W.W. Stür). ACIAR Proceeding No. 32.p.64.
255. Yepes, S. 1971. Observaciones sobre la evaluación de las leguminosas. Serie 1. Ing. Agrónomo. 7. Univ. de la Habana.
256. Zaragoza, C. 1997. El laboreo de conservación en el viñedo, 12(91).p.6.

Anexo 3: Análisis de agrupación de las especies de leguminosas colectadas en áreas de Naranja Valencia late.



Especies que conforman las clases: **Clase I:** 13. *G. striata*; **Clase II:** 1. *T. labialis* y 11. *L. purpureus*; **Clase III:** 2. *C. virginianum*, 4. *D. incanum*, 6. *R. minima*, 7. *D. virgatus*, 8. *M. lathyroides*, 10. *A. americana*, 12. *V. vexillata*, y 14. *M. pudica*; **Clase IV:** 3. *M. atropurpureum*, 5. *C. molle* y 9. *C. caeruleum*.

Anexo 4. Composición bromatológica de las coberturas evaluadas (%).

Coberturas	PB	FB	Cenizas	P	Ca
<i>T. labialis</i>	18.1	27.3	24.43	0.28	1.12
Natural	10.03	35.8	22.39	0.31	1.22

PB: proteína bruta; FB; fibra bruta; P: fósforo; Ca: calcio