

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Contribución de la cobertura
con leguminosas forrajeras
a la conversión a orgánico
de un agrosistema citrícola

Autor: Noel Clavel Romero

Tutor: Dr. Félix Blanco Godínez

Cotutora: MSc. Gladys del Vallín Borrego

Tesis en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes

2004

Agradecimientos

A mi tutor y cotutora por la paciencia y deseos de ayudarme para mejorar el contenido y calidad de la tesis.

A todos mis compañeros del IIPF por las facilidades ofrecidas para la redacción y reproducción de todo el materia.

A la Ing. Idania Cedeño, por el procesamiento estadístico de los resultados de campo y la impresión de las figuras y tablas.

A la Téc. Maritza Martínez por la colaboración desinteresada para la impresión de los textos.

A mi familia y en especial a mi esposa por el aliento y estímulo constante para que saliera adelante con esta tarea.

En fin, a todos los que de una forma u otra han colaborado en la redacción de este empeño.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
Sombra y tolerancia a la sombra	7
Vínculo simbiótico	9
Inoculación	10
Características de las principales leguminosas introducidas	14
Características de las principales leguminosas naturalizadas	16
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	17
Características climáticas y de suelos de las áreas de estudio.....	17
2.1 Procedimiento experimental.....	18
2.2 Siembra y establecimiento de las leguminosas en ambos experimentos	19
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
3.1 Dinámica de las coberturas. Descripción general.....	22
3.2 Comportamiento de las leguminosas introducidas	25
Comportamiento de leguminosas naturalizadas	27
Otros beneficios de las coberturas en el agroecosistema	27
Fauna edáfica	30
Consideraciones económicas.....	34
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

INTRODUCCIÓN

La utilización comercial de leguminosas forrajeras ya cuenta con una experiencia centenaria en las condiciones tropicales. En cambio, su empleo como cobertura permanente en frutales no tiene antecedentes a escala comercial en nuestro país. Sólo han sido evaluadas las bondades de la cobertura con leguminosas en las condiciones de suelo Ferralítico Rojo típico y con el empleo de agrotóxicos para su establecimiento, por Pérez Carmenate (1998) y Fontes (1999).

Se conoce la capacidad de esta familia vegetal como mejoradora de las condiciones del suelo, a través del reciclaje de nutrientes y la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico. Igualmente es conocida la facultad de muchas especies leguminosas volubles para controlar la vegetación indeseable acompañante en los agroecosistemas tropicales.

La producción de frutas cítricas se basa en sistemas de altos insumos, entre los que se destacan los fertilizantes minerales, plaguicidas químicos y altas dosis de herbicidas, al extremo de mantener el suelo desnudo. La utilización de todos esos agrotóxicos provoca altos riesgos de contaminación ambiental.

Se hace, pues, impostergable la búsqueda de alternativas de producción más armoniosas con el medio ambiente y más económicamente sostenibles. La sostenibilidad del agroecosistema, basada en la cobertura viva permanente con leguminosas, no requiere de chapeas frecuentes (de manera convencional se realizan hasta 12 chapeas mecanizadas cada año) y, por consiguiente, es menor la compactación del suelo provocada por la maquinaria, además del ahorro de combustibles, productos químicos y fuerza de trabajo en las labores de chapeas y aplicaciones de agrotóxicos (herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos).

Es conocido que se emplean combinaciones (mezclas) de herbicidas capaces de anular la cobertura vegetal viva durante largos períodos, es decir, cuyo efecto residual perdura hasta 150 días en el suelo. La validación de un estudio acerca de la utilización de coberturas vivas con leguminosas podría significar un considerable ahorro económico y un apreciable mejoramiento medio ambiental.

La cobertura con leguminosas asegura restituir al suelo su actividad biológica, toda vez que la micro y mesoflora y fauna colonizan las distintas capas del suelo y participan activamente en la descomposición de la materia orgánica y en la síntesis de los nutrientes que necesitan los cultivos (leguminosas y cítricos).

Hipótesis de trabajo

En tanto las leguminosas rastreras son controladoras de las plantas indeseables, mejoradoras de la fertilidad del suelo y protectoras de su estabilidad física, las mismas pueden constituir un componente esencial de las tecnologías orgánicas, siempre y cuando se logre determinar las que se adapten a las condiciones edafoclimáticas y agrotécnicas específicas de los agroecosistemas.

Objetivo general

- Estudiar el comportamiento de las leguminosas forrajeras, en la conversión a orgánico, de un agroecosistema citrícola en producción.

Objetivos específicos

- Recomendar especies de leguminosas que logren cubrir el suelo en un 80% al segundo año de sembradas, en plantaciones citrícolas para dos regiones de Cuba, de manera que propicie un aumento de algunos indicadores de la fertilidad del suelo, a través de la fijación simbiótica del nitrógeno y el reciclaje de los nutrientes en el agroecosistema.
- Determinar el comportamiento de las leguminosas en un sistema sin agrotóxicos y con la utilización de técnicas alternativas, de manera que los resultados conduzcan a la definición de una tecnología orgánica.
- Determinar la factibilidad económica de la tecnología, a fin de aumentar la sostenibilidad del agroecosistema al tercer año de implantada.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

De los sistemas naturales de producción de principios del siglo XX, se pasó al uso abusivo de laboreo del suelo y de agroquímicos, con graves consecuencias, como la pérdida de las propiedades físicas y químicas del suelo, el desarrollo de resistencia a pesticidas con rápida multiplicación de organismos, plaga, graves pérdidas de la diversidad biológica y contaminación ambiental (Gómez *et al.*, 2003). Todo ello corrobora la necesidad de aplicar tecnologías más sanas, sin abusar de los agrotóxicos, como sucede en el sistema de producción convencional de cítricos en Cuba.

Se define a la agricultura orgánica, ecológica y biológica como un sistema de producción sustentable en el tiempo, que mediante el manejo racional de los recursos naturales, sin la utilización de productos de síntesis química, brinda alimentos sanos y abundantes, mantenga o incremente la fertilidad del suelo y la diversidad biológica y que asimismo permita la identificación clave por parte de los consumidores, de las características señaladas a través de un sistema de certificación que las garantice (Gómez *et al.*, 2003). La agricultura orgánica (AO) se basa en la optimización de los procesos biológicos y la aplicación de tecnologías amigables con el medio ambiente, excluyendo la utilización de organismos genéticamente modificados. Debido a las características de este enfoque de producción, el cual se rige por normas específicas, se dice que la AO es la sustentabilidad puesta en práctica. La AO es mucho más que el no uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos: constituye un enfoque holístico de producción que promueve que los sistemas sean autosuficientes, que tengan una gran diversidad vegetal y animal y contempla un aspecto fundamental: la salud del suelo. Estos sistemas le adjudican especial importancia al reciclaje de nutrientes, rotaciones, diversidad en la producción, al bienestar de los animales y a la utilización de fuentes de nutrientes relativamente insolubles los cuales se hacen disponibles a las plantas por medio de la acción de microorganismos del suelo (Gómez *et al.*, 2003). Otro aspecto fundamental en la producción orgánica es la autosuficiencia de N a través del uso de leguminosas y de la fijación biológica, también por medio de un efectivo reciclaje de MO, incluyendo los residuos de cosechas y excretas de los animales. El control de malezas, enfermedades y pestes se realiza primordialmente por medio de la rotación de cultivos, predadores naturales variedades resistentes y limitado uso de intervención térmica, biológica y química (Gómez *et al.*, 2003).

El suelo contiene una abundante y diversa fauna edáfica, en su mayoría compuesta por invertebrados como moluscos, anélidos y artrópodos. Algunos de estos organismos, que constituyen la meso y macrofauna edáfica, se comportan como plagas, mientras que otros son reguladores de éstos o actúan en la descomposición, mineralización y humificación de los residuos orgánicos, movilización

de los macro y micronutrientes, en la estructuración y agregación del suelo (Mader *et al.*, 1997) Las técnicas de manejo, como rotación de cultivos, labranza, aplicación de pesticidas, fertilización e irrigación disturbán la estructura de la comunidad faunística, modificando, además, la diversidad y abundancia de las especies. En la producción orgánica se promueve el desarrollo de un suelo fértil, el cual presenta una riqueza de especies biológicamente activa y una estructura física y química típica del lugar, como consecuencia de un manejo sin disturbios (FiBL, 2000).

El manejo del suelo puede modificar las características edáficas, afectando las propiedades químicas y bioquímicas del mismo. El elemento clave en la producción orgánica es la materia orgánica (MO) del suelo. No se concibe un suelo "sano" sin un adecuado contenido de MO, pues ésta garantiza buenas propiedades físicas químicas y biológicas. Por lo tanto, todas aquellas prácticas de manejo que promuevan el incremento de su contenido, contribuyen a la salud del sistema suelo en su conjunto (Sikora and Stott, 1996).

Así, según apuntan Stevenson (1986) y Studdert *et al.* (2000), el contenido de MO varía en el suelo como consecuencia del efecto que las prácticas de manejo ocasionan sobre los procesos de mineralización-humificación y la influencia de ellas sobre los residuos aportados al suelo. Esto concuerda con los resultados de la evaluación edáfica del presente estudio, donde al segundo año de introducidas las coberturas vivas con leguminosas, ya se apreció un mejoramiento en la fauna y demás características biológicas del suelo (Del Vallín *et al.*, 2003).

Del mismo modo son las aseveraciones de Gómez *et al.* (2003), cuando refiere que suelos laboreados intensamente (arado de reja, gradas pesadas, etc.), con períodos de barbecho desnudo prolongados y con bajo aporte de residuos de cosechas, provocarán rápidas caídas en el contenido de MO. La inclusión de pasturas asociadas en la rotación, contribuye a restablecer las buenas propiedades deterioradas por la labranza intensiva. La incorporación de leguminosas permite una activa fijación biológica del nitrógeno, debido a la fuerte demanda de N por parte de las gramíneas. Las pasturas incrementan el contenido de MO de los suelos por la gran cantidad de residuos vegetales aportados.

Por su parte, den Hertog (2003) señala que los conceptos de sostenibilidad y entrenamiento a adultos y productores, los varios componentes en el ciclo de producción constituyen una herramienta muy útil para medir la sostenibilidad y para identificar dónde y en qué extensión algunas prácticas de producción son sostenibles o no.

Refiriéndose al efecto de las prácticas agrícolas modernas en los países industrializados, Preston (2003) asegura que la existencia de pérdida de la fertilidad del suelo y la biodiversidad de especies, así como la contaminación ambiental, son consecuencias negativas en los sistemas intensivos de producción de la mayoría de las granjas, donde han causado, además, la separación física de la producción de cultivos y la ganadería. Un resultado de esta política es que la eliminación del estiércol

de las unidades ganaderas concentradas en un área pequeña a menudo sin tierras adjuntas se ha convertido en un problema fundamental. En el sudeste de Asia, la integración de los cultivos y el ganado, y el uso del estiércol como un fertilizante, son prácticas tradicionales y son la base de los sistemas agropecuarios especialmente en el ámbito de pequeños propietarios.

En opinión de da Veiga (2001), al parecer el establecimiento de vastas extensiones de monocultivos de gramíneas en las áreas ganaderas ha sido la causa fundamental del proceso de deterioro de los pastizales tropicales. Esto podría deberse a que el reciclaje de nutrientes, principalmente del N a través de la hojarasca de estas plantas ocurre muy lentamente de modo que pueden ocurrir fijaciones del N (en ocasiones inmovilizaciones de larga duración) debido a que el material vegetal de estas especies está constituido por paredes celulares fuertemente lignificadas y elevada relación C/N, lo cual hace difícil la descomposición de estos materiales en el suelo, tanto por los organismos descomponedores como por los factores abióticos (Thomas y Asakawa, 1993).

Tal como apunta Crespo (2003), la escasa biodiversidad de plantas en las áreas ganaderas, unido a los ineficientes mecanismos del reciclaje de los nutrientes, ha repercutido en buena medida en el desbalance de estos eco sistemas. De igual modo, la drástica reducción de la biodiversidad vegetal de extensas áreas ganaderas de América Latina ha producido una alarmante reducción del reciclaje de los nutrientes y ha provocado condiciones ecológicas adversas para el comportamiento animal y la fertilidad del suelo (Nodari *et al.*, 2001). Otro tanto ocurre en los agroecosistemas citrícolas convencionales, donde se mantiene el suelo desnudo permanentemente, con grave afectación para la biodiversidad.

En ese sentido, es ilustrativo lo señalado por Rodríguez *et al.* (2000), pues en la ordenación de los pastizal es, los árboles y arbustos intervienen fuertemente en el reciclaje de los nutrientes y la energía en el sistema silvopastoril. Dichas plantas mejoran la productividad de los sistemas y suelen favorecer el valor nutritivo del estrato herbáceo y la estructura y fertilidad general de los suelos. Por su parte, Pezo (1992) se refiere acertadamente a las interacciones benéficas que aparecen con la presencia de los árboles de leguminosas en los sistemas de pastoreo y que se traduce, además del N fijado, en un aumento del reciclaje de nutrientes por el retorno al suelo de hojas, frutos, ramas, heces y orina. También hay una mejora en la estructura del suelo, a través del aporte que hacen las raíces de los árboles en cuanto a MO aireación e infiltración de las lluvias entre otros aspectos, en concordancia con lo que refieren Montenegro *et al.* (2001) y Botero (2000) respecto a que los suelos con pastos desempeñan un papel muy importante por la extensión que ellos ocupan y pueden retener y reducir la efusión de CO₂ a la atmósfera. Los sistemas agroforestales en los trópicos tienen gran potencial para contribuir a la disminución del calentamiento global debido a que la combinación de las plantas del sendero C₃ y C₄ actúan como un eficiente sumidero en el sistema silvopastoril y favorecen de esta forma el mejoramiento de la atmósfera.

En el Consorcio Tropileche, Holmann (2001), al analizar distintos sitios de referencia de Costa Rica, Honduras y Nicaragua y comparar *Brachiarias* y *A. pinto*i, en época seca, encontró que la degradabilidad de la PC fue 10% superior en *Arachis* (70%) y la DIVMS fue 15% mayor (50%).

En Pucallpa, Perú, *S. guianensis* es una leguminosa bien adaptada y con capacidad para fijar hasta 50 kg/ha de cuando se establece como cultivo pionero para la siembra de arroz y el posterior establecimiento de pasturas mejoradas o obstante, tiene una baja persistencia después del inicio de la utilización de la pastura (Vela, 2001). Aunque bajo las condiciones de pastoreo rotacional, esta leguminosa ha demostrado altas persistencia y recuperación en secano.

Con la introducción de *A. pinto*i fue posible alcanzar una mayor producción de leche y un aumento de la carga animal, en relación con las pasturas nativas y mejoradas de sólo gramínea. La recuperación de pasturas con la introducción de gramíneas y leguminosas mejoradas promueven una mayor disponibilidad de forraje y por consiguiente, una mayor capacidad de carga animal, al evaluar la producción de leche de vacas en sistemas de doble propósito, en una pastura recuperada con *B. brizantha* cv. La Libertad sola y asociada con *A. pinto*i cv. Porvenir y *Centrosema brasilianum* (Lobo y Acuña, 2001). Estos resultados se confirman cuando se emplea *A. pinto*i como cobertura viva, la que resulta muy efectiva y controladora de la vegetación indeseable.

Cuando evaluaron *B. decumbens* sola o asociada con *H. rufa* y la leguminosa *A. pinto*i en un sistema de producción de leche en Costa Rica, Romero y González (2001) reportaron un aumento en la composición botánica de 23% en el primer año y 43% en los años siguientes de pastoreo, a favor de *A. pinto*i; cuando se asoció *B. decumbens* permaneció constante (59%), mientras el porcentaje de malezas disminuyó. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Clavel (inédito) y confirman que las pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas pueden soportar mayor carga animal que las de sólo gramíneas, sin afectar su composición botánica, su calidad y sin aumentar la presencia de malezas (Romero y González, 2001). *A. pinto*i persistió durante 4 años de evaluación y contribuyó a mantener la producción y calidad de la pastura, lo que confirma el alto potencial de esta leguminosa en zonas de laderas con períodos secos definidos de Centroamérica.

Jardines *et al.* (2000), al caracterizar la leguminosa naturalizada *Alysicarpus vaginalis* en áreas de pastoreo, afirmó que no hubo influencia del tipo de suelo (Ferralítico Rojo vs. Pardo con Carbonato) sobre la abundancia de la especie, que llegó al 22% de población. Igualmente comparó áreas pastada; no pastada y de corte en relación con su persistencia y nodulación: en el área no pastada hubo una mayor nodulación (hasta 18 nódulos/planta) y ésta fue más efectiva (100%); desapareció el *A. vaginalis* cuando se sometió a cortes y en el área no pastada, *C. nlemfuensis* "ahogó" literalmente a la leguminosa, debido a la altura alcanzada respecto a las características postradas de esta última. Similar "ahogo" ocurrió cuando se introdujeron las leguminosas *Teramnus labialis* y *Clitoria ternatea*

corno coberturas en suelo Alítico Amarillento de Baja Actividad Arcillosa y con riego, pues en pocos meses quedó *A. vaginalis* "sepultado" por la biomasa de estas trepadoras.

El uso extensivo e intensivo de materiales orgánicos en China, según Kelman y Cook (1977), es una de las razones para la ausencia generalizada de importantes enfermedades radicales de los cultivos de ese país. Existe una situación bien diferente en Brasil, donde, de acuerdo con Neves (2000), la desagregación de los costos operacionales en mano de obra, servicios de maquinaria, abonos, enmiendas y plaguicidas, llega al 40% en determinadas regiones Sin embargo, pronto se aprecia una gran incidencia de plagas y enfermedades en la citricultura, relacionada con el manejo, que no consigue aumentar el tenor de MO en el suelo. Además del bajo tenor de MO en los suelos, se observa una pobreza generalizada en Boro, no sólo en la capa superficial, sino también en la profundidad (Yamada *et al.*, 200 1). Contrario a lo reportado en Brasil y coincidiendo con los chinos, bajo las condiciones de este trabajo no se apreciaron afectaciones por plagas ni enfermedades radicales, ni del resto de las plantas cítricas durante el proceso de conversión a orgánica, ni después del primer año de su certificación.

Sombra y tolerancia a la sombra

Según Sistachs (1986), una planta sombreada pierde dominio y puede llegar a ser eliminada de la comunidad. Teniendo en cuenta esto, en la presente investigación se hizo una selección de leguminosas de cobertura para las calles y para debajo de las copas de los cítricos.

Un valor medio de transmisión de luz no indica la naturaleza de la sombra bajo cocoteros: al mediodía demostraron que el 43% de la superficie recibía menos del 10% de la intensidad en el exterior y sólo el 6% del total de radiación incidente. En el otro extremo, el 15% de la superficie recibía más del 90% de la intensidad en el exterior (37% de la radiación total incidente... naturaleza muy variable de la sombra y la gran proporción del suelo que recibe muy poca intensidad luminosa en un momento dado (Steel y Whiteman, 1980). Por supuesto, que en las plantaciones citrícolas la incidencia solar directa es diferente, debido al menor porte y distinta disposición de las ramas, en relación con los cocoteros.

Reynolds (1994) apuntó que bajo una intensa sombra, las gramíneas tienen tendencia a perder sus ventajas competitivas, con lo cual los pastos pueden llegar a estar dominados por las leguminosas, a menos que se maneje cuidadosamente el pastizal.

Las leguminosas más adecuadas para plantaciones de cocoteros incluyen *C. pubescens*, *M. atropurpureum*, *P. phaseoloides* y *C. mucunoides* como pioneras para cobertura, aunque *M. atropurpureum* es propenso al tizón de la hoja (Rhizoctonia). Combinan muy bien con las gramíneas los *Desmodium* y *Alysicarpus*. Son también convenientes *S. guianensis* y *T. labialis*. *Leucaena* y *Gliricidia* son factibles en setos de doble hilera en las calles de los cocoteros (Reynolds, 1983).

Las leguminosas recomendadas para debajo de los árboles deben tener tolerancia a la sombra (Humphreys, 1981). No obstante, en una asociación gramíneas/leguminosas bajo cocoteros, Ludlow (1978) consideró que las diferencias de tolerancia a la sombra influyen poco en las consecuencias de la competencia por la luz y el factor principal es la capacidad de una especie para sobresalir en altura sobre sus vecinas y exponer sus hojas a altos niveles de radiación.

Hace más de 40 años, Gallo y Rodrigues (1960) demostraron la importancia de las leguminosas y de la cobertura muerta del pasto melao (*Melinis minutiflora*), para aumentar la productividad de la naranja Hamlin. Con cobertura muerta aumentó el rendimiento en 105%, respecto al uso de herbicidas (40,7 vs 83,7 t/ha) y cuando estableció cobertura viva con *Mucuna*, incrementó el rendimiento de la naranja de 40,7 a 60,9 t/ha, respecto a donde se emplearon herbicidas. Estos resultados sugieren la utilización de las coberturas (viva o muerta), en sustitución de los herbicidas para la producción de cítricos en esas condiciones tropicales.

Para aumentar el tenor de materia orgánica es muy importante que el pH del suelo se mantenga por debajo del ideal, para que las bacterias nitrificantes tengan un mejor desempeño, con pH por encima de 6. Una constatación de ello fue que la tasa de nitrificación decrece en un pH menor de 6 y se torna insostenible por debajo de 4,5; lo que resulta de importancia en la estrategia para aumentar el tenor de MO en el suelo (Paul and Clark, 1996). Queda corroborada esta afirmación por el buen desarrollo y efectividad de la nodulación observados en esta experiencia; no obstante, mantuvo una abundancia estable, acorde con las particularidades de cada especie de leguminosa

Ferrer y Comerna (1993), al evaluar los riesgos de erosión hídrica y alternativas conservacionistas en los usos de la tierra en las mesas orientales de Venezuela, consideraron al factor cultivo estimando el porcentaje de cobertura en los distintos estadios fenológicos. La menor protección al suelo la presentaron al maní (*Arachis hipogea*), el sorgo (*Sorghum vulgare*), residuos y yuca (*Manihot esculenta*) de secano, por reportar mayores pérdidas de suelo, aunque las pérdidas en general fueron bajas. Sin embargo, esos resultados son contrarios a lo obtenido por Clavel (inédito), donde *Arachis* mantuvo de manera permanente la más compacta cobertura, de lo que se infiere una mayor protección al suelo.

De la Cruz *et al.* (1994), estudiaron la capacidad de adaptación, desarrollo y comportamiento de trece leguminosas de cobertura asociadas al cultivo de maíz y durante el período de barbecho, bajo las condiciones de trópico seco, en la región pacífica de Costa Rica. Evaluaron el efecto de las leguminosas sobre la dinámica poblacional de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y sobre el rendimiento de maíz. Durante el primer ciclo, únicamente *Dolichos lablab*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna* sp. presentaron un buen desarrollo y reducción de la caminadora. En el segundo ciclo de cultivo, *D. lablab* y *C. ensiformis* presentaron un crecimiento pobre y su porcentaje de cobertura fue bajo. Durante el último ciclo de cultivo, *Mucuna* sp. y *P. phaseoloides* alcanzaron el mayor porcentaje

de cobertura. Sin embargo, solamente *Mucuna* sp. fue la que mostró la mayor adaptación, porcentaje de cobertura del suelo durante el ciclo de cultivo, la mayor persistencia en el período de barbecho y la mayor supresión de caminadora (con una densidad de 3,5 plantas/m², mientras que el testigo absoluto presentó 102 plantas/m²) y el mayor rendimiento de maíz.

El uso en la agricultura tropical de leguminosas como cultivos de cobertura, para compensar los efectos negativos del cultivo continuo, se encuentra ampliamente reconocido y documentado en la literatura (Buckles y Barreta, 1996) En un sentido amplio, las estrategias de manejo de las leguminosas de cobertura pueden ser entendidas como un continuo de intensificación en el espacio y tiempo, desde la rotación con leguminosas de cobertura (las menos intensivas), hasta las estrategias de intercalado (las más intensivas). El concepto de un continuo de intensificación permite ubicar las estrategias de manejo de las leguminosas de cobertura en un gradiente de precipitación, donde resulta claro que el rango de estrategias disminuye a medida que la duración acumulativa de los ciclos de cultivo se hace mas corta. También permite identificar y comparar los costos y beneficios de estrategias de manejo como la competencia interespecífica, la variabilidad de producción de biomasa de la leguminosa, los procesos de reciclaje de nutrientes, los costos de oportunidad de la tierra, el uso de la mano de obra y los costos de aprendizaje.

En relación con lo anterior, Valles de la Mora (1996) refiere que el empleo de leguminosas como coberturas no es una práctica común entre los agricultores del trópico húmedo de México. Esta 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 en la zona. Los altos costos para el control de malezas y fertilización obligan a citricultores y caficultores, principalmente, a buscar alguna alternativa que les permita disminuir estos conceptos en sus cultivos. Así, la leguminosa forrajera *Arachis pinto* (cacahuate forrajero), originalmente seleccionada en Suramérica para pastoreo, posee una serie de posibilidades que la hacen atractiva para asociada a cultivos perennes.

Vínculo simbiótico

Los científicos alemanes Hellriegel y Wilfarth (1886) descubrieron la asociación, para beneficio mutuo, entre la leguminosa y la bacteria rizobio alojada dentro de los nódulos de las raíces. Estas bacterias fueron aisladas por Nobbe y Hiltner (1890) Y demostraron la ventaja de añadir bacterias puras a las semillas previo a la siembra. Cuando las semillas germinan, las bacterias penetran por los pelos radicales y comienzan a multiplicarse. Luego se forman los nódulos que contienen colonias de bacterias. El vínculo simbiótico ocurre en cuanto les proporciona alimento para que vivan y trabajen; las bacterias, tomando N₂ del aire circundante en el suelo, lo convierten en NH₃ para su propio uso y

el de su huésped. Así, el N_2 no aprovechable por el vegetal se transforma en un compuesto fácilmente disponible.

Inoculación

Es la técnica de incorporar al suelo las bacterias específicas de rizobio, procesadas comercialmente a tal efecto. Aunque algunos suelos contienen poblaciones de bacterias, éstas suelen ser, en la mayoría de los casos, débiles o parásitas. La penetración de este tipo de bacteria en la planta puede dar como resultado nódulos escasos, poco activos o poco eficientes, produciendo por lo tanto un menor rendimiento del cultivo. Las leguminosas requieren bacterias eficaces para alcanzar altos rendimientos. La inoculación con las bacterias apropiadas y correctamente seleccionadas es la manera más eficiente y económica de alcanzar una óptima cosecha.

La inoculación de leguminosas asegura la formación temprana de nódulos productivos y un abastecimiento adecuado de nitrógeno para la planta durante el período crítico de crecimiento. La inoculación conserva el nitrógeno en el suelo para cultivos futuros: el N fijado por una leguminosa en simbiosis con rizobio alcanza un promedio de % de la cantidad total utilizada en el crecimiento de la planta. La inoculación aumenta el rendimiento de la cosecha: los mayores incrementos en la producción de leguminosas inoculadas se han obtenido en suelos con baja cantidad de N disponible. En tierra de mediana fertilidad se han constatado incrementos que oscilan entre un 15 y un 25%. Para formar proteínas, las plantas deben contar con N fácilmente utilizable. Debido a su relación con las bacterias nitrificadoras, las leguminosas son provistas sin inconvenientes por sus huéspedes. Así, plantaciones de alfalfa inoculadas en USA y Canadá alcanzaron, como promedio; 3,5% más de proteína que las no inoculadas (16,1%).

La inoculación, además, asegura un excelente abono verde, pues la incorporación de leguminosas bien inoculadas y en estado vegetativo enriquece al suelo.

Entre las leguminosas forrajeras, alfalfa y soya pueden llegar a fijar 345 y 297 kg N/ha, respectivamente. De las de granos, garbanzo, maní y lenteja aseguran fijaciones en el suelo de 148 kg/ha; no obstante, arveja impone el record con una fijación de 392 kg N/ha, a pesar de ser cultivos de ciclo corto a medio.

Aparte del N suministrado como resultado de una inoculación eficaz, las leguminosas requieren un balance correcto de otros elementos esenciales. Varios de ellos contribuyen a la reducción de nitrato a nitrito, un importante proceso en la formación de proteína. Los especialistas sugieren aplicar Molibdeno directamente a las semillas, donde los suelos presenten deficiencia de este microelemento esencial. Boro, calcio y cobalto son elementos adicionales, involucrados en la simbiosis de la leguminosa y la bacteria. Su función no está aún tan bien definida como la del Molibdeno.

"Sólo un 25% de toda la rizobia natural presente en el suelo ofrece buena utilidad ... " Por tanto, las probabilidades de obtener máxima utilidad de los nódulos formados espontáneamente son de 1:3, a no ser que se añada más rizobia.

La Compañía Nitragin, después de numerosas pruebas durante años, han confirmado que:

- a) En suelo con mucho rizobio natural se ha incrementado el rendimiento de las leguminosas con la introducción de inoculantes comerciales, que contienen cepas bacterianas más eficaces en la fijación de N.
- b) Los aumentos de producción más notables, debidos a la inoculación, han ocurrido en terrenos donde no se ha sembrado la leguminosa en cuestión, por lo menos, en varios años.
- c) La mayoría de los incrementos en la producción no son generalmente visibles durante el período del cultivo. los beneficios han sido notables luego al cosechar y determinar el rendimiento (en cultivos de ciclo corto).

En esa dirección, Ramos (2003) considera que la la manutención y el incremento de la fertilidad del suelo serán función de las interacciones expresadas en los ciclos de nutrientes, la consecuente producción de biomasa y la acción de microorganismos. La producción de biomasa depende de la interacción entre plantas, nutrientes, radiación y agua. El ciclo del agua depende, entre otras cosas, de la cobertura vegetal, de la capacidad de almacenamiento del suelo y de la radiación. Sin cobertura vegetal los ciclos de nutrientes no se establecen. La nutrición desequilibrada sensibiliza la planta al ataque de insectos y patógenos.

También Gliessman (2000) apunta acerca de las sinergias que crea la integración y cómo estas generan propiedades de los sistemas de interacción que no deben verse como simple sumatoria de las partes que la integran. Así, esas propiedades emergentes muchas veces se traducen en una menor utilización de la mano de obra o insumos externos al agro eco sistema, con la consecuente economía de recursos y energía.

En el estudio de las coberturas vivas con leguminosas, esta economía del sistema se evidencia en el control que ejercen éstas sobre las plantas indeseables; en la optimización del uso del agua de riego, al disminuir la evaporación en el suelo cubierto y en el reciclaje de nutrientes y fijación biológica del nitrógeno por los rizobios de las leguminosas.

Del mismo modo y según afirma Capra (1996), los sistemas vivos son totalidades integradas. La ciencia sistémica nos muestra que ellos no pueden ser comprendidos solamente por el análisis de sus partes, pero es importante la comprensión de las propiedades que emergen a partir de las relaciones entre los elementos que las componen.

Por todo ello y en una concepción sistémica, el foco de nuestro interés es mucho más en las relaciones que en las partes.

En ese sentido, Margulis (2001) se refiere a que en los sistemas vivos la asociación es la base de las relaciones que se establecen. La cooperación en todos los niveles es la responsable de la manutención de la funcionalidad de los ecosistemas. La simbiosis, cooperación mutua entre dos seres vivos, puede haber sido la base para el surgimiento de nuevas especies y para la propia evolución de la vida. Nichos de competencia seleccionan al individuo más apto a cooperar. Este autor y Sagan (1986), agregan que la vida no se aposentó en la esfera terrestre para el combate, sino para la formación de redes.

Ramos (2003) continúa refiriéndose a que las interacciones sucesivas entre partes, mediadas por relaciones, nos traen la imagen de una red. Esta imagen se plasma de lo micro a lo macro. Desde la bacteria más simple, hasta el planeta, simbiosis potenciada, pasando por un campo o una feria de agricultores ecologistas. Las redes están presentes en todo el mundo vivo, desde los procesos metabólicos de las células hasta las telas alimentarias de los agroecosistemas y que la integración tiene lugar a todos los niveles, entre todas las especies y es la tónica de la naturaleza. La construcción de un mundo fundamentado en una mayor justicia social y respeto al medio ambiente, dependerá de nuestra capacidad de integrarnos de forma horizontal, en la sinfonía de la vida.

Para ilustrar las bondades de las leguminosas en los agro eco sistemas, Murgueitio *et al.* (2003) refieren que las leguminosas cuando se siembran en hileras entre cultivos aumentan la diversidad de plantas, fijan N atmosférico y contribuyen a la conservación del agua y el suelo. Ciertas combinaciones y rotaciones de cultivos favorecen la abundancia de predadores y parásitos para el control biológico.

Según Pimentel *et al.* (1992), la mayor parte de la biodiversidad global existe en sistemas manejados por el hombre (principalmente agricultura y bosques sometidos a explotación maderera), debido a que estas áreas cubren el 95% de los eco sistemas terrestres, mientras que los parques nacionales, reservas y demás áreas protegidas ocupan sólo el 3,2%. Es necesario aceptar que, incluso los agroecosistemas más diversos, probablemente soportarán menos especies que los hábitats naturales desplazados por ellos. Sin embargo, mientras algunos agroecosistemas son pobres en especies y proporcionan pocos hábitats para la fauna y flora silvestres, otros soportan numerosas poblaciones de la vida local. La ganadería puede reemplazar sistemas de alta diversidad biológica por ambientes pobres o puede contribuir a conservar una porción de la fauna y flora. En la zona de colonización del Guaviare, en la Amazonia colombiana, 300 mil hectáreas de bosques con 500 especies/ha se han transformado en pastizal es homogéneos con menos de 30 especies de plantas (Etter, 1990).

En medio de extensos monocultivos de caña de azúcar en el valle del Cauca, pequeñas áreas con sistemas silvopastoriles soportan una avifauna más rica que la de áreas circundantes e incluso, que la de bosque seco, según reportó Cárdenas (1997).

Como señalara Funes (2003), las leguminosas aún no están debidamente extendidas en áreas tropicales, excepto Australia y en Cuba, antes de 1959, su utilización fue muy escasa y al comienzo de los años 60 hubo interés en su desarrollo. Desde 1965 se sembraron más de 20 mil hectáreas de las leguminosas forrajeras kudzú, gandul, terciopelo, glycine y alfalfa fundamentalmente. Muchas se deterioraron y los ganaderos perdieron interés. Factores importantes fueron las insuficientes investigaciones en adaptación, la intensificación empleada, la falta de experiencia y capacitación en principios de manejo. Desde 1975 las investigaciones se reorganizaron y en los últimos 25-30 años se han obtenido importantes resultados y los productores han ganado confianza nuevamente y se han sembrado y explotado áreas comerciales. En los años 90 se retornaron los resultados y se comenzaron a perfeccionar, obteniéndose magníficos resultados, tanto en leguminosas rastreras como en arbustivas y en sistemas silvopastoriles.

Asimismo, este autor señala que los cultivos de cobertura se emplean para cubrir y proteger al suelo de los agentes del intemperismo (radiación solar, temperaturas altas, etc.). Estos reducen la población de especies espontáneas, ayudan al manejo de plagas, sirven como hábitats a insectos benéficos y controles naturales, todo lo cual reduce los daños al entorno contra cortes y quema. En Cuba son comunes, pero poco documentados.

Como parte de los estudios realizados en las condiciones de Cuba, Fontes *et al.* (1998), cuando evaluaron el comportamiento agronómico de 20 leguminosas nativas, colectadas en áreas de frutales, con potencialidades forrajeras para sistemas silvopastoriles, encontraron que las mejores especies para establecerse en cítricos fueron: *Teramnus labialis* (semilla oscura y clara), *Centrosema pubescens* y *Macroptilium atropurpureum*.

Cuando evaluaron leguminosas en sistemas de producción animal, Watson *et al.* (1981), en las Islas Salomón, no encontraron diferencia importante en los aumentos de peso vivo, entre los pastos mejorados y los naturalizados con un alto contenido de las leguminosas *Axonopus compressus*, *M. pudica*, *C. pubescens* y *C. mucunoides*. De igual forma, Ohler (1984) señaló que un pastoreo selectivo puede traducirse en la desaparición de las especies más palatables, mientras las menos palatables se convierten en dominantes.

Sanico y Lugun (1994), al comparar dos métodos para el control de malezas de cocoteros en Filipinas, concluyeron que la leguminosa de cobertura (*Pueraria phaseoloides*) aparentemente eliminó las malezas, pero redujo la altura y el diámetro del tallo de los cocoteros, porque posiblemente compitió con éstos por los requerimientos básicos (agua y nutrientes). Los resultados sugieren que el tratamiento con herbicida glyphosate es el método de control de malezas más beneficioso para el crecimiento y desarrollo de los cocoteros. No obstante, tales resultados no son necesariamente válidos para otros frutales diferentes del coco; también los resultados pudieron haber sido distintos si se hubieran empleado otras leguminosas.

La inclusión de una leguminosa apropiada en la *vegetación* de las praderas tropicales y la corrección de las deficiencias minerales en la nutrición de las plantas y de los animales, contribuiría a *desarrollar* una mayor producción ganadera. Muchas de las *leguminosas tropicales*, son de origen americano, toleran la acidez del suelo y el bajo *contenido* de fósforo. La selección y el fitomejoramiento permitirían la incorporación de características agronómicas deseables, tales como un mejor índice de crecimiento, mayor *resistencia* al pastoreo y facilidad de recolección de semillas.

En opinión de Reyes (1998), la realización de estudios de introducción de leguminosas permite identificar los genotipos más promisorios para mejorar la calidad del forraje y seleccionar también con fines de eficiencia nutrimental. Con los objetivos de identificar leguminosas con *alto* potencial de rendimiento de forraje, evaluar su relación tallo-hoja y determinar su calidad nutritiva, se evaluaron 11 leguminosas durante tres años, pertenecientes a cuatro géneros (*Mucuna pruriens*, *Lablab purpureus*, *Cajanus cajan* y *Canavalia ensiformis*). El rendimiento de materia seca por hectárea tuvo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre genotipos. Así, las leguminosas de mayor potencial de producción fueron *Canavalia* y *Mucuna*, con 7,3 y 4,5 t MS/ha, respectivamente, durante el primer año. En contraste, los genotipos de *Cajanus* y *Lablab* estuvieron en el rango de 2,7 a 3,6 t MS/ha. Por otro lado, la biomasa mayor fue depositada por *Mucuna* y *Canavalia*, con 1880 y 1480 kg MS/ha, respectivamente, en contraste con *Dolichos* y *Cajanus*, que sólo depositaron 800 y 650 kg MS/ha al suelo. Estos resultados sugieren la conveniencia de utilización de las leguminosas *Mucuna* y *Canavalia* como cobertura en plantaciones de frutales, especialmente los de mayor marco de plantación (mango, aguacate, etc.), teniendo en cuenta su gran aporte de biomasa al suelo, pero también su agresividad y posibilidades de trepar a los árboles de estos frutales.

Briceno (1996), expone el establecimiento, efectividad y beneficios del *Arachis pintoi* como cobertura en el manejo integrado de malezas en la vid e insiste en el porcentaje de germinación y emergencia de las semillas, así como la duración para el establecimiento de la cobertura del maní y su efectividad en el control de los grupos de malezas, lo que concluye con la reducción de los costos y el mejoramiento de la calidad y rendimiento de la vid.

Características de las principales leguminosas introducidas

***Stylosanthes guianensis* (stylo o alfalfa tropical o alfalfa del Brasil)**

Planta perenne, de crecimiento decumbente y semi erecta. Es una hierba erecta perenne y muy ramosa de hasta 1 m de altura, con hojas trifoliadas, indígena de América del Sur, donde sustituye a la alfalfa. Hoy día se ha introducido en otras zonas en todos los trópicos. Es adaptable a diversidad de condiciones edáficas y es muy resistente a las diversas condiciones del clima. La raíz, al igual que la mayoría de las leguminosas, es pivotante y bien ramificada, con nódulos donde se localizan las bacterias fijadoras de N. Florece durante la época seca y produce semillas de buena calidad. Es

tolerante a la sombra y a suelos de baja fertilidad, especialmente en P. Se adapta bien a suelos pobres con pH ácido. Esta especie puede sembrarse por semillas o por material vegetativo (tallos); este último permite un establecimiento más rápido.

Puede utilizarse para sobresiembra de las praderas naturales, a fin de prolongar el pastoreo hasta entrada la estación seca, y de aumentar la capacidad de carga. Se mezcla con muchas gramíneas y no siempre es necesaria la inoculación. La fertilización fosfatada es necesaria en suelos pobres, especialmente en las primeras fases vegetativas. Si es consumido antes de la floración, proporciona un forraje de buena calidad (Rolando, 1978). Su apetecibilidad es escasa durante las lluvias, pero el ganado la consume fácilmente en la temporada seca. La siega, en general, estimula el crecimiento de esta planta, mientras que el pastoreo de los bovinos lo sofoca; el pastoreo de los ovinos es menos dañino. No debe dejarse que crezca alta; si se mantiene corta, no se vuelve leñosa, sino hojosa y apetecible. Rara vez se emplea para heno o ensilaje. Se ha convertido en una de las leguminosas pratenses más populares, y se dispone de algunas variedades comerciales.

***Clitoria ternatea* L. ("Kordofan pea", "butterfly pea" o "Asian pigeonwings")**

Es una trepadora alta y esbelta, con tallos pubescentes, muy corriente en los trópicos de todo el mundo. Se emplea para pastoreo y se combina bien con el pasto Sudán, el sorgo azucarado y, especialmente, el cáñamo sunn. El crecimiento inicial es rápido, y se han obtenido hasta 24 toneladas de material fresco por hectárea después de sólo 2 meses de cultivo.

***Arachis pintoi* L. (maní forrajero)**

Esta leguminosa ha mostrado buena adaptación a gran variedad de suelos y climas, es compatible con gramíneas estoloníferas y agresivas del género *Brachiaria* y *Cynodon*, produce buena cantidad de forraje de alta calidad y es bien consumida por los animales. *A. pintoi* tiene alta variación intraespecífica, por lo que existen posibilidades de identificar líneas de uso múltiple dentro de la especie.

Se le utiliza en pasturas asociadas de gramínea y leguminosa, en cobertura de plantaciones permanentes, en programas de conservación de suelos y como planta ornamental.

Arachis pintoi es una planta herbácea perenne de crecimiento rastrero y estolonífero, tiene raíz pivotante, hojas alternas compuestas de cuatro folíolos, tallo ligeramente aplanado con entrenudos cortos y flor de color amarillo; presenta venas en las estípulas pero pocas cerdas sobre éstas en contraste con el primero (Maass *et al.*, 1993). La variación morfológica entre nuevas líneas de *A. pintoi* ha sido confirmada por Valls (1992), particularmente en lo que se refiere al color de las flores, forma y tamaño de folíolos y presencia o ausencia de pelos en los entrenudos, estípulas y pecíolos.

La flor tiene una corola en forma amariposada, con un estandarte de color amarillo; alas igualmente amarillas; quilla puntiaguda, curvada y de color amarillo pálido. Las flores se originan de inflorescencias axilares en forma de espigas; la floración es indeterminada y continua, la cual es mayor al comienzo de la época lluviosa o después de podas a la planta en períodos cortos de sequía. La flor se marchita inmediatamente después de la fecundación e inicia la formación del carpóforo, que se desarrolla a partir de la base del ovario. El carpóforo con el ovario en la punta crece hacia el suelo en respuesta a estímulos geotrópicos y termina por enterrar el fruto a profundidades variables, dependiendo de la textura del suelo. Generalmente la mayor proporción de frutos se encuentra en los primeros 10 cm de profundidad. El fruto es una vaina indehiscente que contiene normalmente una semilla (Argel y Villarreal, 2003).

Características de las principales leguminosas naturalizadas

***Desmodium* sp. (Mili.) Fawc. & Rendle ("greenleaf desmodium" o "Kuru vine")**

Especie perenne trepadora, indígena de América del Sur, pero propagada a otras partes del mundo y cultivada como planta forrajera. No puede resistir que el ganado la pade a ras del suelo. Las hojas, secadas artificialmente, han dado buen resultado como sucedáneo de la harina de alfalfa. Tolerancia las temperaturas relativamente bajas. Es popular porque produce una gran masa de herbaje apetecible, y actualmente se está introduciendo en los sistemas agrícolas de varios países como leguminosa asociada a varias especies de gramíneas.

***Alysicarpus vaginalis* (L.) DC. (maní cimarrón, "Alyce clover" o "one-leaf clover")**

Especie perenne desparramada y moderadamente ramosa, hasta de 25 cm de altura. Las hojas son unifoliadas, muy ovales, sobre tallos folíferos cortos. No tolerancia las tierras húmedas y crece mal en suelos de fertilidad escasa. Con frecuencia, crece como cultivo anual de verano para heno o pasto, en sustitución de la alfalfa. Apetecible, tiene la ventaja sobre otras leguminosas introducidas de clima templado de no causar timpanismo a las vacas. Las plantas son susceptibles al ataque de nemátodos de los nudos de las raíces.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos que se exponen en este trabajo de tesis se desarrollaron en dos empresas de cítricos:

Ceiba, UBPC "14 de Noviembre" y Ceballos, UBPC "El Carmen", de las provincias de La Habana y Ciego de Ávila, respectivamente.

Se estudiaron las leguminosas introducidas *Stylosanthes guianensis* cv CIAT-184 (stylo), *Clitoria ternatea* (conchita azul) y *Arachis pintoi* (maní forrajero) y las naturalizadas *Desmodium* sp. (amor seco) y *Alysicarpus vaginalis* (maní cimarrón), cuyas características principales se presentaron anteriormente.

Características climáticas y de suelos de las áreas de estudio

Climáticas, valores medios de los últimos 25 años

UBPC "El Carmen", Finca Reina Cruz, Morón, Ciego de Ávila

Temperaturas medias (°C)			Humedad relativa (%)			Precipitaciones (mm)		
Media	Mínima	Máxima	Media	Abril	Octubre	Año	Seca	Lluvia
25,5	20,2	30,6	80	73	84	1 100-1 400	30%	70%

UBPC "14 de noviembre", Finca La Rebeca, La Habana

Temperaturas medias (°C)			Humedad relativa (%)			Precipitaciones (mm)		
Media	Mínima	Máxima	Media	Abril	Octubre	Año	Seca	Lluvia
24,7	20,9	27,7	81	-	-	1 436	-	-

Suelos

UBPC "El Carmen", Finca Reina Cruz, Morón, Ciego de Ávila

Clasificación 100% suelo Alítico Amarillento de Baja Actividad Arcillosa (Hernández *et al.*, 1999)

Fertilidad natural baja

Perfil de suelo: proceso de formación alitización, acompañada por una fuerte lixiviación de arcilla hierro, presenta perfil BAC, ABLD, color pardo rojizo anaranjado claro u opaco que pasa a amarillo intenso y luego a amarillo intenso anaranjado. La topografía es llana o ligeramente ondulada.

Factores limitantes: falta de drenaje en una capa de 45-55 cm (compactación por acumulación de arcilla); fertilidad baja; capacidad de intercambio y retención de humedad y nutrientes bajos. Textura

arenosa; el drenaje es bueno en los primeros horizontes y deficiente a profundidad; buena aireación; mediana infiltración de agua y baja retención de humedad; la materia orgánica va de baja a muy baja (0,68-0,43%); pH ligeramente ácido a neutro 5-7,3 y la capacidad de intercambio de baja a muy baja. La situación inicial de las parcelas (campos), de 0-30 cm de profundidad, para los distintos tratamientos es como sigue:

Campo	Tratamiento	Nutrientes de 0 a 30 cm			
		KCl	Mg/100 g de suelo		(%)
		pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO
2001	Testigo	6,5	12,0	19,6	2,0
2004	Conchita, Arachis, Teramnus	6,7	12,6	19,6	2,0

UBPC "14 de noviembre", Finca La Rebeca, Ceiba, La Habana

Clasificación: 100% suelo Ferralítico Rojo compactado (Hernández *et al.*, 1999); fertilidad natural baja. Prácticamente no hay una diferencia entre los horizontes A y B. Muy pocas raíces en el horizonte A, debido a una capa compactada a un nivel de 45 cm.

Factores limitantes: falta de drenaje en una capa de 45-55 cm (compactación por acumulación de arcilla); fertilidad baja; capacidad de intercambio baja a muy baja; bajos nutrientes y retención de humedad; textura arcillosa; el drenaje, la infiltración de agua y la aireación son buenos; baja retención de humedad; pH ligeramente ácido a neutro 5,5-6,5.

La situación inicial de las parcelas (campos), de 0-30 cm de profundidad, para los distintos tratamientos es como sigue:

Campo	Tratamiento	Nutrientes de 0 a 30 cm			
		KCl	Mg/100 g de suelo		(%)
		pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO
2001	Testigo	5,9	36,4	22,6	2,85
2004	Conchita, Arachis, Teramnus	5,9	35,8	24,9	3,05

2.1 Procedimiento experimental

Experimento 1. Implantación de coberturas con las leguminosas *Clitoria ternatea* (conchita azul), *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 (stylo) y *Arachis pinto* (maní forrajero) en suelo Alítico Amarillento de Baja Actividad Arcillosa (AABAA), plantado de toronja Marsh, como cultivo indicador, con marco de plantación de 8 x 5 m y 20 años de edad, en la UBPC "El Carmen", de Morón, Ciego de Ávila. Se aplicó riego por aniego, según pronóstico

Experimento 2. Implantación de coberturas con las leguminosas *Clitoria ternatea* (conchita azul), *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 (stylo) y *Arachis pintoi* (maní forrajero) en suelo Ferralítico Rojo compactado, plantado de naranja Valencia, como cultivo indicador, con marco de plantación de 8 x 4 m y 23 años de edad, en la UBPC "14 de Noviembre", de Ceiba, La Habana, en condiciones de secano

2.2 Siembra y establecimiento de las leguminosas en ambos experimentos

Preparación del suelo y siembra

Consistió en 2-3 pases de grada mediana, en la dirección de las hileras de cítricos, hasta eliminar la cobertura de gramíneas y malezas y se logró un lecho adecuado (mullido) para el desarrollo de las leguminosas. El último pase de grada fue en posición de transporte o traslado, de modo que quedaran surquillos, donde se depositarían las semillas de las leguminosas *Clitoria ternatea* (conchita azul) y *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 (stylo). La especie *Teramnus labialis* cv. Semilla Oscura (teramnus) solamente se sembró en el agroecosistema de Morón, porque no se dispuso de suficientes semillas para sembrar en Ceiba.

Debajo de la copa de los cítricos se hicieron surcos con guataca para plantar la leguminosa *Arachis pintoi* (maní forrajero) por semillas vegetativas (esquejes).

La siembra se realizó manualmente, en los meses de julio y agosto y con las dosis recomendadas por Funes *et al.* (1998), según la especie y calidad de la leguminosa. A todas las semillas se les aplicó un tratamiento previo a la siembra, que consistió en **escarificación** (con agua a temperatura ambiente, durante 24-48 horas) e **inoculación**, con la cepa específica de rizobio para cada leguminosa. Se tuvo especial cuidado con el manejo de las semillas inoculadas, para no exponerlas al sol directo, ni sembrarlas en las horas de mayores temperaturas del día.

El área sembrada de cada leguminosa y las dosis de semillas empleadas fueron como sigue:

Leguminosa	Área (ha)		Dosis/ha	Observaciones
	Morón	Ceiba		
<i>Clitoria ternatea</i>	3,0	5,0	5,0 kg	
<i>Stylosanthes guianensis</i>	12,0	3,0	4,0 kg	
<i>Teramnus labialis</i>	0,8	--	4,0 kg	Insuficientes semillas
<i>Arachis pintoi</i>	0,3	0,2	36 000 esquejes	Semillas vegetativas

Estas siembras se realizaron en las primeras horas de la mañana y al atardecer, para proteger las semillas escarificadas y rizobiadas de la radiación solar directa en las horas de mayores temperaturas y sol

Inmediatamente después de esparcir las semillas, se taparon con una ligera capa de tierra (con un ramajo).

Arachis pinto (maní forrajero) se plantó por semillas vegetativas (esquejes), de forma similar a como se planta el boniato (*Ipomea batata*)

Establecimiento

En todas las áreas se realizó la labor de 2-3 escardes manuales durante el establecimiento, hasta lograr una cobertura por encima del 70%. Se protegieron las leguminosas nativas *Alysicarpus vaginalis* (maní cimarrón) y *Desmodium* sp. (amor seco), que fueron estableciéndose paulatina y simultáneamente a las leguminosas introducidas.

Las ramas apicales de las leguminosas se controlaron manualmente, para evitar que trepan los cítricos.

Una vez lograda la cobertura adecuada de las leguminosas, se mantuvo el control de la altura mediante labores manuales: chapea de las yemas apicales o con un pequeño rodillo de tracción animal, para evitar que trepan a los cítricos.

Muestreos y mediciones. Evaluaciones en las leguminosas

La composición botánica se realizó por el método de los pasos, sobre la base de tres parámetros Especie útil (leguminosa), especies indeseables (malezas) y zonas despobladas. Las mediciones se realizaron considerando lo que tocara la punta del pie derecho, cada 5 pasos, recorriendo el área en forma de zigzag, tanto para las calles, como debajo de las copas de los cítricos.

La altura (cm) de la cobertura se tomó en los mismos puntos donde se midió la composición botánica, con una regla graduada de 1,5 m.

La nodulación se determinó contando el número de nódulos por planta, después de extraer la leguminosa cuidadosamente del suelo, en 10 puntos para cada especie.

Evaluaciones en el cultivo indicador

Para los muestreos foliares se seleccionaron hojas de ramas fructíferas, de la brotación primaveral, en el mes de septiembre de cada año (Chapman, 1968; Hernández, 1980) y se determinó el porcentaje de N, P y K por las técnicas descritas en el Manual de técnicas analíticas de suelos (1985).

Rendimientos. Se cosecharon las plantaciones de cítricos todos los años: las toronjas en diciembre y las naranjas en abril. Para determinar los rendimientos de frutas, se acopiaron todas las producidas por 5 plantas para cada tratamiento; se tomaron frutas para el análisis de calidad, enviados a los laboratorios de las plantas procesadoras y donde se evaluaron los indicadores: porcentajes de jugo,

de acidez y sólidos solubles totales, así como el ratio, tal como se describe en el Manual de técnicas analíticas (1985). Estos indicadores se compararon con los reportados por el cliente.

Evaluaciones en el suelo

Se evaluó el efecto de las leguminosas en algunos de los indicadores de la fertilidad del suelo. Se tomaron muestras a una profundidad de 0-30 cm, cada 3 años y fueron en tres puntos para cada leguminosa. Los análisis incluyeron pH (método potenciométrico); P_2O_5 y K_2O (método de Oniani) y la materia orgánica por Walkley Black, cuyas técnicas se encuentran descritas en el Manual de técnicas analíticas de suelos (1985).

Se realizó un levantamiento biológico, por la metodología convencional, para lo cual se tomaron muestras a varias profundidades: 0-5 cm y 5 -10 cm para la mesofauna y de 0-10 y 10-20 cm para la macrofauna. Se tomaron muestras hasta 10 cm de profundidad, cercanas a la rizosfera de las plantas, para el análisis microbiológico y se determinaron, también por métodos convencionales heterótrofos totales, actinomicetos, hongos totales, organismos amonificantes y celulolíticos, solubilizadores de fósforo y fijadores de nitrógeno

Todos los resultados se sometieron a ANOVA y pruebas de **t-test** para variables dependientes y se obtuvieron los gráficos correspondientes.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mejoramiento de las condiciones edáficas y del entorno con la introducción de la cobertura viva de leguminosas. Efecto sobre la fertilidad del suelo y los parámetros productivos de los cítricos

3.1 Dinámica de las coberturas. Descripción general

Tanto en el suelo Alítico (Morón), como en el Ferralítico (Ceiba), las leguminosas fueron colonizando el área paulatinamente, no obstante una atención agrotécnica deficiente durante el establecimiento.

En las figuras 1 y 2 se constata la evolución favorable que tuvo la cobertura en ambos territorios.

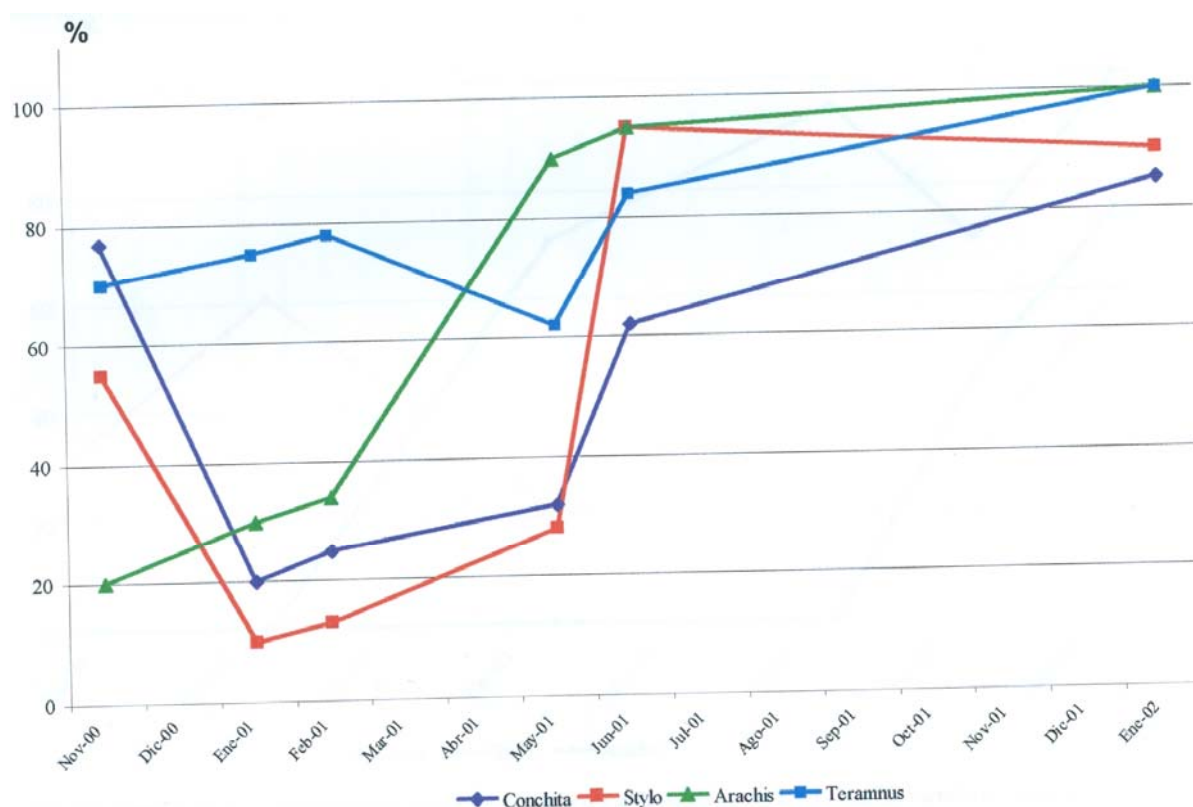


Fig.1. Evolución de la composición botánica en la finca Reina Cruz, UBPC “El Carmen”, Morón.

En el suelo Alítico de Morón, a los 4 meses de sembradas, *C. ternatea* y *S. guianensis* cubrían más del 70% del área, pero tuvieron una drástica caída hasta 20 y 10% de cobertura, respectivamente, que pudo deberse a una chapea baja con rotativa en diciembre, previo a la cosecha de los cítricos. Fueron reponiéndose y ya en junio del año siguiente alcanzaban 60 y 80% de población, respectivamente.

Este comportamiento durante el establecimiento está acorde con lo reportado por Fontes, (1999), en suelo Ferralítico Rojo típico de Ciego de Ávila, con los géneros *Desmodium* y *Teramnus*, donde la cobertura foliar se mostró mayor, con valores superiores al 80%, así como la mejor dinámica de recuperación después de los cortes.

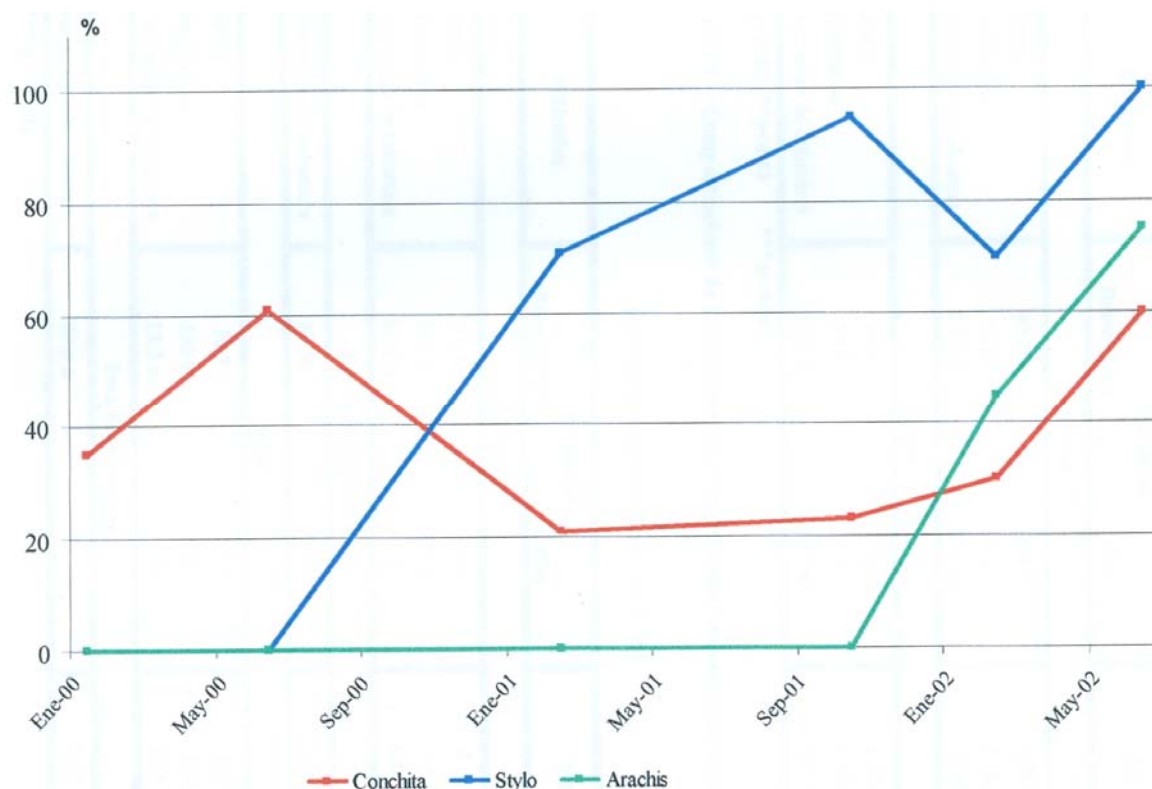


Fig. 2. Evolución de la composición botánica en la finca La Rebeca, UBPC “14 de Noviembre”, Ceiba.

Estas especies, que alcanzan altos porcentajes de cobertura en un período de tiempo breve, son una fuente importante para este propósito, porque además de proteger la capa superficial del suelo contra el impacto de las lluvias intensas y la erosión por agua o viento, contribuyen a limitar la proliferación de malezas; además, resulta considerable el retorno potencial de nutrientes al sistema, a través de la hojarasca de la cobertura y fundamentalmente de nitrógeno (Fontes, 1999).

Arachis pintoi, plantado por esquejes en agosto, logró un 20% de cobertura a los 2 meses y aseguró cubrir casi totalmente el área, extendiéndose a las calles, a los 10 meses de plantado. Similar comportamiento obtuvieron Lobo y Acuña (2001), pero en condiciones de pastoreo, al introducir *A. pintoi* en un pastizal recuperado de *B. brizantha*. También Romero y González (2001) reportaron un aumento en la composición botánica de 23% en el primer año y 43% en los años siguientes de pastoreo, a favor de *A. pintoi*, cuando evaluaron *B. decumbens* sola o asociada con *H. ruja* y esta leguminosa, en un sistema de producción de leche en Costa Rica.

d)

Entre las especies indeseables predominantes en Morón se destacan *Sporobolus indicus*, malváceas, *Amaranthus*, *Digitaria sanguinalis*, commelináceas, *Lantana camara*, etc. Como se conoce, estas especies indeseables compiten favorablemente con las leguminosas introducidas, limitando su pronto establecimiento.

En Ceiba

En el suelo Ferralítico Rojo de Ceiba, *C. ternatea* fue colonizando el área paulatinamente a los 11 meses alcanzaba el 60% de cobertura, pero su población descendió a sólo 20%, tal vez debido al efecto de la sequía: un año después, en junio de 2003, no sobrepasaba el 60% de cobertura. Se hace evidente la necesidad del riego para el establecimiento de las leguminosas en estas condiciones.

Sin embargo, al evaluar coberturas bajo cocoteros Reynolds (1994) encontró que bajo una intensa sombra, las gramíneas tienden a perder sus ventajas competitivas, con lo cual pueden llegar a estar dominados por las leguminosas. Señaló como leguminosas más adecuadas para plantaciones de cocoteros a *C. pubescens*, *M. atropurpureum*, *P. phaseoloides* y *C. mucunoides* como pioneras para cobertura; combinan muy bien con las gramíneas los géneros *Desmodium* y *Alysicarpus* y son también convenientes *S. guianensis* y *T. labialis*, lo que coincide totalmente con estos resultados, bajo plantaciones cítrícolas en producción.

Las leguminosas recomendadas para debajo de los árboles deben tener tolerancia a la sombra (Humphreys, 1981) No obstante, Ludlow (1978) consideró que las diferencias de tolerancia a la sombra bajo cocoteros influyen poco en las consecuencias de la competencia por la luz y el factor principal es la capacidad de una especie para descollar en altura sobre sus vecinas y exponer sus hojas a altos niveles de radiación.

S. guianensis se consideró inicialmente como una siembra perdida (posiblemente por tape excesivo) y un año más tarde cubría el 70% del área; al [mal de esa primavera alcanzó un 94% de población, se deprimió durante el período seco (área de secano), pero se recuperó y cubrió hasta el 97% en la siguiente primavera. Esta respuesta del stylo está en concordancia con lo reportado por Reynolds (1994) cuando alcanzó una adecuada cobertura con esta especie bajo cocoteros, igualmente en condiciones de secano.

Arachis pintoii fue plantado por esquejes en agosto/02 y 10 meses después había cubierto el 73% del área y habíase extendido a las calles de los cítricos. Todos los reportes de investigaciones, fundamentalmente en las condiciones tropicales de Latinoamérica, señalan a esta especie como ideal para lograr una cobertura adecuada bajo la copa de cafetos y otros frutales.

En el agroecosistema de Ceiba aparecieron fundamentalmente como especies indeseables: *Digitaria sanguinalis*, *Sporobolus indicus*, *Lantana camara*, *Parhenium* sp., *Cenchrus*, *Amaranthus*, etc. Todas ellas limitaron severamente el establecimiento de las leguminosas introducidas, por la competencia

que tuvieron que enfrentar, en especial durante el período lluvioso, donde demostraron un crecimiento explosivo.

3.2 Comportamiento de las leguminosas introducidas

Durante el período lluvioso, esta leguminosa alcanzó una mayor altura en Ceiba, con diferencia significativa ($p < 0,01$) respecto a Morón, pero en este último agroecosistema se logró una mayor cobertura (tabla 1). La nodulación fue semejante en ambos territorios. La cobertura tuvo diferencia significativa ($p < 0,1$) a favor de Morón en esta etapa del establecimiento. Sin embargo, durante el período seco la leguminosa alcanzó una cobertura significativamente superior ($p < 0,001$) en Ceiba. Esto quizás se debió a una chapea, que deprimió mucho la población de la conchita azul en el agroecosistema de Morón.

Tabla 1. Comportamiento de *Clitoria ternatea* (conchita azul) en ambos agroecosistemas.

Indicador	Localidad		ES±
	Reina Cruz	Ceiba	
	Lluvia		
Altura	40,7 ^b	50,0 ^a	1,98**
Nodulación	28,0	28,5	1,76ns
Porcentaje de cobertura	34,2 ^a	25,0 ^b	1,99*
Seca			
Altura	40,7	37,5	1,30ns
Nodulación	25,5	31,8	2,73ns
Porcentaje de cobertura	24,2 ^b	60,8 ^a	6,35***
*p<0.05	**p<0.01	***p<0.001	

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

*** $p < 0,001$

Esta leguminosa se ha empleado fundamentalmente para pastoreo, por lo que no se comparan estos resultados con reportes de la literatura.

Stylosanthes guianensis (stylo)

En el período lluvioso del primer año, se consideró como una siembra perdida en Ceiba, probablemente a causa de un tape excesivo (se realizó con grada de pincho s de tracción animal y no con un ramajo, como se había orientado). No obstante, las plantas que lograron sobrevivir alcanzaron una altura superior a 50 cm y sin diferir entre los agroecosistemas.

Además, presentaron una nodulación muy abundante y similar en ambos agroecosistemas.

En el siguiente período seco, en Morón ocurrió una drástica caída en la cobertura, también a causa de la chapea baja con rotativa, realizada para facilitar la cosecha de los cítricos. No obstante, esta leguminosa pudo reponerse de la chapea durante la siguiente primavera. Ya en el período seco del segundo año, en el suelo Ferralítico Rojo de Ceiba también cubrió más áreas (tabla 2), aunque con

diferencia significativa ($p < 0,001$) a favor del suelo Alítico, quizás debido a que en este último se dispuso de riego.

Tabla 2. Comportamiento de *Stylosanthes guianensis* cv. CIAT-184 en ambos agroecosistemas.

Indicador	Localidad		ES±
	Reina Cruz	Ceiba	
	Lluvia		
Altura	50,3	61,0	5,88ns
Nodulación	105,3	107,2	3,51ns
Porcentaje de cobertura	29,2 ^a	0 ^b	4,46***
	Lluvia Segundo año		
Porcentaje de cobertura	87,50	91,67	1,99ns
	Seca		
Altura	50,3	54,2	1,67ns
Nodulación	103,0	111,0	3,47ns
Porcentaje de cobertura	13,3 ^a	0 ^b	2,25***
	Seca Segundo año		
	89,0 ^a	70,8 ^b	3,29***

*** $p < 0,001$

Este resultado es contrario a lo señalado por Vela (2001), quien consideró en Pucallpa, Perú, a *S. guianensis* como una leguminosa bien adaptada y con capacidad para fijar hasta 50 kg/ha de N cuando se establece como cultivo pionero, pero con baja persistencia después de iniciar su utilización como pastoreo.

Arachis pinto (maní forrajero)

Esta leguminosa se plantó por semillas vegetativas (esquejes) y en ambos agroecosistemas tuvo un comportamiento similar (tabla 3) en cuanto a nodulación y alturas. Sin embargo, la cobertura fue significativamente superior en Morón ($p < 0,01$) en ambas épocas del año: esto pudo deberse al riego y una mejor atención agrotécnica durante el establecimiento (requiere 2 ó más escardes manuales en su primera etapa).

Se considera esta leguminosa como la idónea para las condiciones de ambos agroecosistemas, porque no es trepadora y, después de plantarla bajo las copas de los árboles, tiene la capacidad de extenderse a las calles y cubrir toda el área, al segundo año, lo que garantiza una cobertura total. Además, produce suficientes esquejes para fomentar nuevas áreas. Según Valles de la Mora (1996), la leguminosa forrajera *Arachis pinto* (cacahuate forrajero), originalmente seleccionada en Sudamérica para pastoreo, posee una serie de posibilidades que la hacen atractiva para asociarla a cultivos perennes.

Tabla 3. Comportamiento de *Arachis pintoi* (maní forrajero) en ambos agroecosistemas.

Indicador	Localidad		ES±
	Reina Cruz	Ceiba	
	Lluvia		
Altura	18,0	22,5	1,31ns
Nodulación	32,0	38,2	2,18ns
Porcentaje de cobertura	90,8 ^a	75,8 ^b	3,04**
	Seca		
Altura	18,0	16,7	0,94ns
Nodulación	30,0	34,8	1,63ns
Porcentaje de cobertura	33,3 ^b	50,0 ^a	3,22**

Comportamiento de leguminosas naturalizadas

Las especies *Alysicarpus vaginalis* (maní cimarrón) y *Desmodium* sp. (amor seco) comenzaron a aparecer en el agro eco sistema después de suspenderse las aplicaciones de herbicidas. Más esporádicamente se encontraron *Aechynomenex americana*, *Teramnus labialis* y *uncinatus*, *Mimosa* sp. y otras leguminosas. Las colonias de *Desmodium* y *Alysicarpus* fueron considerables: así, la primera alcanzó una cobertura del 80% en la primavera, tanto en las calles como debajo de la copa; la segunda se comportó mejor debajo de la copa, donde alcanzó un mayor porte y cobertura del 70%. Similar resultado obtuvo Fontes (1999) al evaluar esta leguminosa naturalizada en agroecosistemas citrícolas de Ciego de Ávila.

Este resultado coincide con lo evaluado por Jardines *et al.* (2000), que al caracterizar la leguminosa naturalizada *Alysicarpus vaginalis* en áreas de pastoreo, afirmaron la no influencia del tipo de suelo (Ferralítico Rojo vs. Pardo con Carbonato) sobre la abundancia de la especie, que llegó al 22% de población y que desapareció cuando se sometió a cortes.

Coincidiendo con Humphreys (1981) y Ludlow (1978), en este estudio tuvieron un buen comportamiento como cobertura en las plantaciones citrícolas, las leguminosas naturalizadas *Alysicarpus* y *Desmodium*. Donde este último cubría el suelo, las toronjas tuvieron rendimientos similares al stylo, pero significativamente superiores al resto de las coberturas estudiadas en el suelo Alítico.

Otros beneficios de las coberturas en el agroecosistema

En relación con el efecto de las coberturas sobre el suelo, en un período de 2 años no se producen grandes cambios. No obstante, en el suelo Alítico subieron los tenores de MO; P₂O₅ y K₂O (fig. 3) En el suelo Ferralítico de Ceiba también mejoraron estos nutrientes con la introducción de las leguminosas.

En opinión Ramos (2003), la manutención y el incremento de la fertilidad del suelo será en función de las interacciones expresadas en los ciclos de nutrientes, la consecuente producción de biomasa y la acción de microorganismos Sin cobertura vegetal los ciclos de nutrientes no se establecen. La nutrición desequilibrada sensibiliza la planta al ataque de insectos y patógenos.

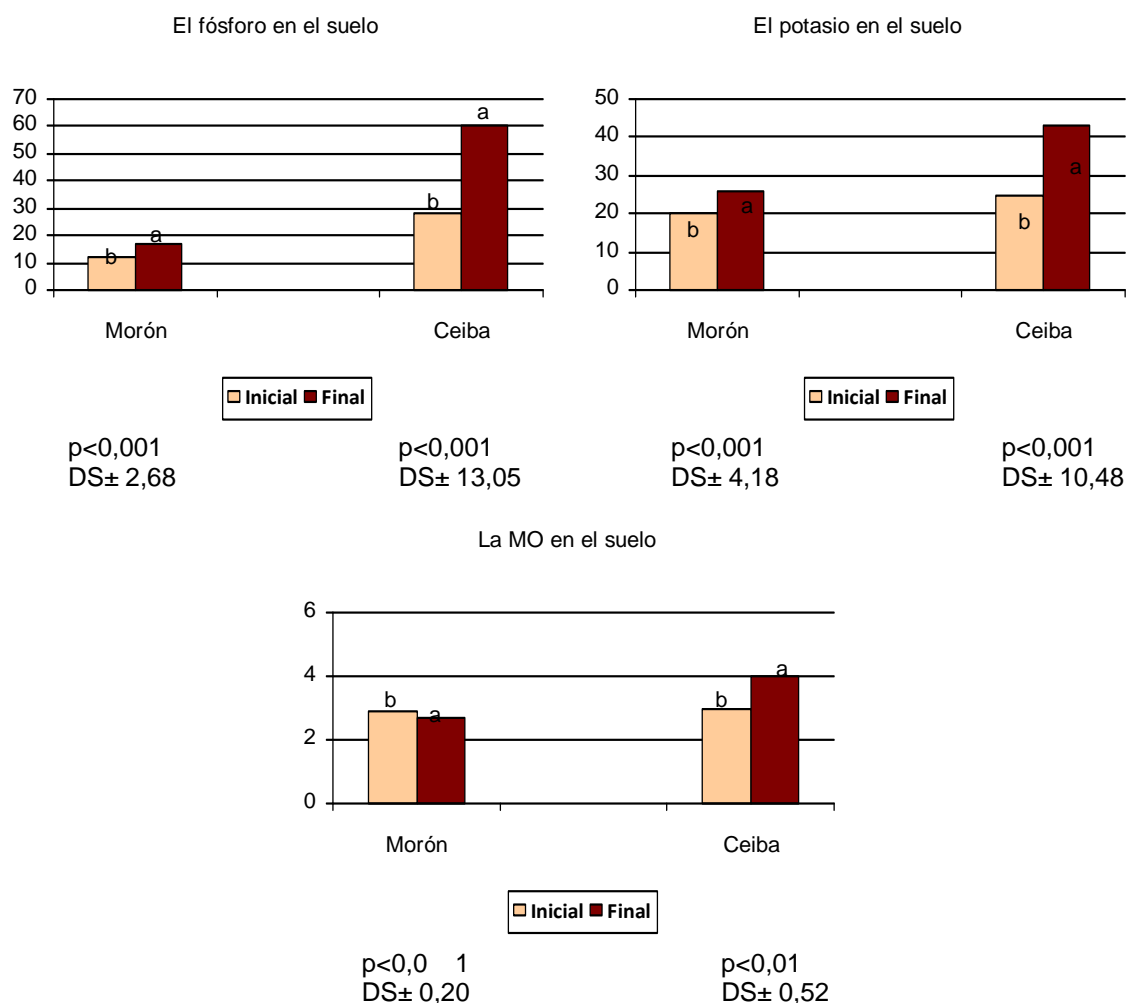


Fig. 3. Influencia de las coberturas vivas con leguminosas sobre algunas características de los suelos.

El pH del suelo Ferralítico prácticamente se mantuvo igual (fig. 4a), pero en el suelo Alítico ascendió de 6,6 a alrededor del neutro, para las 5 leguminosas estudiadas en aquel agroecosistema (fig. 4b) Coinciden estos resultados con lo señalado por Paul and Clark (1996), que para aumentar el tenor de materia orgánica es muy importante que el pH del suelo se mantenga por debajo del ideal, para que las bacterias nitrificantes tengan un mejor desempeño, con pH por encima de 6. Una constatación de ello es que la tasa de nitrificación decrece en un pH menor de 6 y se torna insostenible por debajo de 4,5, lo que resulta de importancia en la estrategia para aumentar el tenor de MO en el suelo.

Los resultados de los análisis foliares mostraron, en el suelo Alítico, un aumento ligero del N; se mantuvo el P y tuvo un mínimo declive el K de las hojas de toronjas. Un retraso en las aplicaciones de azotobáctera y fosforina, así como del humus de lombriz, en relación con el calendario previsto, pudo ser la causa de estos resultados, aunque en ningún caso fue significativo.

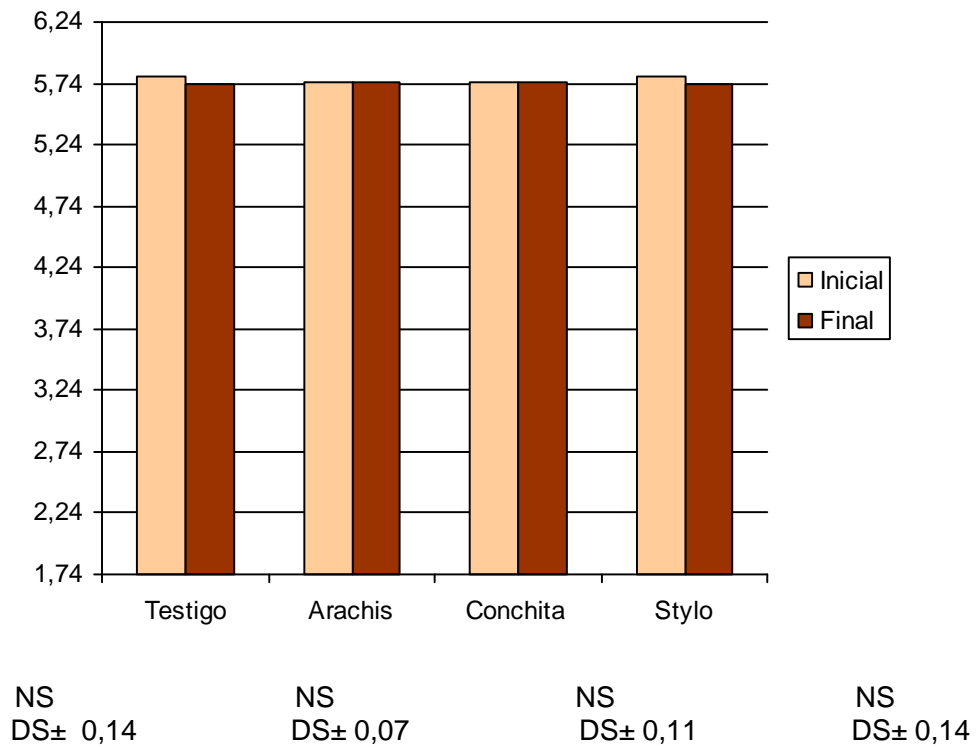


Fig. 4a. Influencia de las coberturas sobre el pH en Ceiba.

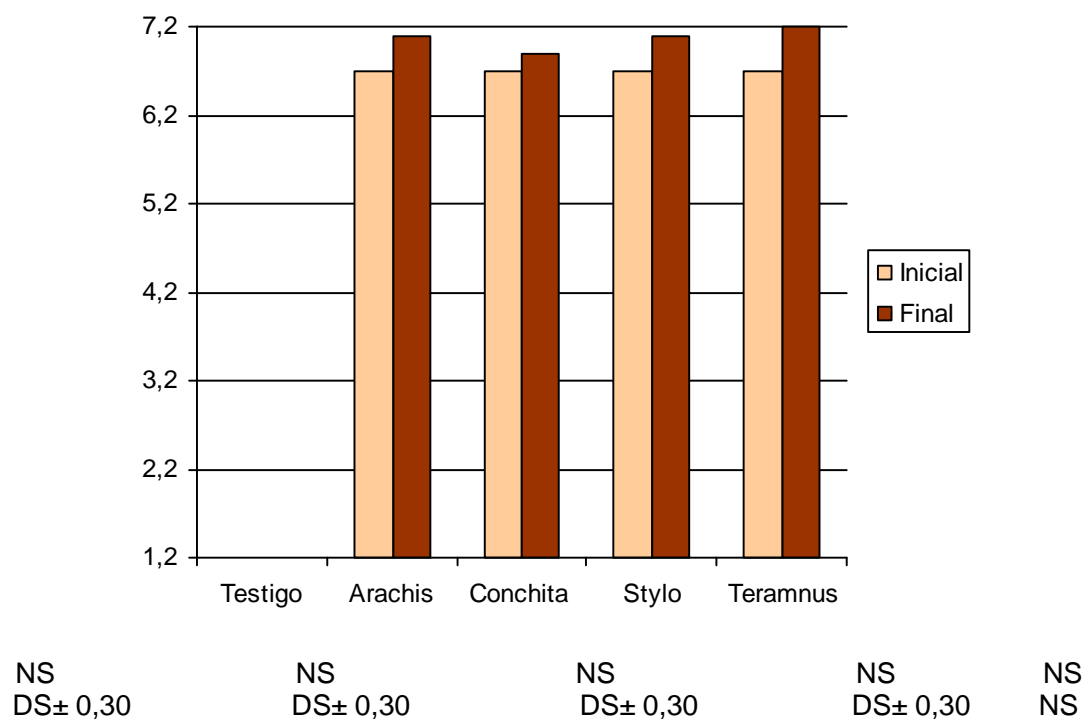


Fig. 4b. Influencia de las coberturas sobre el pH del suelo Alítico de Morón.

Otro tanto sucedió en el suelo Ferralítico de Ceiba, donde disminuyeron los contenidos de N y P, aunque aumentó ligeramente el K, tal vez debido a una alta dosis de este último elemento recibida poco antes de iniciarse la conversión a orgánico. No se encontraron reportes en la literatura al respecto, en condiciones tropicales.

Fauna edáfica

En relación con la biota del suelo Ferralítico Rojo de Ceiba, se puede afirmar lo siguiente:

En la mesofauna se observó un incremento en el número de taxones presentes, así como en los valores de densidad en ambos estratos y los mayores valores corresponden al de 0-5 cm. Donde se introdujo la leguminosa *Clitoria ternatea*, se apreció una mayor densidad y riqueza de especies descomponedoras de la materia orgánica (Orobátidos, Isópodos y Colémbolos). Ellos intervienen en su descomposición, homogenización y distribución y constituyen indicadores de la salud edáfica (Martínez *et al.*, 1983).

En la macrofauna se encontraron un total de 10 grupos y los taxones más importantes fueron *Mollusca*, *Megadrili* (lombrices de tierra), *Diplópoda* (milpiés) e *Isópoda* (cochinillas), algunos de los cuales intervienen en la descomposición, homogenización y distribución de la materia orgánica, así como en el mejoramiento de la estructura del suelo.

En la microbiota total (heterótrofos totales), se observaron valores por debajo de $0,5 \times 10^6$ en las áreas donde no se introdujo la leguminosa, pero ascendió a $7,0 \times 10^6$ con la presencia de *C. ternatea* (14 veces superior). No obstante, los valores anteriores están acorde con los índices para parcelas de cultivo.

En general, con la introducción de la leguminosa en el agroecosistema se encontró mayor actividad en la meso y macrofauna, principalmente en los primeros estratos, con buena representación de *Orobátidos* y *Colémbolos*. Hubo mayor representatividad en los grupos *Megadrili*, *Diplópoda*, *Mollusca* y *Blattidae*, algunos de los cuales también intervienen en la descomposición, homogenización y distribución de la materia orgánica, lo que indica una mejor salud del sistema edáfico, por lo que estas condiciones son favorables para el establecimiento de meso y macrofauna. La microbiología del suelo se encuentra en proceso de recuperación, indicada por el incremento de los microorganismos solubilizadores de fósforo y los fijadores de nitrógeno.

El mejoramiento de la actividad biológica del suelo en este estudio está en consonancia con lo descrito por Mäder *et al.* (1997) respecto a la abundancia de la fauna edáfica. Todo ello fue reiterado por FiBL (2000) al referirse a la riqueza de especies que se logra a través de un manejo del suelo sin disturbios. Como demostración del mejoramiento de la actividad biológica del suelo, en tránsito hacia la producción ecológica, se apreció un aumento de la fauna edáfica en el área experimental de la presente investigación (Del Vallín *et al.*, 2003).

Todos estos resultados son **preliminares**, ya que fueron tomados hasta el segundo año de reconversión a orgánicas, de plantaciones citrícolas en producción y con 20 ó más años de edad.

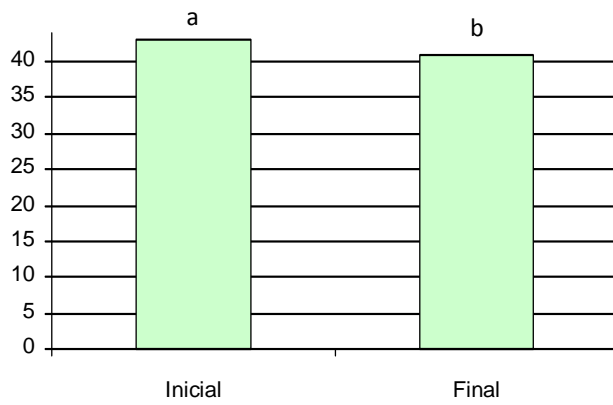
En el agroecosistema de Morón el rendimiento por árbol aparece en la figura 6. Se evidencia que las leguminosas *Stylosanthes guianensis* (introducido) y *Desmodium* sp. (naturalizado) favorecieron más los rendimientos por árbol de toronjas, que resultó significativamente superior al resto de los tratamientos. Stylo proveyó una superior cobertura, debido a su hábito de crecimiento erecto-decumbente, lo que debió asegurar mayor retención de la humedad del suelo, que parece haber redundado en una mejoría de las condiciones nutricionales y ambientales del cultivo cítrico. En el caso de desmodio, se trata de una especie naturalizada, con mayor tiempo de permanencia en el agroecosistema, lo que parece haber favorecido el rendimiento de frutas cítricas.

Se produjeron, en la cosecha 2001-2002 un total de 490 t de jugo simple orgánico de toronja, con un contenido de 49.6 mg de Vit. C/100 ml de jugo; un ratio de 9,12 y la acidez fue de 1,16%.

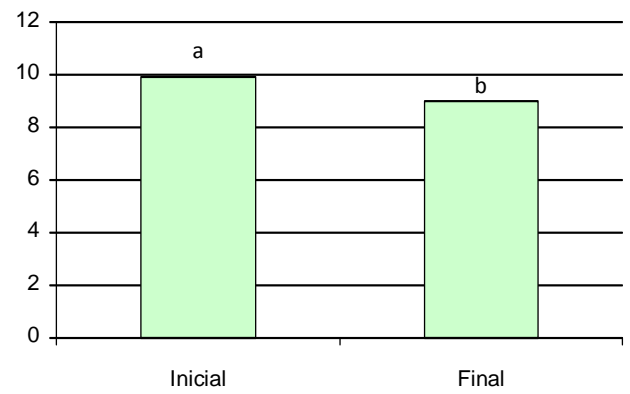
Estos resultados sugieren la utilización de las coberturas en sustitución de los herbicidas para la producción de cítricos en condiciones tropicales. Así, Gallo y Rodrigues (1960) demostraron la importancia de las leguminosas para aumentar la productividad de la naranja Hamlin: cuando estableció cobertura viva con *Mucuna*, incrementó el rendimiento de naranja (40,7 a 60,9 t/ha, respecto a donde se emplearon herbicidas.

En general, los índices de calidad de las frutas mejoraron con la introducción de las leguminosas los sólidos solubles totales pasaron de 9,4 a 10,49% y el porcentaje de jugo de las toronjas subió de 46 a 50 (fig. 5).

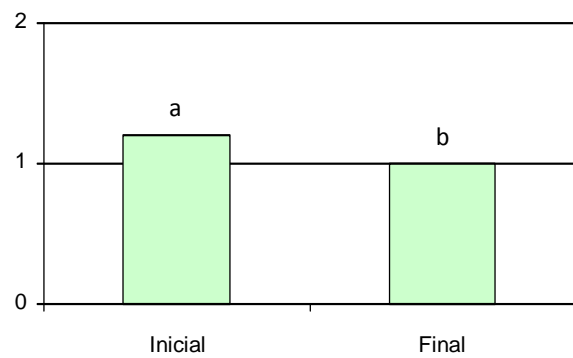
En Ceiba (fig. 6), los índices de calidad mejoraron o se mantuvieron para todos los indicadores con la introducción de las leguminosas: la acidez disminuyó en 0,4 unidades y el ratio (índice de madurez) subió de 12 a 15; el peso promedio ascendió de 169 a 236 g por fruta. Los porcentajes de sólidos solubles totales del jugo (12%) y de jugo por fruta (50%) se mantuvieron prácticamente iguales.



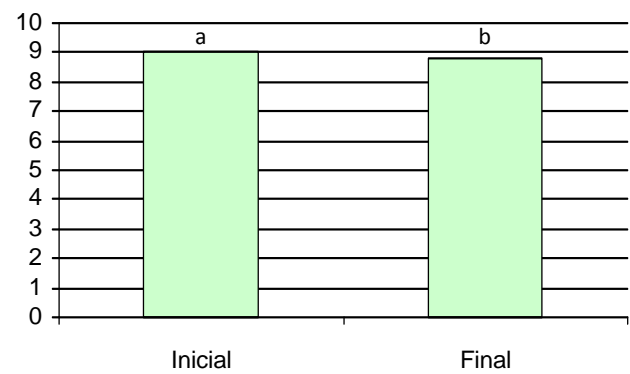
$p < 0,001$ DS \pm 1,02



$p < 0,001$ DS \pm 0,99



$p < 0,001$ DS \pm 2,30



$p < 0,001$ DS \pm 0,67

Fig. 5. Calidad de las frutas del agroecosistema de Morón, Ciego de Ávila.

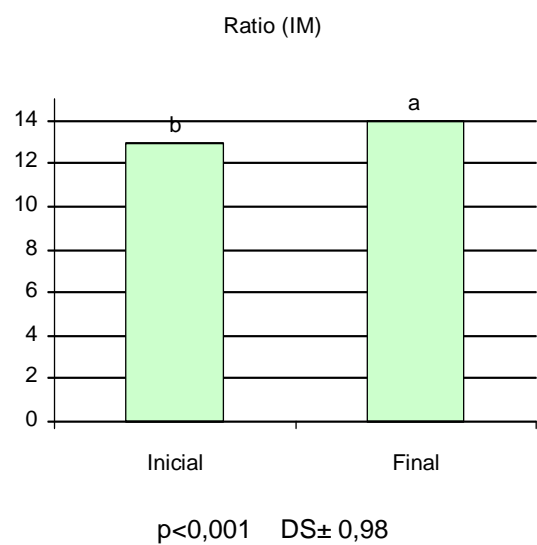
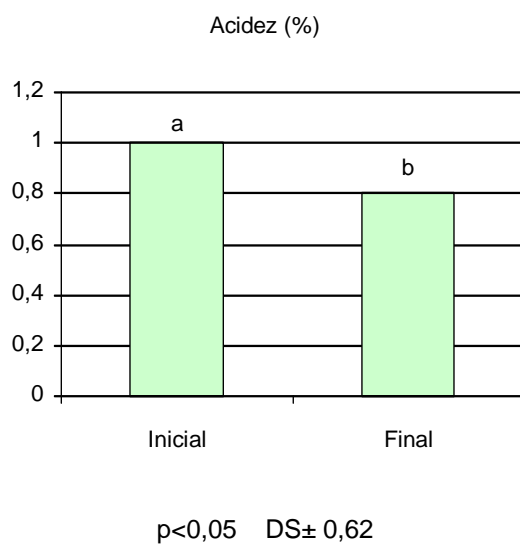
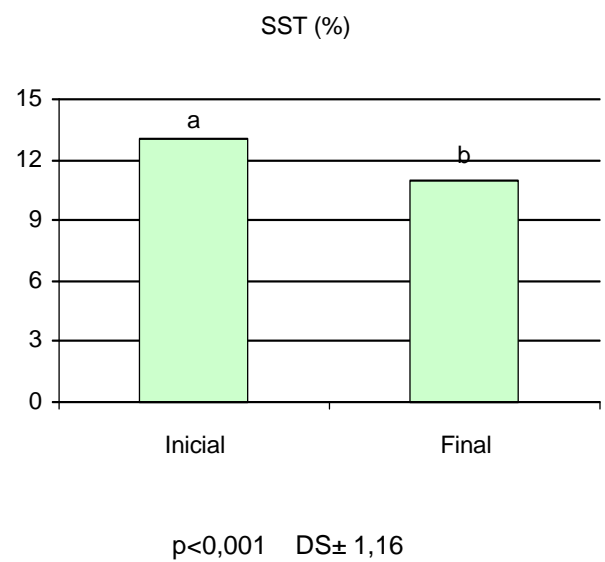
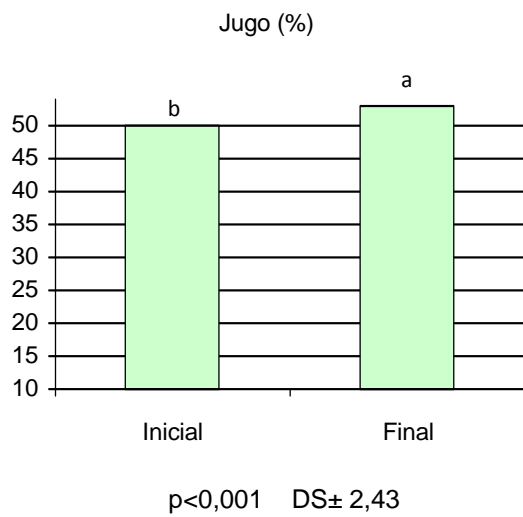


Fig. 6. Calidad de las frutas del agroecosistema de Ceiba, La Habana.

Consideraciones económicas

Se tomaron en cuenta los gastos incurridos y las ganancias por los conceptos de:

- Preparación mecanizada del suelo
- Siembra y tape manuales
- Costos de semillas e inoculantes
- Labores manuales durante el establecimiento (escardes, desenredado de las leguminosas en los cítricos)
- Ahorros por la **no-aplicación** de agrotóxicos (costos de abonos minerales, herbicidas y plaguicidas + maquinaria + mano de obra)
- Ahorros por reducir las chapeas mecanizadas de 10-12 a l (siega) ó ninguna en el año

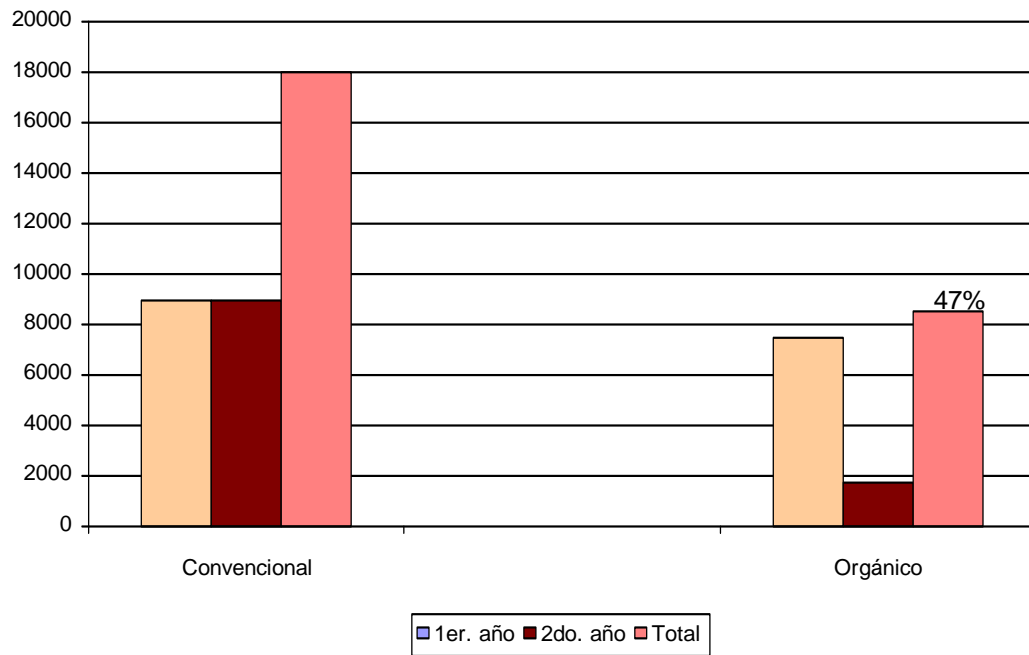
Evaluación econométrica de una plantación de cítricos en producción hasta el primer año de introducida la tecnología orgánica (para 1 ha de frutales).

Indicador	Sistema convencional			Sistema orgánico	
	USD	MN		USD	MN
Preparación del suelo	-	-	-	41.10	18.24
Siembra de las leguminosas	-	-	-	48.75	22.50
Establecimiento de las leguminosas	-	-	-	89.85	1 262.50
Aplicar abono orgánico (humus o compost)	-	-	-	13.08	123.84
Aplicar azotobácter + fosforina	-	-	-	42.00	10.00
Chapeas mecanizadas en las calles	217.92	92.16		-	-
Aplicaciones de fertilizantes químicos	100.00	10.00		-	-
Aplicaciones de herbicidas manual	24.03	589.68		-	-
Total	341.95	691.84		234.78	1 437.08

Convirtiendo todos los gastos a MN, con el valor de cambio actual (1 USD = 25 MN)

A partir del 2do. año, el Sistema Orgánico sólo necesita mantenimiento, en especial para las coberturas ya establecidas.

Sistema convencional	Sistema Orgánico	Observaciones
\$ 9 240.59	\$ 7 287.08	Durante el 1er. año de conversión
\$9 217.00	\$ 1 509.00	Durante el 2do. año
\$ 18 457.00	\$ 8 796.00 (47%)	TOTAL



Comparación de los sistemas de producción convencional y orgánico durante los dos primeros años de conversión (para 1 ha de frutales)

CONCLUSIONES

- Se puede alcanzar una cobertura total del área, en las plantaciones cítricas, a los 10 meses de sembradas las leguminosas *Arachis pintoi*, *Clitoria ternatea*, *Stylosanthes guianensis* y *Teramnus labialis*.
- No obstante el poco tiempo de evaluación, se aprecia un mejoramiento en los indicadores de la fertilidad y de la biota del suelo, lo que asegura una recuperación acelerada del agroecosistema, después de haber sido sometido a altas dosis de agrotóxicos durante varios años.
- Con la introducción de las leguminosas, mejoraron también los indicadores de calidad de las frutas durante el proceso de conversión a orgánicas.
- Es posible producir frutas cítricas orgánicas, a partir de la reconversión de plantaciones con producción convencional, en un período de 2-3 años, con beneficios económicos (medibles en el corto plazo) y ecológicos (no fácilmente medibles), pero apreciables en el mediano y largo plazos.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere la utilización de las coberturas vivas con leguminosas en sustitución de los herbicidas para la producción de cítricos en condiciones tropicales.
- Para obtener un más rápido establecimiento de las leguminosas de cobertura, debe disponerse de riego durante el período seco del año.
- Deben protegerse y ayudarse a multiplicar las leguminosas naturalizadas *Desmodium* sp. y *Alysicarpus vaginalis*, entre otras con posibilidades cobertoras, que aparecen espontáneamente cuando se suspenden las aplicaciones de herbicidas.
- Continuar aplicando esta tecnología como alternativa económica y viable a las tecnologías intensivistas, o como opción ante las limitaciones de recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, R. G., & Juan, N. C. S. 1980. Replacement of 'cogon' (*Imperata cylindrica* (L.) Beau) vegetation under coconut with leguminous cover crops In: Annual Report 1980, Agricultural Research Branch, Philippine Coconut Authority: 75.
- Aibar, J., Delgado, I., Gómez-Aparisi J. & Zaragosa, C. 1990. Preliminary results from the planting of ground cover crops in a peach orchard: 189. In: Actas de la Reunión de la Sociedad Española de Malherbología.
- Anderson, S. Ferraes, N. Gundel, S. Keane, B. & Pound, B (Eds.). 1997. Cultivos de cobertura componentes de sistemas integrados. Taller Regional Latinoamericano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México
- Argel, P. y Villarreal, M. 2003. Maní forrajero perenne cv. Porvenir (*Arachis pintoï* Krap. y Greg. nom. nud.) CIAT 18744.
- Asiedu, F.H.K. & Karikari, S.K. 1985 Energy and protein content and intake by stall-fed lambs of pure and mixed swards of *Centrosema pubescens* Benth, *Pueraria phaseoloides* Benth, and *Brachiaria mutica* Stapf under a mango plantation. Journal of Agricultural Science, 104 (1): 47.
- Botero, J.Q. 2000 Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono. Sistemas agroforestales pecuarios en América del Sur. Juiz de Fora. Brasil 47
- Bourgoing, R. 1990 Choice of cover crop and planting method for hybrid coconut growing on smallholdings. Oleagineux 45.1: 23.
- Briceno, P. 1996. Maní forrajero perenne (*Arachis pintoï*) como alternativa sostenible en el manejo integrado de malezas en vid. Facultad de Agronomía. Santafé de Bogotá (Colombia): 117.
- Brown, D., Chavalimu, E., Salim, M. & Fitzhugh, H. 1988. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. Small Ruminant Research 1: 59
- Buckles, D. y Barreto, H.J. 1996. Intensificación de sistemas de agricultura tropical mediante leguminosas de cobertura: un marco conceptual. CIMMYT. México, D F (México) 13.
- Burkhill, I.H. 1968 -A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsular. Kuala Lumpur, Malaysia: Governments of Malaysia and Singapore
- Capra, F. 1996. LA tela de vida. Sao Paulo, Cultrix: 46
- Cárdenas, G. 1997. Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes agroecosistemas. Tesis de pregrado en Biología. Universidad del Valle
- CIAT/NRI 1997. Informe de actividades del Proyecto "Investigación adaptativa en Ichilo-Sara": Gestión Agrícola 1996/7. CIAT, Casilla 247, Santa Cruz, Bolivia

- Cintra, F.L.D. & Borges, A.L. 1988. Use of a legume and a mulch in banana production systems. *Fruits* 43(4): 211.
- Crespo, G. 2003. Avances en el conocimiento del reciclaje de los nutrientes en los sistemas silvopastoriles. Curso Internacional Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente. Módulo III:
- Chan, F & Hutaurok, C. 1982. Establishment of legume ground covers in oil-palm plantations *Pedoman Teknis, Pusat Penelitian Marihat*, 18: 5.
- Chapman, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. *The Citrus Industry*. Berkeley, Univ. California. Vol. 2: 127
- Da Veiga, J. *et al.* 2001. Sistemas silvopastoris na Amazônia Oriental. En: *Sistemas agroforestais pecuarios, opções de sustentabilidades para áreas tropicais e subtropicais*. EMBRAPA, Brasil: 41
- De la Cruz, R. 1992. Las coberturas vivas como ayuda en el manejo de malezas. (Cover crops as a help in weed management). Programa y resúmenes. In 4th Congress International MIP: 89.
- De la Cruz, R. *et al.* 1994. Manejo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W D. Clayton) en el cultivo de maíz y el período de barbecho con leguminosas de cobertura. CATIE. Manejo Integrado de Plagas. No. 31: 29
- Del Vallín, Gladys; Clavel, N.; Borges, Mirta; García, María J; Socarrás, Ana; Mompié, B; Correa, A. y Hernández, J. 2003. Evaluación de algunos indicadores de la fertilidad de los suelos y de la calidad de la naranja Valencia durante el período de reconversión. *Memorias II Conferencia Internacional sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad*. Facultad de Ciencias agropecuarias. UCLV: 55
- Den Hertog, Gijs. 2003. Entrenamiento a productores para el desarrollo agrícola sostenible. Curso Internacional Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente. Módulo II 109.
- Erwiyono, R. & Soekodamodjo, S. 1989 Physical properties of latosols under *Calopogonium caeruleum* which affects the development of rubber plants Menara Perkebunan 57(3): 79.
- Etter, A. 1990. El Guaviare: efectos de la colonización ganadera en un área de bosque tropical amazónico. En *Colombia, ciencia y tecnología*. Vol. 8, o. 2. Abril-junio. Colciencias. Bogotá: 11
- FAO. 1994. Tropical Soybean: improvement and production. *FAO Plant Production and Protection Series* No. 27.
- Ferrer, J. y Comerna, J.A. 1993. Riesgo de erosión y alternativas conservacionistas en los usos de la tierra presentes en las mesas orientales. 12. Congreso Venezolano sobre la Ciencia del Suelo. Programa y resúmenes de trabajos: 125
- FiBL dossier. 2000. Organic Farming enhances soil fertility and biodiversity. Nr. 1. August: 15.
- Fontes, Dayamí. 1998. Comportamiento agronómico de leguminosas nativas colectadas en áreas de frutales con potencialidades forrajeras para sistemas silvopastoriles. En *Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería"*: 213

- Fontes, Dayamí. 1999. Estudio de la diversidad de leguminosas nativas y/o naturalizadas en áreas de cítricos. Tesis en opción al título de MSc. EEPF "Indio Hatuey". Universidad de Matanzas.
- Flores, J.C; Echavarría, S; Quintana, G. y Jiménez, J.A. 1998. Producción forrajera y contenido de nutrientes en leguminosas nativas de la sierra de Chihuahua. Memorias 34 Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, México: 40
- Funes, F; Yáñez, S. y Zambrana, Teresita. 1998. Semillas de pastos y forrajes tropicales: métodos prácticos para su producción sostenible. La Habana, ACPA: 53.
- Funes, F. 2003. Pastos y forrajes tropicales, ganadería sostenible y medio ambiente. Curso Internacional Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente. Módulo V: 104
- Gallo, J.R. & Rodríguez, O. 1960. *Bragantia*, v. 19, n. 23: 345.
- Garrity, D.P. & Flinn, J.C. 1988. Yield Stability and Modern Rice Technology. IRRI Research Paper Series 122. Manila, Philippines.
- Gliessman, S. 2000. Agroecología-procesos ecológicos en agricultura sustentable. Porto Alegre. Editora de la UFRGS: 64
- Gómez, O.P; Carmona, Dora; Echevarría, Hernán y Rosso, Olga R. 2003. Agricultura Orgánica y Medio Ambiente. Curso Internacional Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente. Módulo III: 63.
- Gundel, S. 1998. "Participatory innovation development and diffusion" Vol. 21, *Kommunikation und Beratung - Sozialwissenschaftliche Schriften zur Landnutzung und Landlichen Entwicklung*, Margraf Verlag, Germany.
- Guritno, B., Sitompul, S.M. & Heide, J. van der. 1992 Reclamation of alang-alang using cover crops on an ultisol in Lampung. *Agrivita* 1991. 15(1): 87.
- Guzmán, M.R. and Allo, A. V. 1975. Pasture production under coconut palms. ASPACIFFTC, Taipei, Taiwan.
- Halls, L.K. 1970. Growing deer food amidst southern timber. *J. of Range Management*. 23: 213
- Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Hernández, J. 1980. Efecto del fósforo, el potasio y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento, la calidad del fruto y el contenido foliar del naranjo Valencia. En: *Cultivos Tropicales*. 1(1): 23
- Holmann, F. 2001. Beneficios potenciales de nuevo germoplasma forrajero en fincas con ecosistemas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua. En: *Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras*: 75.
- Humphreys, L.R. 1981. Environmental adaptation of tropical pasture plants. McMillan, London

- Jayasinghe, C.K. 1991. The role of leguminous cover crops in soil improvement with special reference to the nitrogen economy of tropical rubber soils. Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka 28: 23.
- 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
- Juan, N.C.S. & Abad, R.G. 1980. Weed management in coconut. In Annual Report 1980 Agricultural Research Branch, Philippines Coconut Authority 157.
- Karlen, D.L., Carvel, G.E., Bullock, D.G. & Cruse, R.M. 1994. Crop rotations for the 21st century. Advances in Agronomy, 53: 1.
- Kellman, A. & Cook, R.J. 1977. Plant pathology in the People's Republic of China. Annual Review of Phytopathology, V. 15: 409
- Kiff, E., Pound, B. & Holdsworth, R. 1996 Cover Crops: A review and database for field users. Chatham, UK Natural Resources Institute.
- Kitamura, M.C. & Miranda, C.H.B. 1989 Evaluation of soil cover with leguminous crops in rubber in the State of Mato Grosso do Sul Pesquisa em Andamto-EMPAER 35 7.
- Kothandaraman, R, Matthew, J. Krishnakumar, A.K., Joseph, K. & Sethuraj, M.R 1989. Comparative efficiency of *Mucuna bracteata* D.C. and *Pueraria phaseoloides* Benth. on soil nutrient enrichment, microbial population and growth of Hevea. Indian Journal of Animal Sciences. 55(12): 1109.
- Krishna, N., Prasad, J.R & Prasad, D.A. 1985. Effect of stage of maturity on chemical composition and nutritive value of sunnhemp (*Crotalaria juncea* Linn.) forage. Indian Journal of Animal Sciences. 55(12): 11 09.
- Lemon, R.G., Hons. F.M. & Saladino, V.A. 1990. Tillage and clover cover crop effects on grain sorghum yield and nitrogen uptake. Journal of Soil and Water Conservation. 45(3): 52.
- Liyanage, L.V.K., Jayasundara, H.P.S., & Gunasekara, T.G.L.G. 1988. Potential uses of nitrogen fixing trees on small coconut plantations in Sri Lanka. In: Multipurpose Tree Species for Small-Farm Use. Proceedings of an International Workshop in Pattaya, Thailand.
- Lobo, M. y Acuña, V. 2001. Producción de leche de vacas de doble propósito en pasturas de *B. brizantha* sola y asociada con *A pinto* en el trópico sub húmedo de Costa Rica. En: Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras: 31.
- Ludlow, M.M. 1978. Las relaciones de los pastos con la luz. En: Relaciones de las plantas en pastizales. Ed. Wilson, J.R. CSIRO, Australia.
- Ludlow, M.M. 1980. Stress physiology of tropical pasture plants. Tropical Grasslands 14(3): 136
- Lumbantobing, T. & Endang, S. 1984. The use of pre-emergence herbicides for legume cover crop establishment in oil palm plantations. Bulletin, Pusat Penelitian Marihat, 4(3) 52.

- Mäder, P.; Pflüger; Fliessbach, A; van Lützow, M. and Munch, J. 1997. Soil ecology. The impact of organic and conventional agriculture on soil biota and its significance for soil fertility. Proceedings of meeting in organic Agriculture in European Community 25.
- Margulis, L. and Sagan, D. 1996. Microcosmos, Summit, New York
- Martínez-Palacios, C.A., Cruz, R.G., Novoa, M.O.A. & Chávez-Martínez, C. 1988. The use of Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) meal as a partial substitute for fishmeal in the diet of Tilapia. Aquaculture, 68(2): 165.
- Martínez, A. y Chan, I. 1993. Características biológicas de los principales suelos de Cuba. III. Hongos y actinomicetos. Ciencias de la agricultura. No. 15: 59
- Mass, B.L., Torres, A. M. and Ocampo, C.H. 1993. Morphological and isozyme characterization of *Arachis pintoi* Krap. Et Greg. Nom. nud. Germplasm. Euphytica. 70:43
- Maskuddin. 1988. The effects of inoculation and types of legume cover crops on the growth and yield of oil palm. Bulletin Perkebunan. 19(1, 3): 7.
- Matthew, M., Punnoose, K.T., Potty, S.N. & George, E.S. 1989. A study of the response in yield and growth of rubber grown in association with legume and natural ground cover during the immature phase. Journal of Plantation Crops. (Proceedings of the Seventh Symposium on Plantation Crops, Coonoor, India. 16-19 October 1986.) 16 (supplement): 433.
- Mc Farlane, J.S. and Stevens, B.A. 1972. Efecto de la sombra natural y aspersión acuosa sobre la productividad de la vaca lechera en los trópicos. Trop. Anim. Hlth. Prod. 4: 249
- Montenegro, J. & Albarca, S. 2001. Balance of emissions with green house effect in silvopastoral systems of three life zones of Costa Rica. Internat. Symposium on Silvopastoral System. 2nd Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America: 107.
- Murgueitio, E. & Calle, Zoraida. 2003 Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Curso Internacional "Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente". Módulo V. 41
- Nair, P.K.R. 1983 Agroforestería con cocoteros y otros cultivos tropicales. En Agroforestería e investigaciones en plantas (Ed. P.A. Huxley). ICRAF, Nairobi, Kenya: 617
- Nazir, M., Khan, A.D. & Shah, F.H. 1986. Berseem (*Trifolium alexandrinum*) protein concentrate in broiler rations. Plant Foods for Human Nutrition. 36(3): 185.
- Neves, E.M. 2000. Economía de produção citrícola e efeitos alocativos. Preços agrícolas, Piracicaba: 9
- Nitragin Company. Leguminosas, inoculación y fijación de N: análisis y explicación. Wisconsin
- Nodari, R.O. et al. 2001 Pastures species diversity in the gout of Brazil. I Foro Iberoamericano de Pastos. Alicante, España 451.
- Ohler, J.G. 1984. El cocotero, árbol de vida. Estudio FAO: Producción y protección vegetal, No. 57, Roma: 446

- Oladokun, M.A.O. (no date). An assessment of cultural weed control methods in Quillou coffee. (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner var. *canephora* Haarer) plots. In: Proceedings of the Ninth Annual Conference of the Weed Science Society of Nigeria: 33
- Olivera, M.A., Martínez, C.A., Galvin, R. & Chávez, C. 1988. The use of seed of the leguminous plant *Sesbania grandiflora* as a partial replacement for fishmeal in diets for tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture*, 71(1-2): 51.
- Pezo, D. 1992. Conferencia. Curso Internacional. Desarrollo de sistemas agroforestales. CATIE. Costa Rica
- Pimentel, D. *et al.* 1992. Conserving biological diversity in agricultural and forestry systems *Bio science*. Vol. 42 No. 5
- Preston, T.R. 2003. El reciclaje como epicentro de la producción agropecuaria. Curso Internacional "Ganadería desarrollo sostenible y medio ambiente" Módulo II: 85.
- Quaggio, J.A. 1996. Análise de solo para citros: métodos e critérios para a interpretação de resultados. In: Seminário Internacional de Citros-Nutrição e Adubação: Campinas, 1996. Anais. Campinas: Fundação Cargill: 95.
- Ramos, M.L. 2003. De propiedades rurales integrales a integración de propiedades rurales. Curso Internacional "Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente". Módulo IV: 79
- Ravindran, V. 1988. Studies of *Mucuna pruriens* (L) DC as a forage alternative in tropical countries. Evaluation of productivity and forage quality, at four different growth stages. *Beitrag zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin*. 26(4)
- Renard, J.L. & Franqueville, H. de. 1991. Effectiveness of crop techniques In the integrated :control of oil palm vascular wilt. *Oleagineaux* 46(7): 255.
- Reynolds, S.G. 1983. Implementación de pastizales. Producción animal, Zanzíbar (Phase II), Tanzania, A. G: DP/URT/78/028 Tech. Rep. 1, FAO, Roma.
- Reyes, J. 1998. Evaluación de leguminosas forrajeras anuales con potencial promisorio para trópico. 34 Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Querétaro, Qro (México)::31
- Rodríguez, Idalmis *et al.* 2000. Comportamiento de la macrofauna del suelo en un sistema de ceba de toros con utilización de leucaena. En IV Taller Internacional Silvopastoril. Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Cuba 356.
- Rolando, Carlos. 1978. Leguminosas forrajeras para el trópico ecuatoriano. Boletín técnico No. 26. INIAP: 3 y 8
- Romero, F. y González, J. 200 I. Evaluación de *B. decumbens* asociada con *A. pintoi* y en monocultivo sobre la producción de leche y sus componentes. En: Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras: 3.

- Rosales, M. 2000. Versión en Español Base de datos Piensos Tropicales FAO. CD Simposio Internacional Sistemas Agroforestais Pecuários na América do Sul. Embrapa. Brasil
- Sahid, I., Tasrif, A., Sastroutomo, S.S. & Latiff, A. 1993. Allelopathic potential of legume cover crops on selected weed species Plant Protection Quarterly 8(2) 49
- Sajise, P. E. 1973 Competencia en una comunidad de pastos-cocoteros ASPACIFFTC Curso de Entrenamiento, Darao, Mindanao, Filipinas
- Salton, J. c., Hernani, L. C. & Coleho, V. de O. 1989. Systems of production and soil cover in direct sown crops. Documentos-UEP AE Domados 39: 117.
- Sikora, L. J. and Sfott, D. E. 1996. Soil organic carbon and nitrogen. In: J.W. Doran and A. Jones (eds) Methods for assessing soil quality. SSSA Special Publication Number 49. Madison, W: 157.
- Santhirasegaram, K. 2000. Praderas tropicales mejoradas a base de leguminosas forrajeras. Seminario sobre el potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. Cali (Colombia).
- Sanico, R.L.F. y Lugun, L.M. 1996. Comparative effect of weeding methods on coconut growth. 25 Pest Management Council of the Philippines, Inc., College, Laguna (Philippines). Integrated pest management: learning from experience. College, Laguna (Philippines): 58.
- Sillar, D.I. 1967. Efecto de la sombra sobre el crecimiento de *S. humilis*. Qld. J. Agric. Anim. Sci.: 24
- Singh, R., Kamra, D.N., & Jakhmola, R.C. 1985. Ensiling of leguminous green forages in combination with different dry roughages and molasses. Animal Feed Science and Technology. 12(2): 133
- Sinulingga, W., Tjitrosomo, H.S.S., Pawirosoemardjo, S. & Rumawas, F. 1989. Effect of several cover crops on the intensity and viability of *Rigidoporus lignosus* on rubber trees. Buletin Perkaretan. 7 (1): 6
- Skerman, P.J. 1997. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO Plant Production and Production and Protection Series No. 2, FAO, Rome
- Stevenson, F.J. 1986. Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus sulphur and micronutrients. John Wiley & Sons, New York.
- Studdert, G.A. and Echeverría, H.E. 2000. Crop rotation and fertilization to manage soil organic carbon dynamics. Soil Sci. Soc. Am. 1. 64: 1496.
- Thomas, R.J. and Asakawa, M.M. 1993. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. Soil Biol. Biochem. 25 (10): 13 51
- Tungtrakanpoung, N. & Rhienpanish, K. 1992. The toxicity of *Mimosa invisa* Mart. var. *inhemis* Adelbert to buffaloes. Buffalo Bulletin. 11(2): 30.
- Valls, J.F.M. 1992. Origen do germoplasma de *Arachis pinto* disponível do Brasil. En: E.A Pizarro (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales - RIEPT. 1ra. Reunión Sabanas, 23 -

- 26 de noviembre de 1992, Brasilia, Brasil. Documento de Trabajo No 117. EMBRAPA, CPAC, CIAT 81.
- Valles de la Mora, B. 1996. Una revisión del potencial de la leguminosa forrajera *Arachis pintoi* como cobertera en cultivos perennes. 9, Reunión Científico-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz, (Memoria). Veracruz, Ver. (México). INIFAP: 227
- 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: 8.
- Versteeg, M.N. 1990. La Culture de Couverture de *Mucuna* (*Mucuna pruriens* var *utilis*) pour Controler l'Imperata (*Imperata cylindrica*) et pour Ameliorer la Fertilité du SoL Benin: IITA
- Watson, S.E. and Whiteman, P.C. 1981a. Animal production from naturalized and swan pastures at three stacking rates under coconuts in the Salomon Islands. J. Agric. Sci. Cam. 97: 669
- White, J.G. 1989. Effects of cereal species, legume species and nitrogen on no-till winter wheat and rye grown with perennial forage legume living mulches. Dissertation Abstracts International. 49(8).
- Whitney, A.S. y Green, R.E. 1969. Contribución de la leguminosa al rendimiento y composición de una asociación *Desmodium* sp.-pangola. Journal de Agronomía. 61(5): 741
- Yamada, T. et al. 2000. Manejo da matéria orgânica e da adubacao boratada para producao sustentável de citros hipóteses de trabalho e resultados preliminares. Simposio sobre Fisiología, nutrición, fertilización y manejo para una producción sustentable de cítricos.