

Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Alternativas para la producción de semillas
de *Centrosema pubescens* ecotipo
Villanueva en la provincia de Las Tunas

Autor: Ing Jorge Fernández Olano

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Las Tunas"

Tutores: Dr. Arístides Pérez Vargas

Dr. José Ramón Ayala Vera

Tesis en opción al título M.Sc. en Pastos y Forrajes

Las Tunas, Cuba

2006

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre y mis hermanas.

A mis hijos Marlis, Yaisandra y Jorgito.

A mi querida esposa Ángela por regalarme tanto amor y apoyo para seguir adelante.

A todos aquellos que lo han dado todo por hacer de la Patria un país de hombres libres.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz y a la Revolución por haber hecho posible que todo cubano tenga la oportunidad de estudiar.

A mis tutores Drs. Arístides Pérez Vargas y José Ramón Ayala Vera, especial agradecimiento por contribuir directamente y de forma esmerada en la elaboración de este trabajo, por guiarme en el camino del saber y enseñarme las herramientas básicas para un mejor desempeño profesional.

A la Ing. Idania Ruesga por su apoyo en el procesamiento estadístico de los datos experimentales.

Al Comité Académico de la Maestría en Pastos y Forrajes y en especial al Dr. Anesio Mesa y la Dra. Marta Hernández por incentivar mis deseos para la culminación de esta investigación.

Al Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, en especial al M.Sc. Roberto Carmelo Baños.

A todos mis compañeros de la Estación Experimental de Pastos que de una u otra forma contribuyeron en los resultados de la tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
1.1 Generalidades de la familia leguminosas.....	6
1.2 Papel que desempeñan las leguminosas herbáceas en los sistemas ganaderos.....	6
1.3 Potencial de producción y calidad de semilla.....	8
1.4 Influencia de los factores climáticos en la producción de semilla de leguminosas.....	9
1.5 Influencia de los factores edáficos en la producción de semillas de leguminosas	10
1.6 <i>Centrosema</i>	15
1.6.1 Origen, distribución y adaptación. Variedades.....	15
1.6.2 <i>Centrosema pubescens</i> (Benth)	15
1.6.3 Producción de follaje	17
1.6.4 Producción animal	18
1.6.5 Generalidades agrotécnicas	18
1.6.6 Siembra y establecimiento de <i>Centrosema pubescens</i>	21
CAPITULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1 Aspectos generales.....	22
2.2 Experimento 1	23
2.3 Experimento 2	24
CAPÍTULO 3. PARTE EXPERIMENTAL	25
3.1 Resultados	25
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36

RESUMEN

Para evaluar el rendimiento de semillas de *Centrosema pubescens* ecotipo Villanueva con el empleo de diferentes plantas usadas como tutores se desarrollaron 2 experimentos. En uno de ellos se empleo un diseño de bloque al azar con 4 réplicas para determinar el rendimiento del *Centrosema* cosechado manualmente según tipo de tutor. En el otro experimento se utilizó un diseño de parcela partida para determinar la influencia del método de cosecha y del tipo de tutor en el aprovechamiento del rendimiento de semilla de *Centrosema*. Los trabajos se desarrollaron en la provincia de Las Tunas sobre un suelo Pardo Grisáceo con poca retención de humedad, bajo contenido de materia orgánica y pH ligeramente ácido. Los tutores utilizados fueron: gandul (*Cajanus cajan* (L.) Huth), yuca (*Manihot sculenta*), maíz (*Zea mays*), girasol (*Helianthus annuus* L), kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), quimbombó (*Hibiscus sculentus*, L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)), además se utilizó el *Centrosema* puro como testigo. Los métodos de cosecha fueron: manual, semimecanizada (corte a machete y trilla con tractor) y mecanizada (corte y trilla con tractor). Las principales mediciones fueron rendimiento de semilla total y pura germinable, peso de las legumbres, porcentaje de germinación, número de legumbres/m², producción adicional o propia de los tutores y una evaluación económica. Los mayores rendimientos de semillas con la cosecha manual se lograron con los tutores que fueron menos competitivos desde el inicio (sorgo y yuca), pero en todos los casos la producción de semilla fue rentable con un *costal* peso inferior a 0,73. Con la cosecha manual el rendimiento de semilla fue mayor, mientras que las pérdidas fueron más altas en la medida que aumentó el nivel de mecanización. En sentido general el método semimecanizado y el mecanizado solo permitieron cosechar el 64% y el 28% respectivamente. Se concluye que la cosecha manual permitió un mayor aprovechamiento de la producción de semilla independientemente del tipo de tutor, mientras que este indicador fue menor con el de la mecanización por la elevación de las pérdidas en cosecha. Las mayores producciones de semilla se lograron con los tutores sorgo y yuca cosechado manualmente, pero en todos los casos la producción de semilla resultó una actividad rentable. La producción agregada permitió reducir los costos, fundamentalmente con el empleo de los tutores de ciclo corto, aunque éstos solo se pueden utilizar un año. Se recomienda utilizar el método de cosecha manual, y los tutores sorgo, yuca o gandul.

INTRODUCCIÓN

En los lineamientos del PCC (Castro, 1987) se señaló que el desarrollo ganadero en Cuba se sustentaría en la producción de pastos y forrajes de altos rendimientos y calidad, lo que reiteró en abril del 2005. Sin embargo, esos propósitos sólo pueden lograrse si se sustentan en un programa de producción de semillas coherente y eficiente, que satisfaga la demanda que exigiría la transformación de los pastizales.

La calidad de los pastizales depende en gran medida de la presencia de las leguminosas, por su riqueza en nutrimentos (Pedraza, Estévez, Estévez, Martínez, Guevara, Guevara y Parra, 2002; Jardines, 2002; ACPA, 2005). Ellas, además de mejorar el valor biológico de los pastos y forrajes como alimento, por ser altas productoras de proteínas, actúan positivamente en diversos factores relacionados con el ambiente. Entre esos factores se encuentran la fijación biológica del nitrógeno (Matías, 1993; Funes-Monzote, 2000; ACPA, 2005), el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de los suelos, el aumento poblacional y actividad de la fauna edáfica y la biodiversidad (Valenciaga y Mora, 1997; 1998), entre otros efectos.

Las leguminosas pueden integrarse en los pastizales en forma de bancos de proteínas o en asociaciones con las gramíneas o en silvopastoreos (Franco, 1998; Esparza, 2002) y como componente esencial del sistema de pedestales (Fonseca, Vásquez, Diez, Torres y Rivero, 2004; ACPA, 2005). No obstante, el éxito de una asociación solo es posible si las especies de ambas familias muestran una adecuada compatibilidad en la colonización de ese nicho ecológico que constituiría el pastizal.

Diversas especies de leguminosas herbáceas han demostrado resultados satisfactorios en los pastizales. *Centrosema*, *Desmodium*, *Teramnus* y *Alysicarpus*, son los géneros de mayor interés, tanto por su diversidad en especies como por el valor forrajero y cuyos potenciales han sido avalados por las investigaciones (Diez, 2002; Álvarez, Diez, Rivero, Martínez, Ramos, y Quintana, 2003;). Muchas de ellas han desempeñado un importante papel en la factibilidad económica de sistemas de producción de carne (Cino y Castillo, 2002).

El género *Centrosema* ha tenido un papel destacado (Gómez, Fernández, Benítez, Espinosa y Vieito, 2000), y dentro de él la especie la *pubescens* ha tenido un comportamiento muy sobresaliente en las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas, donde el ecotipo Villanueva, autóctono de la región, ha resultado promisorio (Díaz y Suárez, 1995; Monzote, Rivero y Castro, 1995; Díaz y Aguilera, 1995) por su elevado potencial de producción de semillas (Fernández y Funes, 1995; Oquendo, 2002).

Este comportamiento es importante por cuanto, según Cedeño, González y Ramírez. (2004), por ejemplo, la *Canavalia* tiene respuestas diferentes en la producción de semillas de acuerdo con las condiciones locales y este constituye un factor muy importante para la persistencia de una especie.

La principal limitante de la propagación acelerada de la mayoría de las leguminosas herbáceas tropicales está dada por la baja producción de semillas en condiciones tradicionales (Matías, 1993; Cruz, Muñoz, Ávila, Varela y Cabrera, 2002. Flores, <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fdivul.html> consultado 26 octubre 2006). Además, la producción de semillas está regida por una serie de factores biológicos, agrotécnicos y ambientales. (Febles, Ruiz y Crespo, 1993), los que se deben tener en cuenta para el establecimiento de la tecnología y los programas que se vayan a emplear. No obstante, para el crecimiento en general, el comportamiento depende de la habilidad de adaptación, porque incluso entre accesiones de una especie hay variabilidad en sus caracteres (Olivera, Machado, Ramírez y Cepero, 2005)

Centrosema pubescens, a pesar de tener un alto potencial de producción de semillas (Paretas, 1990, Rodríguez, Flores y Schultze-Kraft, 2003), tiene una alta variabilidad de la maduración de sus vainas, lo que hace compleja su cosecha, por lo que es necesario ajustar tecnologías que permitan grandes producciones de forma económicamente viables. (Navarro, Pérez y Suárez, 2004).

Uno de los factores influyentes en la elevación de la capacidad de producción de semillas de algunas leguminosas es la utilización de tutores (Matías, 1996). Los tutores artificiales generalmente se utilizan en áreas pequeñas, porque resultan muy costosos, requieren de insumos de difícil adquisición y abundante mano de obra y por lo general, son poco duraderos (Fernández y Funes, 1995). Sin embargo, una de las vías posibles para que la producción de semilla resulte menos costosa podría ser el uso de tutores vivos, fundamentalmente con plantas de porte erecto que sean compatibles con la leguminosa a explotar, las que pueden actuar como soportes, además de métodos de cosecha que se ajusten a las características de las entidades productoras, lo que constituye el objetivo de esta investigación.

ANTECEDENTES

Los ecosistemas ganaderos cubanos son muy heterogéneos debido, entre otras causas, a la variada gama de suelos, en general con baja respuesta productiva los que se dedican a esta actividad y otros factores limitantes para la producción de pastos (y otros renglones) como son bajos niveles de precipitación y elevada evaporación (Ayala, Cedeño y Más, 2005, en prensa), altas intensidades de carga, carencia de fertilizantes y la gran deforestación a que fueron sometidos.

Las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas difieren considerablemente de las de regiones occidentales en cuanto a temperaturas y precipitaciones y en la calidad de los suelos. Por lo tanto, el rigor de las limitaciones de recursos ha sido, en general, mayor en esta provincia, agravado por las condiciones desfavorables de clima y suelos (Cedeño y Ayala, 2006, en prensa)

Esta situación puede agravarse en el futuro, no sólo para esta región, sino para todo el mundo, debido a los cambios globales que está sufriendo el clima (Centella, 2001). En Cuba estos cambios se expresan por un aumento de la temperatura en cerca de 0,5°C, haciendo más cálido el clima, un aumento de los períodos de sequía a partir de 1960 (Naranjo y Centella, 2001), unido a altos índices de evaporación que han llegado a 2 300 mm anuales (Centella, 2001), valores que son mayores hacia el oriente cubano, con fuerte incidencia por parte del viento, quizás todo ello por los procesos de calentamiento. Este calentamiento se atribuye a la emisión de gases de efecto de invernadero (EGI), los que gracias a las medidas tomadas por el gobierno cubano (Curbelo, Yáñez y García, 2001) se han reducido sustancialmente las concentraciones de CO₂, NO₂, N₂O, COVOM (compuestos volátiles distintos del metano) y en menor medida el CH₄ y 802, (López, 2001).

El efecto del cambio climático, según Gutiérrez y Centella (2001), se ha manifestado en la productividad y composición de los pastizales. Así, un aumento de 2,5°C de la temperatura, unido a una disminución del 15% de las precipitaciones, ha provocado una reducción de la producción de biomasa de los pastizales de 5-15% en el período entre 1960 y 1990. Además, un aumento de la carga animal de 1 a 10 reses/ha, ha conducido a una pérdida de la materia orgánica del suelo y de la biodiversidad, con una tendencia a predominar los pastos tropicales de sendero C-4, él que no es característico de las leguminosas, las que podrían ser las más afectadas.

Esta provincia dedica más de 200 000 hectáreas a pastizales para la ganadería (Subdelegación de la Agricultura, Las Tunas, 2003), pero su baja productividad constituye una frontera para la producción de leche y carne. Ello obliga a adoptar, con adecuaciones creativas, o crear, tecnologías propias para estas situaciones y no importarlas y aplicarlas de manera irracional o mecánica.

La introducción y evaluación de leguminosas para el mejoramiento de los pastizales ha sido una tarea importante desarrollada por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de la provincia de Las Tunas. Con ello, se han obtenido resultados satisfactorios en la producción de leche y carne cuando se han empleado asociadas a gramíneas fertilizadas o no (Díaz y Suárez, 1995; Monzote, Rivero y

Castro, 1995), en bancos de proteínas o como componentes de silvopastoreo (Díaz, Suárez y Aguilera, 1995).

Los estudios de regionalización han permitido seleccionar las especies más promisorias para las condiciones de este territorio. Se ha trabajado la asociación de guinea común con leguminosas naturales de los géneros *Centrosema* y *Desmodium* con pastoreo racional (Guevara, Curbelo, Ramírez, Muñoz, Edouarzin, Pereda, Canino y Ruíz, 1995), donde el pastoreo diferido de la asociación ofreció ventajas por efecto del reposo.

Dentro del género *Centrosema* se ha destacado el *C. pubescens*, ecotipo Villanueva, cuya condición de autóctono le confiere una mayor capacidad de adaptación y habilidad de asociación con especies de otras familias por su carácter trepador.

El comportamiento de este ecotipo ha justificado el interés despertado en evaluarlo y emplearlo en los agroecosistemas ganaderos de esta provincia, con el que se han logrado incrementos notables en la producción de leche y de carne cuando se ha explotado asociado a gramíneas en diferentes zonas. El es espontáneo en los pastizales tuneros y espirituanos (Álvarez, Diez, Rivero, Martínez, Ramos y Quintana, 2003) y por lo tanto útil para la explotación ganadera de estos territorios.

Las evaluaciones realizadas en la Estación Experimental indican que *Centrosema* y *Leucaena leucocephala*, constituyen las leguminosas de mayor perspectiva (Díaz y Aguilera, 1989) para la ganadería tunera. Esto se sustenta en los resultados de Díaz y Suárez (1995) y Díaz, Suárez y Aguilera, (1995). El Villanueva también ha demostrado sus potencialidades por buena asociación con *Chloris gayana* (Monzote, Rivero y Castro, 1995) en la cual demostró estabilidad y buen rendimiento. Una de las razones de lo promisorio que resultaría la explotación de este ecotipo es su alto potencial de producción de semillas (Funes, Yáñez y Zambrana, 1998; Oquendo, 2002) que se manifiesta fundamentalmente cuando se emplean tutores. Los rendimientos de semillas con tutores artificiales, logrados por Fernández y Funes (1995) en Las Tunas en una serie de experimentos donde se compararon métodos de colocación, altura y distancias entre tutores, así como dosis de fósforo, mostraron producciones de semilla con valores que oscilaron entre 400 y 1 018 kg/ha/año. En todos los casos el uso de tutores ha influido positivamente en la elevación de los rendimientos de semillas, lo que debe constituir uno de los elementos principales en la elaboración de la tecnología de producción de esta especie.

La recolección de la semilla debe hacerse en un período relativamente corto para evitar elevadas pérdidas, fundamentalmente cuando las áreas son grandes. Esto implica la necesidad de emplear numerosa fuerza de trabajo cuando se cosecha de forma manual y se emplean tutores, principalmente artificiales. Sin embargo, la explotación con tutores artificiales con frecuencia se dificulta por la baja disponibilidad de determinados recursos, además de una inversión inicial

relativamente alta, lo que provoca la necesidad de buscar alternativas, quizás como el uso de tutores vivos y métodos de cosecha. Por lo tanto:

El **PROBLEMA** de esta investigación es:

Necesidad de elevar la producción de semillas de *Centrosema pubescens* ecotipo Villanueva en las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas.

HIPÓTESIS

El empleo de tutores vivos y métodos de cosecha eficientes ofrecen alternativas económicamente viables y sustentables para la producción de semillas de *Centrosema pubescens*, ecotipo Villanueva, en la provincia de Las Tunas.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de distintas especies de plantas usadas como tutores vivos y diferentes métodos de cosecha, como alternativas sustentables en la producción de semillas de *Centrosema pubescens* ecotipo Villanueva, en la provincia de Las Tunas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar diferentes plantas como tutores vivos y su influencia en el rendimiento de semillas de *Centrosema pubescens* ecotipo Villanueva.

Determinar la influencia de la combinación de tutores vivos y métodos de cosecha en la producción, la calidad y la pérdida de semillas de *C. pubescens* Villanueva.

Evaluar la significación económica del empleo de los tutores vivos y de los métodos de cosecha en la producción de semillas de *Centrosema pubescens* Villanueva.

CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Generalidades de la familia leguminosas

La familia Leguminosae (Fabaceae) es una de las más numerosas entre las Fanerógamas o plantas con flores. Está compuesta por 700 géneros y 14 000 especies, posee una estructura compleja en el estado floral y vegetativo, lo que la distingue de Gramineae (Poaceae) y durante la fructificación está bien diferenciada de todas las familias por ser la única que posee semillas contenidas en legumbres. También tiene como rasgo distintivo, la de poseer nódulos en sus raíces, los cuales son formados por las bacterias radicales, que conviven en simbiosis con las plantas y fijan el nitrógeno atmosférico, el que es aprovechado por éstas y se incorpora al suelo (ACPA, 2005).

Dentro de la familia se destacan plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas y la mayoría de estas últimas tienen tallos leñosos.

El número de las formas herbáceas apropiadas para pastoreo es relativamente bajo, ya que no abundan especies con un adecuado sistema radical y estolonífero que les facilite enraizar al ponerse en contacto con el suelo. Tampoco poseen abundantes yemas basales que les permitan un buen rebrote, al ser desfoliadas a baja altura. Estas características están presentes fundamentalmente en un grupo de géneros de las subfamilia Phaseoloideae (eminentemente tropical) y Vicioideae (templadas y subtropicales), según la clasificación realizada por Yepes (citado por Menéndez, 1984). Esta familia generalmente es entomófila, con flores ricas en néctar que atrae a los insectos, aunque también ocurren la anemofilia y la autofecundación.

Las leguminosas poseen, al igual que las gramíneas templadas, el sendero fotosintético C-3, una de las razones por lo que su crecimiento es mucho más lento, con una menor velocidad de acumulación de materia seca que las gramíneas tropicales que lo hacen por el sendero C-4.

1.2 Papel que desempeñan las leguminosas herbáceas en los sistemas ganaderos

Las leguminosas son muy útiles en el sector pecuario por sus propiedades alimentarias, medicinales y otros aspectos positivos en el mejoramiento del ambiente. En este sentido se destacan varios géneros, dentro de los cuales las especies *Leucaena leucocephala*, *Glyricidia sepium*, *Erythrina fusca*, *Albizia lebeck*, *Trichantera gigantea* (Gómez, Murgueitio, Molina y Molina, 1995), entre las arbóreas y *Centrosema*, *Neonotonia*, *Stylosanthes*, *Teramnus* y *Pueraria*, entre otras, son las más utilizadas en la ganadería (Pérez, Matías y González, 1995).

Los estudios realizados en nuestro país demuestran la gran importancia del uso de las leguminosas por presentar un alto valor nutritivo y altas productoras de proteínas (Castillo y García, 1984, Pedraza *et al.*, 2002, Jardines, 2002) que alcanzan valores hasta 34% (NAS, 1997). Además, tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo (Funes-Monzote, 2000), los que son aprovechados por las gramíneas asociadas y mejoran la calidad de la ración con pastos naturales

(Gómez *et al.*, 2000; Benítez, Fernández, Gómez y Espinosa, 2001; Oquendo, 2001; Pedraza, Estévez, Estévez, Martínez, Guevara, Guevara y Parra, 2002; Jardines, 2002). También mejoran las características físicas del suelo (Frianda, Martínez, y Acóstico, 1998), aunque adicionalmente se espera puedan influir en otras propiedades. Así, González, López y Ramírez (1999) consideran que la búsqueda de leguminosas forrajeras tolerantes a la salinidad, debe ser un objetivo de investigación por su importancia en el mejoramiento, recuperación y utilización de los suelos salinizados, situación que se está manifestando de manera creciente en Las Tunas (Registro de laboratorio de suelo de Las Tunas).

Las leguminosas tienen un alto valor biológico y brindan grandes beneficios al suelo debido al aporte de nitrógeno y de materia orgánica de elevado valor, así como por su contribución al mejoramiento de su estructura. Aunque existen otras plantas capaces de obtener el nitrógeno atmosférico, las leguminosas son las que pueden realizar con mayor eficiencia esta función. De ellas existen más de 1 000 especies que pueden fijar entre 100 y 500 kg/ha/año de nitrógeno. El mecanismo más estudiado es a través de las bacterias del género *Rhizobium*. Según estimados de la FAO (1984) las leguminosas fijaron más de 80 millones de toneladas de N/ha/año, mucho más eficientes que las fábricas que existían en ese momento, las que solo habían producido entre 50 y 60 millones a un alto costo energético. La presencia de leguminosas en los sistemas de producción nos brinda la posibilidad de obtener resultados económicos favorables con sistemas de bajos insumos (Cino y Castillo, 2002). La transferencia de nitrógeno procedente de la simbiosis con *Rhizobium*, desde las leguminosas hacia las gramíneas que crecen en su cercanía, puede ocurrir por dos vías según Hencell, (1970), quien opina que este mecanismo opera a través de las excreciones de los animales y la transferencia subterránea. Aclara que el ganado excreta la mayor parte del N que ingiere, aunque la distribución en el pasto es poco uniforme y además por las pérdidas que ocurren por acción del intemperismo hace a esta una vía con poca eficiencia.

La transferencia subterránea ocurre principalmente por descomposición del material vegetal. Esta vía es la principal en *C. pubescens* y *D. intortum*, según este autor. Esto hace que la presencia de leguminosas en el pastizal pueda incrementar la concentración de N en las gramíneas asociadas. (Moore, 1962, citado por Hencell, 1979; Lamela, Sánchez, López, Sánchez y Díaz, 2002) plantea que la concentración de N en los brotes del *C. plectostachyus* se elevó de 1,8 a 2,4% por efecto de su asociación con *Centrosema*, especie que aportó hasta 280 kg N/ha/año. También Gómez y col. (1995) Altieri (1997), Frianda, Martínez y Acostica (1998); plantean que la presencia de leguminosas en un pastizal contribuye de un modo importante para mantener y elevar el nivel proteico de los alimentos a consumir por los animales, las que llegan a aportar entre 100 y 200 kg de N/ha/año y mejoran las características físicas del suelo, pues una vez muertas sus raíces, dejan en el subsuelo canales que permiten la circulación del aire, el agua y nutrientes que influyen en los rendimientos.

Generalmente se acepta que las leguminosas son fundamentales para la producción de leche y carne en los ecosistemas ganaderos de bajos insumos. En Cuba se ha demostrado la posibilidad de alcanzar producciones de 8-12 l leche/vacas/días y ganancias de peso vivo de 500-700 g/días cuando se emplean leguminosas en diferentes sistemas de explotación (Cordoví y Estrada, 2001). Las leguminosas se pueden manejar puras o asociadas, como bancos de proteínas o silvopastoreos (Franco, 1998) y en explotación intensiva con grandes insumos como en los pedestales (Sánchez, Lamela, Valdés y López, 2005) y como cobertura en cultivos temporales que permiten proteger el suelo y la fertilización del suelo (Cancio y Ortega, 2001).

La asociación de las leguminosas ha tenido un creciente interés, en los productores de varias partes del mundo, por los aspectos beneficiosos que estas aportan en sistemas de producción (Diez, 2002). Sin embargo, hay muchos factores que podrían afectar su utilización, entre los que se señalan el empleo de sistemas de manejo rigurosos y esquemáticos que hacen que desaparezcan. Las multiasociaciones también han mostrado su influencia positiva en los rendimientos de biomasa (Hernández, Carballo, Reyes y Mendoza, 1999), lo que según Gómez y col. (2002) es factible para mejorar los pastizales. Chacón, Velázquez y Baró (2004) han señalado el papel positivo de las leguminosas en la recuperación de pastizales degradado. Numerosos autores (Machado y Seguí, 1997; Hernández, Soca, Simón, Aguilar y Francisco, 1998; Castillo, Rivero y Diez, 2002; Iglesias 2003; Hernández, 2000, mencionado por Iglesias, 2003), refieren elevadas ganancias de peso vivo obtenidas con el uso de las especies arbóreas y arbustivas, principalmente leucaena asociada o no con gramíneas, particularmente la guinea, especialmente likoni y con la presencia o no de leguminosas rastreras, entre ellas el Centrosema en multiasociaciones.

1.3 Potencial de producción y calidad de semilla

En Cuba, en los últimos años anteriores a los 90, la producción de semilla se basaba fundamentalmente en el uso de altos insumos, tales como fertilizantes minerales, pesticidas, sistemas de riego y la mecanización, entre otros. Se han investigado y desarrollados sistemas de producción que teniendo en cuenta los recursos locales o del entorno, maximizan las producciones y disminuyen los costos (Vieito, González, Ramírez, Guillot, Cárdenas y Arzola, 2001; Funes-Monzote, 2004).

Para llevar a cabo los programas de siembra que demanda la ganadería se necesitan elevados volúmenes de semillas pratinenses y forrajeras, que creció de modo sostenido entre los años 85 y 90 hasta alcanzar la cifra de 800 t anuales (MINAG, 1992), sufrió una marcada disminución en los años posteriores y se convirtió en una de las actividades más afectadas del sector ganadero (Funes, Yáñez y Vieito, 2000).

En el caso de bancos de semillas, se prefieren distancias entre surcos mayores que las empleadas para producir pastos o forrajes. Pérez, Matías y Reyes, (1986) consideran que las bajas densidades, así como las altas, disminuyen los rendimientos. Las muy bajas permiten la incidencia de plantas

indeseables, mientras que las muy altas aumentan la competencia intraespecífica e incrementan la masa foliar o desarrollo vegetativo, deprimiendo así el número de vainas por plantas y por lo tanto el rendimiento.

1.4 Influencia de los factores climáticos en la producción de semilla de leguminosas

Un modo de expresión del efecto del clima es a través de la época o estación, por la variabilidad de los valores de sus componentes. La época de siembra adecuada sería aquella en que se presentan las condiciones idóneas para el crecimiento desde el punto de vista climático (ACPA, 2005), pero además, limite la presencia de malezas, plagas y enfermedades.

Según Humphreys, (1979), el clima ideal para la producción de semillas es el que presenta radiación, temperatura y precipitaciones adecuadas para el desarrollo vegetativo de un cultivo determinado, fotoperíodos favorables para la inducción floral y condiciones meteorológicas secas y relativamente estables durante su maduración. La producción de semillas está ligada a las fases biológicas del vegetal, por lo que la emergencia de plántulas es probablemente el evento biológico más importante que influye en el éxito de una plantación.

El tiempo de emergencia en muchas ocasiones determina si una planta puede competir con sus plantas vecinas, si es consumida por los herbívoros, infestada por las enfermedades, si florece, se reproduce y madura adecuadamente al final de su etapa de crecimiento (Forcella, Vence, Sánchez y Ghera, 2000).

Los mecanismos que frecuentemente controlan la floración en las leguminosas tropicales son: la respuesta al fotoperiodismo y la estimulación que ocurre en la reproducción cuando se produce un factor de estrés. Aunque otros factores retardadores del crecimiento pueden tener el mismo efecto, el más común es el estrés hídrico.

En general, uno u otro mecanismo tiende a dominar. Una planta altamente fotoperiódica tiende a ser menos afectada por el factor de estrés, al contrario de lo que ocurre con las neutrales o de días cortos que son controladas por este factor.

Las plantas de días cortos suelen florecer en igual momento todos los años, a medida que se acortan los días y a detener la floración cuando estos se prolongan y comúnmente se produce una rápida transmisión del desarrollo vegetativo al reproductivo (Baños Carmelo *et al.*, 2004).

Uno de los principales factores que influyen en la floración y formación de semillas lo constituye el fotoperiodismo, quien es el que determina la época de cosecha en las especies, además de otros factores climáticos y de manejo.

Para muchas plantas la duración del día o el período nocturno deciden la ocurrencia de la floración. Las plantas que muestran respuestas cuantitativas a los días cortos son menos sincronizadas en su floración. Las plantas cuantitativas de días cortos tienen un menor potencial de producción que las cualitativas de días cortos.

Aunque la floración se acentúa en los días cortos, el principal estímulo o para provocarla son las condiciones favorables de humedad, temperatura, radiación y nutrientes.

En las regiones que tienen alta radiación solar, el potencial de producción de semilla es mayor, ya que la apertura floral es más activa bajo el sol intenso. La alta radiación es muy importante durante todo el período vegetativo, pero en especial desde la floración hasta la madurez de la semilla (Funes, Yañez y Zambrana, 1998). Por ello, según estos autores, la sombra afecta la producción de semilla por reducir la radiación incidente en el cultivo. De ahí la necesidad de seleccionar el tutor más apropiado para reducir este efecto.

Algunas de las causas que con más frecuencias originan fallas en la producción de semillas pueden considerarse: la ausencia de insectos polinizadores, el aborto de las flores y su caída en los periodos fríos y los daños causados por hongos e insectos.

Las semillas responden a determinadas condiciones de temperatura ya que presentan mecanismos enzimáticos que operan solo cuando ocurren cambios térmicos en el ambiente que las rodea (Baskin y Baskin, 1998)

En general todas las especies no responden igual a diferentes rangos de temperatura, desde el punto de vista de la inducción floral (Knaight y Bennett, 1953; Humphreys, 1979) como de la producción de semilla. No obstante, todo parece indicar que la tasa de crecimiento vegetativo de las leguminosas tropicales parece ser mayor a temperaturas diarias de 25°C y que una temperatura baja durante la época reproductiva suele ser perjudicial para la producción de semillas (Hopkinson y Reid, 1979).

Por otra parte, se ha determinado que las temperaturas elevadas, especialmente las nocturnas, acortan el período de desarrollo de las semillas, reducen el número de semillas por inflorescencia y el peso de las semillas (McWilliam, 1978).

La temperatura también tiene efecto notable en el endurecimiento de las semillas de las leguminosas durante la fase de maduración (Quinlivan, 1971).

En nuestras condiciones, la temperatura no parece ser un factor limitante en la producción de semillas. En Cuba, los promedios mensuales se mantienen por encima de 21°C, con una media anual de 25,2°C, la media del mes más frío (febrero) es de 22°C; mientras que en los meses más cálidos (julio-agosto) es de 27,6°C (Suárez y Herrera, 1979). No obstante, Las Tunas y en general las provincias orientales de Cuba, son los valores más altos. La combinación del período lluvioso con temperaturas superiores a 25°C favorece en el verano el desarrollo vegetativo de las leguminosas; mientras que con el inicio del período seco, la disminución de la temperatura y las precipitaciones se producen las condiciones necesarias para la ocurrencia de un estrés hídrico que inducen la floración y la producción de semillas.

1.5 Influencia de los factores edáficos en la producción de semillas de leguminosas

Los requerimientos nutricionales para la producción de semilla, son probablemente los mismos que para la producción de forrajes, pero algunas como la glycine requieren de alta fertilidad y otras como

los stylos se adaptan bien a suelos pobres (Humphreys y Rivero, 1986), lo que demuestra la variabilidad de respuesta (Olivera *et al.*, 2005). Este requerimiento depende de la dinámica de las propiedades físico-químicas del suelo (González, Vieito, Ramírez, Cepero y Clavel, 2001) y consecuentemente, se refleja en la producción de semillas.

Crespo *et al.* (1979) manifiestan que el nitrógeno ocupa un lugar especial, ya que puede ser absorbido de forma combinada por las raíces o como nitrógeno libre previamente fijado por las bacterias nodulares. Numerosos trabajos tratan sobre el efecto combinado del nitrógeno en la producción, tamaño y funcionamiento de los nódulos. Además, una disponibilidad inicial del nitrógeno ayuda al crecimiento de la planta, la formación de los nódulos y establecimiento de la simbiosis.

Las leguminosas son susceptibles a las modificaciones nutricionales del suelo y otros factores en relación con su producción de semilla, aunque hay que señalar que en este aspecto existen aún pocos datos relevantes en zonas tropicales (Febles, Bilbao y Navarro, 1979).

Enrique, Beléndez y Bolaño, (1999) señalan que las leguminosas forrajeras, al igual que cualquier cultivo, tienen necesidades de diversos nutrientes para alcanzar óptimas producciones, las cuales varían con la especie, tipo de suelo y condiciones climáticas. En las leguminosas, la nutrición además de afectarlas directamente, también tiene un papel importante en el *Rhizobium*.

Las acciones que favorezcan la actuación de los agentes biofertilizantes permitirán un mejor desempeño biológico de la planta. Así, investigaciones con el empleo de inoculación de *Bradyrhizobium* y micorrizas vesículo-arbusculares, han arrojado resultados alentadores en la producción de semillas de leguminosas (Ávila, Fernández y Pasarón, 2003), hallazgo probablemente útil para el territorio tunero por la pobreza de sus suelos, particularmente en P y otros elementos esenciales.

La combinación del nitrógeno y el fósforo para la producción de semillas en leguminosas ha sido estudiada por varios autores los que han encontrado un efecto aditivo. En general, existen pocos estudios modernos donde se evalúen aisladamente el efecto del nitrógeno como fertilizantes para la producción de semillas de leguminosas. Este puede usarse al inicio del desarrollo vegetativo y en bajas proporciones como elemento vinculado a la nutrición del vegetal en general (Febles, 2003; Baños, 2004) En este sentido, Febles, Padilla y Pérez (1998), indican que se deben distinguir entre los nutrientes que tienen un papel específico en la producción de semilla y aquellos que se requieren para el normal crecimiento del cultivo.

El fósforo es un elemento básico en la nutrición de los pastos y forrajes por su participación directa en una serie de procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la respiración, la fosforespiración, así como el crecimiento y desarrollo. Este es uno de los elementos más deficitarios en los suelos de las áreas tropicales, en los cuales el contenido total está influenciado por la variabilidad de la roca madre, el desarrollo de los suelos y las condiciones ecológicas.

El fósforo es asimilable por la planta en forma de ortofosfato en dependencia del pH del suelo. Sin embargo, las formas complejas de estos elementos con el Al, Fe, Ca, etc., en el suelo. Tienen importancia en la nutrición mineral.

Varios autores coinciden en señalar que el fertilizante fosfórico puede ser aplicado de una sola vez para varios años, lo cual ahorra maquinaria y mano de obra, con lo que se reduce marcadamente el costo de aplicaciones y se alarga el efecto residual, aunque se ha observado que aplicaciones anuales han tenido un efecto positivo en dependencia del tipo de suelo.

El cultivo de leguminosas durante periodos largos induce a la acidificación del suelo debido al exceso de cationes absorbido en el proceso de fijación del N con relación a los aniones, con la consiguiente disminución de los contenidos de MO, P y K (González, Vieito, Ramírez, Cepero y Clavel, 2001.)

Las aplicaciones de este elemento resulta conveniente, pues según Nichols *et al.* (1973), una mayor disponibilidad de fósforo acrecentó 35% la densidad de las inflorescencia en *Desmodium* y por lo tanto un incremento en la producción de semillas.

Pould y Martinez (1985), consideran que el fósforo constituye un nutrimento de especial importancia para las leguminosas, por las funciones que desempeña en la planta, ya que es un componente de fuente de energía para la simbiosis que se establece entre las raíces y las bacterias del género *Rhizobium* fijadora del nitrógeno atmosférico.

El fósforo es constituyente del ácido nucleico, los fosfolípidos y la fitina y actúa en la formación de semillas, además activa a las bacterias que intervienen en la fijación del nitrógeno y en el almacenamiento y transporte de energía.

Estos mismos autores plantean que el potasio aumenta el tamaño de granos y semillas, previene el acame y regula la actividad osmótica y enzimática, mientras que el azufre activa la formación de nódulos en las raíces, promueve el desarrollo radical y estimula la producción de semillas. El molibdeno es esencial para la fijación de nitrógeno, interviene activamente en la reducción de nitratos y por lo tanto, en la formación de proteínas.

En cambio el zinc actúa en los sistemas enzimáticos de la respiración, es importante en la síntesis de proteínas y regula las fases del crecimiento, mientras que el cobre es activador de enzimas que intervienen en el proceso de respiración y crecimiento vegetal, actúa como catalizador en la formación de aminoácidos y proteínas e interviene en la fotosíntesis.

Funes *et al.* (1998) plantean que desde las labores de preparación debe evitarse métodos de aradura y labranzas que deterioren el suelo y lo expongan peligrosamente a los efectos del intemperismo y por lo tanto provoquen riesgos de erosión. Las demás labores (siembra, cultivo, orientación de los surcos, contornos, barreras vivas) y otras muchas deben desarrollarse según condiciones específicas de cada lugar, con el propósito de conservar la fertilidad del suelo.

Es importante que se reciclen a los suelos todos los residuos o subproductos orgánicos que se generen en las fincas, procesándolos en formas de compost, abono verde, humus de lombriz, mulch, arrope vivo o muerto y otras formas de materia orgánica, de modo que se restituyan los nutrientes extraídos y mejoren las condiciones físico-químicas de los suelos.

La escasez de recursos, unido a la necesidad de adoptar "tecnologías limpias" que no comprometan la calidad del medio ambiente, ha obligado a buscar alternativas para satisfacer la demanda de semillas de la ganadería, basadas sobretodo en el máximo aprovechamiento de los recursos locales.

La tendencia actual en la agricultura esta dirigida a buscar métodos ecológicamente sanos que contribuyan a incrementar los rendimientos mediante la obtención de semillas de calidad (Carbonell, Labrada, Quintana y Nápoles, 2001).

Se ha demostrado que el empleo de los desechos orgánicos, los abonos verdes, cultivos de cobertura y la asociación espacial y temporal de cultivos, entre otras tecnologías, contribuyen a potenciar el reciclaje de los nutrientes, mejoran la fertilidad de los suelos y hacen a los sistemas agrícolas menos dependientes de los agroquímicos (Boonman, 1993; Altieri, 1996; Funes, 2002).

La producción orgánica adquiere gran importancia en las zonas tropicales (Funes, Zambrana y Yáñez, 2001) donde la aplicación de prácticas inadecuadas de manejo de suelo han contribuido a acelerar los procesos degradativos naturales que tienen lugar en dicha región (Leyva, Hernández y Ayala, 2006). Según datos del Instituto de Suelo (2001), el 76,8% de los suelos agrícolas cubanos clasifican como poco o muy pocos productivos, de acuerdo con su aptitud para los diferentes cultivos. El estiércol vacuno, quizás el residuo sólido más abundante en los agroecosistemas ganaderas, ha sido utilizado con éxito para el mejoramiento de los suelos y el incremento de biomasa de las especies forrajeras (Crespo y Arteaga, 1984); González, Vieito, Ramírez y Cruz, 2001).

Aunque el empleo de tecnologías de bajos insumos no es muy abundante en los sistemas de producción de semillas, trabajos realizados en Cuba por Matías (1996a), Pérez, Vieito, González y Ramírez (2000) y Vieito (2001) han demostrado la posibilidad de producir semilla de especies forrajeras de buena calidad con el uso de abonos orgánicos procedentes de fuentes locales y en sistemas de rotación y asociación de cultivos con la sustitución total o parcial de fertilizantes químicos. Según Stevenson (1994) las formas orgánicas constituyen el 15 y el 89% del fósforo en el suelo.

La materia orgánica tiene una influencia directa en las propiedades físico química de los suelos, (Rivera, 1999; Leyva, Hernández y Ayala, 2006), y es capaz de retener hasta 20 veces más agua, lo que evita la desecación de los suelos (Emerson, Foster, Tisdall Weissman, 1994). Además, constituye un reservorio de la mayoría de los micronutrientes requeridos por las plantas. La materia orgánica puede suministrar suficiente cantidad de B, Cu, Fe y Zn para los cultivos desde las etapas tempranas (Warman y Cooper, 2000).

Funes y Zambrana (2000), aconsejan que deben ponerse tutores o soportes, los que pueden ser artificiales o plantas vivas. Este sistema solo es posible utilizarlo con leguminosas de hábito de crecimiento trepador o de enredadera.

El efecto beneficiosos del empleo de tutores en la producción de semillas, ha sido señalado por numerosos autores (Reyes y Rivero 2001; Ávila y Hernández, 2001). Los tutores constituyen una vía práctica para aumentar inicialmente la cantidad de semillas de germoplasmas promisorios y lograr índices de multiplicación altos y rápidos. El sistema de soportes es generalmente de postes de maderas o concreto y alambre, aunque pueden usarse soportes vivos como el maíz, la yuca, la leucaena, u otras estacas de plantas o tallos de tipos erectos (Matías, 1996)

Diversas plantas (king grass, leucaena, yuca, etc.) han sido utilizadas como tutores vivos. Estos tutores deben permitir el desarrollo vegetativo de la leguminosa, sin establecer competencia y que promuevan la producción de semilla. Tienen además las ventajas de facilitar la recolección de la semilla y ser de fácil adquisición en la propia entidad productora, así como el ahorro de insumos como alambre, postes, etc. que encarecen el proceso.

La calidad de las semillas en muchas especies cultivadas depende significativamente de su manejo durante el proceso de obtención y su posterior beneficio (Olouch y Welbaum, 1996; Jeet y Welbaum, 1996; Welbaum, 1999). Durante su obtención requiere sean satisfechas sus necesidades nutricionales, climáticas, atenciones culturales, entre otras, mientras que en el proceso de beneficio la pureza varietal, el favorecimiento del vigor germinativo y las condiciones de almacenamiento son esenciales para obtener semillas de elevada calidad.

La producción de semillas es con frecuencia dependiente del tipo de planta (Cruz, Muñoz, Ávila, Varela y Cabrera, 2002). Dentro de la especie de *Centrosema pubescens* se han destacado en nuestras condiciones los ecotipos CIAT-438 y el Villanueva. Estas tienen un alto potencial para producir semillas, sobre todo cuando se siembran con tutores, lo que asegura su desimanación rápidamente (Paretas, 1990; Oquendo, 2002).

En los estudios realizados en la Estación Experimental de Pastos de Las Tunas, con la utilización de tutores artificiales, Fernández y Diez (1990), han demostrado el alto potencial de producción de semilla de este ecotipo de *Centrosema pubescens* con el que se encontraron valores que van desde los 600 hasta 1 018 kg/ha/año.

La cosecha es una operación importante, la que se debe realizar en el momento requerido, ya que en la mayoría de las especies el tiempo en que las semillas permanecen en la planta sin dañarse, abrirse o ser afectadas por plagas es relativamente corto. Por ello, los métodos y el momento de cosecha son muy importantes y dependen de la mano de obra, la disponibilidad y tipo de maquinaria, extensión del área en explotación, cantidad y calidad de las semillas a cosechar, de las condiciones del tiempo y del empleo de tutores.

La cosecha se dificulta cuando no exista sincronización en la floración y en la maduración y un desgrane rápido de las semillas, además de influir de modo acentuado las condiciones meteorológicas. Por eso es muy importante conocer el momento en que el índice de aumento de semillas maduras de las nuevas inflorescencias llega a equilibrar las pérdidas de semillas de alta calidad de otras inflorescencias (Humphreys, 1976). En fin, deben considerarse esta serie de factores en aras de ofrecer a la planta todas las posibilidades para mostrar su potencial productivo.

1.6 *Centrosema*

1.6.1 Origen, distribución y adaptación. Variedades

El género *Centrosema* es originario de Suramérica, actualmente muy difundido en todo el trópico, en el que existen 50 ó más variedades o ecotipos (Paretas, 1990).

Este género a nivel mundial cobra gran importancia, debido a que sus especies poseen ecotipos y cultivares adaptados a diversos ecosistemas (William y Clements, 1990). Contiene alrededor de 70 especies que forman parte de la flora neotropical, 40 de ellas herbáceas (Clements, 1977), muchas de las cuales están confinadas a los trópicos húmedos. Menéndez (1974), Martínez (1996), Álvarez, *et al.* (2003), resaltan a *Centrosema* como uno de los géneros de mayor diversificación en los ecosistemas de Cuba. Entre las especies más conocidas se hallan los *Centrosema plumieri*, *virginianum*, *macrocarpum*, *brassilianum* y el *pubescens*, esta última una de las más usadas debido a su amplia capacidad adaptativa, alto valor nutritivo y rendimientos aceptables. Por otra parte en la provincia de Las Tunas *Centrosema*, *Desmodium* y *Galactea* resultaron lo géneros más abundantes de los ecosistemas ganaderos. Álvarez, Diez, Rivero, Ramos, Quintana (2004)

1.6.2 *Centrosema pubescens* (Benth)

Según Shutze-Kraff *et al.* (1997) el *Centrosema pubescens* es especialmente frecuente en la zona norte de América del Sur, América Central y en el Caribe. Es muy abundante en los suelos Pardos con Carbonatos de la zona central de Cuba (Álvarez, Martínez, Ramos, Quintana, Vega y Palmera, 2002). Por su parte, Lazier y Latwaorthy (1990), Schultz-Kroft *et al.* (1990) y Costa y Oliveira (1993) lo destacan por poseer características promisorias en diferentes regiones del trópico y subtrópico, lo que según Machado (1999) ha motivado que en la zona tropical sea objeto de investigación en los sistemas de explotación ganaderos por su alta capacidad de adaptación y su valor como alimento para el ganado.

Es una leguminosa perenne, herbácea, de crecimiento rastrero, voluble, con fuerte tendencia a trepar sobre plantas erectas u otros soportes y como cultivo puro alcanza una densa y compacta cubierta de 40 a 50 cm (Yáñez y Funes, 1989; Skerman *et al.*, 1990; Machado, 1999)

Centrosema pubescens posee muchas hojas, las que son trifoliadas, con folíolos verde oscuro, elípticos, algunos elípticos-ovalados, obtusos o poco acuminados; posee algunos tricomas con estipulas largas y resistentes.

Las flores se agrupan en racimos axilares, de color lila claro, con una banda central amarillo-verdoso y manchas violeta oscuro. Ellas son papilionadas, casi exclusivamente autopolinizadas con el estandarte retorcido, las que emite a partir de los días cortos de noviembre.

Las legumbres son planas, gruesas, de formas rectas o ligeramente torcidas, acuminadas, con una longitud de 12 a 15 cm. Cuando maduran adquieren un color pardo oscuro y pueden contener hasta 20 semillas de color pardo negruzco o moteado, las que son ligeramente oblongas o cuadradas, con las esquinas redondeadas.

Los tallos son largos y vigorosos, enraízan moderadamente en los nudos y son capaces de alcanzar 3 a 4 m de longitud (Pérez *et al.*, 1986)

Con relación a las exigencias climáticas, el *Centrosema* es muy exigente a la luz, factor muy importante ya que estimula la floración y el desarrollo. Requiere además condiciones húmedas, con temperaturas máximas de 25,6°C. (Skerman y col., 1991) pero la producción de materia seca disminuye a temperatura de 20°C y el crecimiento cesa a 12,8°C. Prefiere zonas tropicales húmedas con más de 1 750 mm, y aunque es capaz de crecer con 750 mm de precipitación y tolerar sequía, su crecimiento es lento en la época seca, pero la posesión de un sistema radical profundo (Paretas, 1990) le confiere cierta resistencia a la sequía y a soportar períodos cortos de encharcamientos, habilidad adaptativa importante (Hutton, 1979) que le permite mayor difusión. Se desarrolla además en regiones con 6 meses de secas (Hutton, 1978), aunque según Pérez y col. (1986), la reducción de la humedad provoca una gran floración, mientras que el exceso en el periodo de floración la reduce porque se estimula un gran desarrollo vegetativo y la aparición de enfermedades fungosas. El periodo seco facilita las operaciones de cosecha tales como el secado, recolección, trilla, etc.

Los límites anuales de precipitación son de 800 a 2 000 mm pero durante el período seco las precipitaciones deben ser de 300 a 400 mm. Esta especie crece bien sin fertilizantes en suelos fértiles, pero en los pobres responde a las aplicaciones de P y Mo y en algunos casos a Mg. También responde al encalado, así como al nitrógeno y en algunos casos al potasio (Machado y Alfonso, 1981).

El factor topográfico no parece ser una limitante importante, ya que Menéndez (1988) ha encontrado esta especie en suelos pardos hasta una altitud de 500 msnm.

El contenido de Ca óptimo, el crítico de P y el suficiente para no manifestar deficiencia de K, alcanzan porcentajes de 1,4-1,5; 0,16 y 1,35-1,88%, respectivamente (Andrew y Robins, 1969, mencionados por (Skerman y col., 1991). Sin embargo, con valores menores de 0,85% de K en la MS manifiesta síntomas de deficiencia.

El centrosema en suelos deficientes de Ca puede disminuir hasta el 55% de su rendimiento que se lograría cuando el suelo no carece de ese elemento.

La importancia de la disponibilidad de Mo está asociada principalmente a la nodulación. En condiciones deficitarias de este elemento, se forman nódulos de color blanco, lo que indica insuficiencia en la fijación del N y por lo tanto, reducción del suministro de este elemento y su carencia si el suelo no lo aporta a través de la materia orgánica o por otros medios.

Mesa y Hernández (1996) encontraron que el rendimiento máximo estable de masa seca en condiciones controladas se obtuvo a partir de 50 kg/ha de P y que el nivel crítico de fósforo de Centrosema fue de 0,15%.

La salinidad puede afectar el crecimiento del Centrosema. Ramírez, González y López (1999), demostraron en condiciones de laboratorio, que *C. pubescens* cv. CIAT-438 redujo su crecimiento en niveles de salinidad del suelo de 9-11 dS/m y fue más afectado que el *Stylosanthes* (13-14 dS/m), lo que indica que es más susceptible y debe tenerse en cuenta al introducirse en áreas con posibilidades de estar salinizadas.

Centrosema pubescens ecotipo Villanueva se localizó en 1988 en la provincia de Las Tunas, en la localidad de Villanueva a la que debe su nombre (Paretas, 1990). Ha sido estudiado en Las Tunas precisamente por su condición autóctona (Díaz y Aguilera, 1993), empleada en asociación con leucaena y en Granma (Gómez, Fernández, Benítez, Espinosa y Vieito, 2000) en suelos salinos.

Crece bien en una amplia gama de suelos desde los loam arenosos hasta los arcillosos. En Cuba se adaptó bien en el 70% de los suelos donde se estudió, pero sobresalió en los ferralíticos pardos grisáceos, pardos sin carbonatos, oscuros plásticos y en los no calcáreos, aunque su mejor adaptación fue en los ferralíticos pardos rojizos. El valor de pH óptimo del suelo es entre 4,9 y 5,5 (Paretas, 1990). Esta especie crece bien sin fertilizantes en suelos fértiles, pero en los pobres responde a las aplicaciones de P y Mo y en algunos casos a Mg. También responde al encalado. así como al nitrógeno y en algunos casos al potasio (Machado y Alfonso, 1981)

1.6.3 Producción de follaje

El empleo de sistemas que contemplen el uso de leguminosas, puede ser una opción importante para mejorar los indicadores productivos y reproductivos en la ganadería tunera.

En las evaluaciones realizadas en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes, se han obtenido resultados promisorios con Villanueva, un ecotipo de *Centrosema pubescens* autóctono de la región, por lo que junto con la leucaena es la mayor perspectiva para la ganadería tunera (Díaz y Aguilera, 1989).

Díaz y Suárez (1995), por su elevada producción de biomasa en banco de proteína con pasto estrella panameño sin fertilizantes y en banco de proteína leucaena-centrosema Villanueva-likoni (Díaz,

Suárez y Aguilera, 1995). Este ecotipo (Villanueva) también ha demostrado sus potencialidades por buena asociación con *Chloris gayana* (Monzote, Rivero y Castro, 1995) en la cual demostró estabilidad y buen rendimiento. Por su parte, Villanueva con guinea likoni en asociación natural con leguminosas espontáneas de los géneros *Teramnus*, *Desmodium* y *Alysicarpus*, mostraron buena persistencia en el pastizal. Gómez (1998) encontró que la asociación de mezclas de leguminosas herbáceas y guinea con leucaena tuvo un comportamiento similar a la asociación con gliricidia, pero ambas fueron mejores que la asociación con *Albizia lebbek*.

1.6.4 Producción animal

Una de las causas de los buenos resultados en la explotación animal de *Centrosema pubescens* es su resistencia ante los efectos del pastoreo y su capacidad asociativa con otras especies, sobre todo si tiene la posibilidad de trepar, Skerman *et al.* (1991). Según estos autores, las asociaciones de guinea-Centrosema con riego, han logrado ganancias de peso vivo cercanos a los 700 g y con paraná más de 700 g/animal/día. Además, también se ha encontrado que el centrosema asociado con guinea ha contribuido con más de 300 g en la época de seca y más de 200 en la de lluvias. Resultados similares ha informado Díaz y Aguilera (1993), Díaz y Suárez (1995a y b), en bancos de proteína de *C. pubescens* Villanueva con diferentes gramíneas en Las Tunas.

Elevadas producciones en peso vivo o leche han reportado numerosos autores con el uso de las especies arbóreas y arbustivas, principalmente leucaena, asociada o no con gramíneas, particularmente la guinea, especialmente likoni y con la presencia o no de leguminosas rastreras, entre ellas el centrosema en multiasociaciones (Díaz y Suárez, 1995, Machado y Seguí, 1997; Hernández, Soca, Simón, Aguilar y Francisco, 1998; Hernández, 2000; Lamela, Matías, Fung y Valdés, 2003; Iglesias, 2003). En general, las leguminosas han demostrado una superioridad de 35-50% sobre las gramíneas en la ceba de animales machos (Jones y Cooksley, 1982; Paterson, Naumar y Sauma, 1982; Castillo *et al.*, 1989), lo que indica la eficacia del empleo de esta familia en la explotación ganadera.

1.6.5 Generalidades agrotécnicas

La producción de biomasa y el valor nutritivo, son dos indicadores decisivos en la explotación comercial de cualquier especie. Ambos renglones están muy influenciados por el tipo de especie, las condiciones edafoclimáticas, agrotécnicas, el manejo y las atenciones que se empleen, la existencia de plagas y enfermedades y en fin, la satisfacción de los requerimientos necesarios para que se logre la expresión genética de su productividad y su valor biológico como alimento.

La agrotecnia a emplear en el establecimiento de las leguminosas debe tener en cuenta el comportamiento biológico de la especie, las condiciones edafoclimáticas, el sistema de explotación y

la preservación de los equilibrios naturales en particular y del ambiente en general.

Cualquier comunidad vegetal se forma y persiste de acuerdo con el tipo de relación que establezca con el medio ambiente. La integración de ella depende de relaciones compatibles que se establezcan entre las especies, en las que sus requerimientos no provoquen interferencias, no operen mecanismos antagónicos y el medio les permita su persistencia y desarrollo.

La comunidad vegetal en formación establece sus "leyes y regulaciones" para formar parte de ella. Estas regulaciones operan mediante el mecanismo biológico llamado alelopatía. Este mecanismo actúa cuando una especie introducida es susceptible a determinadas secreciones radicales o sustancias liberadas en la descomposición del material aéreo de otra. Estas sustancias pueden inhibir la germinación y, o el crecimiento de la especie invasora de ese nicho ecológico. Ayala y col. (2004) han encontrado efectos alelopáticos de diferentes especies en la germinación del sorgo y de las especies, la canavalia y del girasol en la germinación y crecimiento inicial del maíz. Hay también evidencias, aún no demostradas experimentalmente en el país, que indican posible efectos alelopáticos de la guinea y de la leucaena sobre algunas especies, a pesar de que esta última es poco competitiva con las malezas.

La diversidad vegetal en el sistema, como el que se logra con los tutores vivos, también permitirá la creación de barreras ecológicas para las plagas, como consecuencia de obstaculizar la dispersión de los agentes dañinos, el aumento de la cantidad y la diversidad de la fauna, muchos de los cuales actúan como biorreguladores del incremento de las poblaciones de insectos.

Al lograrse una mayor ocupación y cobertura, se protege al suelo de la erosión y de la pérdida de humedad, así como de la lixiviación y arrastre de los nutrientes del suelo.

La presencia de árboles, arbustos y en general plantas de amplia cobertura, favorece el entorno en la proximidad de esas plantas (Ayala, Leyva y Hernández, 2006). Así, la sombra que estas plantas puedan proyectar sobre el área en que crecen puede favorecer diversos aspectos. Uno de ellos es atenuar la fuerte irradiación solar incidente, lo que es más perjudicial si el suelo está descubierto. La irradiación solar es responsable de la elevación de la tasa de evaporación de la humedad de los suelos, lo que provoca grietas más o menos profundas que incrementan estas pérdidas. Con ello se reduce la vida en el suelo y aumentan los riesgos de erosión.

Las leguminosas, por otra parte, establecen relaciones de simbiosis con bacterias fijadoras de N, las que le aportan cantidades variables de este elemento y con ello reducen las necesidades de aplicarlo. No obstante, es necesario la selección de la cepa específica en la inoculación para una mayor eficiencia del proceso de fijación (ACPA, 2005). Esto no se contradice con las posibilidades de las gramíneas de obtenerlos también, a través de otras bacterias de vida libre como *Azotobacter*, pero cuyo proceso es distinto.

Las leguminosas, por sus exigencias en algunos nutrimentos, especialmente P y en ocasiones microelementos, principalmente los asociados a la eficiencia en la fijación simbiótica del N, requieren disponer de estos elementos, aportados a través de cualquier procedimiento o fuente. En cambio, las gramíneas, sin que estos elementos como el P, Ca, etc. dejen de ser necesarios, son mucho más exigentes en N.

Las leguminosas forrajeras son muy importantes como cultivos de cobertura, (Cursillo, 1992; Barber y Navarro, 1994; Johnson y Magariño, 1995) y como alimento animal (Pinzón y Monte Negro, 1989; García-Trujillo, 1995)

La época de siembra en general, en las especies tropicales se adaptan a los climas con estaciones de lluvias y secas bien definidos, como el de Cuba. La más apropiada para las leguminosas difiere de la de las gramíneas. Mientras estas últimas deben sembrarse principalmente en el período primavera-verano, correspondiente a la época lluviosa en Cuba, la mejor época para las leguminosas, con excepción de *Leucaena leucocephala*, es a finales del período lluvioso (Esparza, 2002). Así, diversos autores informan que el mes de septiembre es el momento óptimo para la siembra y el establecimiento de leguminosas forrajeras tropicales en suelos con excelente preparación (Ruiz, Febles, Jordán, Castillo y Funes, 1995) debido a la disminución de las malezas durante esta etapa y a una menor incidencia de plagas y enfermedades.

La presencia de las especies espontáneas, indeseables dentro del sistema de explotación, también tiene sus peculiaridades y está muy relacionada con la época del año. Estas especies son muy perjudiciales para las leguminosas, sobre todo en momentos tempranos del establecimiento, efecto que es menor en las gramíneas por su crecimiento más rápido que les permite competir con más éxito. Por ello, es necesario combinar el momento de menor posibilidad de invasión de estas especies y que éste sea satisfactorio para el crecimiento de las leguminosas.

El éxito del establecimiento de pastizales mixtos en el trópico, radica en proporcionar una amplia ventaja a las leguminosas desde la siembra (Funes y Zambrana, 2000) indican que si se quiere prescindir de labores de cultivos, deben utilizarse altas dosis de semillas y siembras en surcos para lograr una mayor y homogénea población, donde el marco de siembra es particularmente importante, unido a una buena preparación de suelo para acortar el tiempo de establecimiento.

Las plagas y enfermedades también tienen un comportamiento diferencial en algunos sentidos y depende de factores nutricionales y del estado general de la planta. Así, los altos tenores de N en la planta, la mayor parte en forma de compuestos proteicos y polipéptidos, pueden facilitar el ataque de las plagas si la planta, por determinado estrés fisiológico o nutricional, muestra dificultades para realizar la proteosíntesis o por esas mismas razones y mediante un proceso de proteólisis, los desdobla en sus unidades componentes. Según Chaboussou (Funes, 2001) esta condición ejerce un gran atractivo para los insectos, los que sólo pueden alimentarse de sustancias solubles más simples

que las proteínas. Por lo tanto, una medida agrotécnica cuidadosa debe asegurar que en su follaje no ocurran concentraciones elevadas de formas nitrogenadas simples.

La presencia de compuestos como flavonoides, lactonas, taninos, tricarpenos, etc., presentes en muchas leguminosas, principalmente arbóreas, pueden constituir una barrera contra los insectos (Ayala, 2005). Ciertamente, hay algunos géneros y especies (los sorgos, por ejemplo) que pueden contener ácido cianhídrico y este es un factor regulador de las plagas, pero son relativamente pocas las especies que lo poseen y además los programas genéticos y de selección se han encaminado a reducir su presencia.

Valenciaga y Mora (1997; 1998), señalan que la diversificación del agroecosistema con mayor variedad de plantas, aumenta la actividad de los biorreguladores y por lo tanto una menor presencia de insectos plagas, tanto para la leguminosa como para los cultivos temporales y otras especies. De ese modo el empleo de tutores dentro del sistema de producción de semillas puede contribuir a esa diversificación y favorecer el control de plagas. Probablemente la reducción de las plagas esté también relacionada con el efecto de barrera ecológica que ejerzan las especies, que no son dañadas por los insectos plagas de otras. Por otro lado, si se concuerda con que un sistema agroecológico más balanceado promueve el establecimiento de mayores y mejores equilibrios, estas condiciones mejorarían la nutrición y el metabolismo de las plantas, las que al estar más equilibradas serán más resistentes (Chaboussou, mencionado por Funes, 2001).

1.6.6 Siembra y establecimiento de *Centrosema pubescens*

Centrosema pubescens, al igual que las demás leguminosas, en muchas ocasiones presentan dificultades con su establecimiento (Sistachs y León, 1984). No obstante, en condiciones adecuadas de crecimiento, como suficiente humedad, no requiere mucho riego, aunque exige una buena preparación de suelos y el cumplimiento de las normas técnicas de siembra.

La siembra debe realizarse en los meses de agosto a octubre, con dosis de siembra de 3 a 4 kg de semillas/ha y distancias entre 80 y 100 cm y una profundidad de 2 a 3 cm, (Mentado, Hung y Camacho, 1984; Yañez; Funes, 1989). En suelos bien preparados Pedroso y Rocha (citados por Yañez y Funes 1989) aconsejan distancias de siembra de 100 cm entre surcos y 50 entre plantas, a una profundidad de 2,5 a 5 cm. Sin embargo, Harvard (1975), señala que esta planta es capaz de recubrir el suelo en 5 ó 6 meses si se siembra a 90 cm en todas direcciones, dando un tapiz de 45 cm de espesor.

CAPITULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Aspectos generales

Los trabajos se desarrollaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas, ubicada a 50 msnm, perteneciente a la red de Estaciones del Instituto de Pastos y Forrajes, en una zona de relieve ligeramente ondulado.

El suelo es Pardo grisáceo arenoso, de poca profundidad efectiva, baja capacidad de retención de humedad y bajo contenido de materia orgánica y P_2O_5 .

Las condiciones climáticas de la zona están caracterizadas por una temperatura promedio anual de 27°C, con una media de 24°C y 30°C en invierno y verano, respectivamente. Las precipitaciones medias anuales históricas son de 1 150 mm, con un rango de 900-1 000 mm en la época de lluvia y de 150-200 mm en la poca lluviosa (Juan, Diez y Vargas, 1978). Los niveles de precipitación durante el periodo experimental se ofrecen en la tabla 1.

Tabla 1. Lluvias caídas durante el año (registro en el área experimental).

Trimestre	Lluvia (mm)
Enero-marzo	18
Abril-junio	428
Julio-septiembre	257
Octubre-diciembre	98
Total	841

La preparación del suelo se realizó de forma tradicional (rotura, grada, cruce, grada y surca) de forma tal que se logró un lecho adecuado para las semillas. La surca se realizó a una distancia de 1,5 m y una profundidad de 10 cm aproximadamente. Las parcelas estaban separadas a 1,5 m; con un área de 90 m², una longitud de 15 m y un ancho de 6 m.

Siembra. La siembra se realizó en hilera con distancias de 1.5 m entre surcos y de 0.50 m entre plantas, en la segunda quincena del mes de julio, después de un aguacero, y con semillas de elevada calidad. Las de centrosema se escarificaron con agua caliente durante tres minutos e inocularon con la cepa CIAT-1670 un día antes de la siembra. Tanto las semillas de *Centrosema* como la de los tutores, se sembraron el mismo día con las siguientes normas de siembras (kg/ha):

Centrosema	15 g/parcela (34 semillas/g)	1,7
Girasol	32 g/parcela (15 semillas/g)	3,5
Kenaf	9,7 g/parcela (15 semillas/g)	1,0
Quimbombó	24 g/parcela (20 semillas/g)	2,7
Maíz	120 g/parcela (4 semillas/g)	13,3
Gandul	32 g/parcela (15 semillas/g)	3,5
Sorgo	24 g/parcela (20 semillas/g)	2,7

En el caso de la yuca, especie cuya semilla agrícola es agámica, las estacas se trocearon a una longitud de 20 cm y se colocaron horizontalmente en el fondo del surco.

En el momento de la siembra se aplicó fertilizantes en el fondo del surco, con la dosis de 15 y 45 kg/ha de P y K respectivamente.

Se realizaron dos labores de cultivo, uno en los primeros 15 días de la siembra para la eliminación de especies espontáneas y ajustar la población de las plantas tutoras germinadas y otra con bueyes para eliminar las malezas de las calles.

2.2 Experimento 1

Se empleó un diseño de bloques al azar con 4 réplicas para determinar la influencia de 7 géneros o especies de plantas como tutoras en el potencial de producción de semillas de *Centrosema pubescens*, comparada con un testigo sin tutor. Los tratamientos tutor centrosema fueron:

1. Gandul (*Cajanus cajans*)
2. Yuca (*Manihot sculenta*) cv. Señorita
3. Maíz (*Zea mays*) cv. Criollo
4. Quimbombó (*Hibiscus sculenta*) cv. Clemson
5. Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) cv. Cuba
6. Girasol (*Helianthus annuus*) cv. Clarence
7. Sorgo (*Sorghum bicolor*), cv. ISIAP dorado
8. *Centrosema pubescens* sin tutor (testigo)

Mediciones. En el momento de cosecha se determinó el número de vainas llenas y vacías, el peso de las semillas de 100 vainas, el porcentaje de germinación y el rendimiento de semilla total y pura germinable del centrosema y en el tutor la producción agrícola adicional.

El crecimiento del centrosema y los tutores se determinó a los 60 y 90 días después de la siembra, mediante un método subjetivo por apreciación visual, basado en escala de 1-5, según la cantidad de follaje que formaba la parte aérea, la sombra que proyectaba y el estado vegetativo del tutor, y el volumen vegetativo del centrosema. También se midió la talla de los tutores a los 60 y 90 días después de la siembra con una regla graduada en cm desde el nivel del suelo hasta el ápice.

La cosecha de semilla de centrosema se realizó de forma manual, cada tres días desde que comenzaron a madurar las primeras vainas, hasta que se cosecharon las últimas que maduraron. La cosecha adicional del tutor se efectuó en el momento en que éste alcanzó la madurez vegetativa.

Para hacer la evaluación económica se cuantificaron todos los gastos (anexo 1) y se tuvo en cuenta: El empleo de fuerza de trabajo a razón de un salario de 225,00 mensuales, el precio de los insumos utilizados según tarifa estatal y el valor de la semilla del centrosema (\$12.00 MN/kg) y de la producción de los tutores a precios de acopio.

2.3 Experimento 2

Se utilizó un diseño de parcela partida para evaluar la influencia de 3 métodos de cosechas y de 5 especies o géneros de tutores vivos en las pérdidas relativas de cosecha de semillas de *Centrosema pubescens* ecotipo Villanueva.

Los tratamientos fueron: 5 tutores (maíz, sorgo, quimbombó, gandul y yuca) y 3 métodos de cosecha (manual, semimecanizado y mecanizado). En el de cosecha manual se recolectó la semilla, prácticamente en su totalidad, por lo que representó el tratamiento testigo y se consideró como rendimiento potencial de semilla de centrosema en esas condiciones y de patrón para evaluar el nivel de pérdidas relativas de cosecha de los métodos de corte según el tipo de tutor. Se consideró semimecanizado la cosecha mediante corte a machetes de toda la biomasa y trilla con tractor y mecanizado cuando se empleó un tractor Yung-6 m con una segadora ZTR para el corte de toda la masa y se trilló en el propio campo con paces sobre la masa de forraje colocada sobre una manta para el trillado.

Mediciones. Se determinó la pérdida de semillas de centrosema según tipo de tutor y método de cosecha., el porcentaje de germinación, rendimiento de semilla total y pura germinable y una evaluación económica según el método de cosecha y tipo de tutor.

El parámetro de calidad de las semillas se evaluó por el porcentaje de germinación al mes de cosechada, determinado en el Laboratorio Provincial de la Empresa de Semillas de Las Tunas.

CAPÍTULO 3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Resultados

Experimento 1

Durante los primeros 60 días (tabla 1) después de la siembra la altura de los tutores maíz y girasol fue significativamente superior $P < 0,001$ al resto de los tratamientos; mientras que la yuca fue la de menor altura y gandul, kenaf, quimbombó y sorgo alcanzaron alturas intermedias, sin diferir entre ellos.

El vigor de crecimiento, fue menor en yuca y sorgo, en los primeros 60 días, comparado con las demás que fueron más vigorosas. El desarrollo del centrosema fue bueno con los tutores yuca, sorgo y sin tutores, mientras que con kenaf fue menor, con los demás tutores fue intermedio (tabla 1).

Tabla 1. Altura de los tutores y valoración visual de su vigor de su crecimiento y el del centrosema durante los primeros 60 días.

Tratamientos	Altura (cm)	Vigor de crecimiento	
		Tutor	Centrosema
Gandul +centrosema.	98 ^b	MV	R
Yuca + centrosema.	32 ^d	PV	B
Girasol+ centrosema.	118 ^a	MV	R
Centrosema puro	55 ^c	-	B
Kenaf+ centrosema.	96 ^b	MV	M
Maíz+ centrosema.	125 ^a	MV	R
Quimbombó+centrosema	72 ^b	MV	R
Sorgo+ centrosema.	87 ^b	PV	B
ES \bar{X}	5,76 **		

Vigor del tutor: MV: Muy vigoroso; PV: poco vigoroso

Desarrollo del centrosema: B: Bueno R: Regular M: Malo

En la segunda etapa (90 días) la altura del girasol fue significativamente superior ($P < 0,01$) al resto de los tratamientos y menor en yuca, los demás tuvieron valores intermedios (tabla 2). En esta etapa kenaf fue el único tutor que mantuvo un crecimiento muy vigoroso y gandul y yuca vigorosos, mientras que en los demás tutores el vigor fue muy bajo. En cambio, el centrosema se desarrolló mal en kenaf y regular en gandul y yuca, en los demás tratamientos centrosema mantuvo un buen desarrollo. La yuca y gandul fueron los únicos tutores que no terminaron el ciclo vegetativo en el mes de noviembre, al contrario del resto de los tutores que son plantas de ciclo corto.

El peso de las legumbres y el porcentaje de las llenas, así como el porcentaje de germinación, no mostraron diferencias significativas (tabla 3) entre tratamientos. En cambio, el número de legumbres llenas del centrosema (tabla 3) fue significativamente menor ($P < 0,001$) con el tutor Kenaf y el testigo sin tutor, aunque este último no difirió del girasol, que a su vez fue

estadísticamente semejante a los demás tutores que dieron el número más elevado de legumbres llenas/m², sin diferir entre sí.

Tabla 2. Altura de los tutores y valoración visual de su vigor de su crecimiento y el del centrosema durante la segunda etapa (90 días).

Tratamientos	Altura	Vigor de crecimiento	
	(cm)	Tutor	Centrosema
Gandul +centrosema	119 ^{cd^{ef}}	V	R
Yuca + centrosema	68 ^g	V	R
Girasol+ centrosema	207 ^a	PV	B
Kenaf+ centrosema	153 ^b	MV	M
Maíz+ centrosema	140 ^{ce}	PV	B
Quimbombó+ centrosema	108 ^f	PV	B
Sorgo+ centrosema	114 ^{ef}	PV	B
Centrosema puro	65 ^g	-	B
ES \bar{X}	7,32 ^{**}		

Vigor del tutor: MV: Muy vigoroso; V: vigoroso; PV: poco vigoroso; Desarrollo del centrosema: B Bueno; R Regular y M: malo

Tabla 3. Porcentajes de germinación, legumbres llenas y cantidad y peso de las leguminosas.

Tratamientos	(%) germinación	(%) Legumbres llenas	Legumbres. llenas/m ²	Peso de legumbres
Gandul +centrosema	50,00	98,00	121,00a	812
Yuca + centrosema	47,00	97,00	135,00a	877
Girasol+ centrosema	56,00	96,00	105,00ab	795
Kenaf+ centrosema	47,00	98,00	31,00c	717
Maíz+ centrosema	54,00	97,50	129,00a	760
Quimbombó+ centrosema	52,00	97,00	121,00a	792
Sorgo+ centrosema	51,00	96,50	134,00a	867
Centrosema puro	46,00	96,50	54,00bc	600
ES \bar{X}	3,788	0,84	17,63 ^{**}	101,41

El rendimiento total de semillas de centrosema (tabla 4) fue significativamente mayor ($P < 0,001$) cuando se empleó el sorgo o la yuca y menor en kenaf y el testigo, los demás valores resultaron intermedios, aunque también se destacaron quimbombó y gandul que difirieron de los demás tutores. Los rendimientos de semillas puras germinables (SPG) de centrosema fueron significativamente superior ($P < 0,001$) con los tutores sorgo, quimbombó, yucas y gandul y menores con el testigo y kenaf (tabla 4).

El rendimiento total correlacionó significativamente ($P < 0,001$) con el rendimiento de semilla pura germinable ($r = 0,96$), el número de legumbres /m² ($r = 0,94$) y significativamente ($p < 0,01$) con el peso/ legumbre ($r = 0,75$).

Todos los tutores excepto el testigo y kenaf aportaron una producción adicional que posibilitó abaratar los costos y aunque no se realizaron análisis estadísticos, las diferencias son eminentes.

Tabla 4. Rendimiento de semilla de centrosema y de la producción adicional del tutor (kg/ha).

Tratamientos	Semilla total	Semilla pura germinable	Producción adicional de los tutores
Gandul +centrosema	427 ^b	214 ^{abc}	540
Yuca + centrosema	494 ^a	234 ^{ab}	7644
Girasol+ centrosema	325 ^d	181 ^c	533
Kenaf+ centrosema	114 ^f	53 ^d	-
Maíz+ centrosema	384 ^c	207 ^{bc}	2700
Quimbombó+ centrosema	423 ^b	244 ^{ab}	5464
Sorgo+ centrosema	511 ^a	261 ^a	922
Centrosema puro	163 ^e	75 ^d	-
ES \bar{X}	7,26 ^{***}	16,12 ^{***}	

Evaluación económica 1

Con todos los tratamientos hubo ganancias en la producción de semilla (tabla 5), aunque las mayores se lograron con quimbombó y sorgo, que también ofrecieron el mayor valor en la producción adicional y total, mientras que el más elevado en la producción de la semilla del centrosema correspondió a sorgo y yuca. Kenaf y el testigo resultaron los peores en todos los indicadores económicos evaluados.

Tabla 5. Valoración económica de la producción de semillas de *Centrosema pubescens* con el uso de tutores vivos y recogida manual (cálculo para 1 ha).

Tratamientos	Valor de la producción \$			Gastos total \$	Ganancia \$
	Cent.	Adicional	Total		
Gandul +	5 124	181.00	5 305.00	1 755.88	3 550.12
Yuca + centrosema	6 081	440.00	6 521.00	1 929.29	4 591.71
Girasol + centrosema	3 903	82.27	3 985.87	1 175.10	2 810.77
Kenaf + centrosema	1 365	-	1 365.00	1 003.13	361.87
Maíz + centrosema	5 274	600.00	5 847.00	1 251.77	4 622.23
Quimbombó + centrosema	4 876	2 404.00	7 270.00	1 253.35	6 016.65
Sorgo + centrosema	6 138	787.94	6 925.00	1 251.00	5 674.90
Centrosema	1 947	-	1 947.00	1 038.91	908.09

Los menores costos de producción/peso invertido y costo/kg de semilla producida (tabla 6) correspondieron a quimbombó, sorgo y maíz y los más altos en el testigo y el kenaf. En sentido general el resto de los tratamientos alcanzaron aceptables costo/kg de semilla producida.

Tabla 6. Costos de producción por kilogramo de semilla de *Centrosema pubescens* ecotipo Villanueva con el uso tutores vivos (\$/kg de semilla).

Tratamiento	Gastos (\$)	Costal \$	Costo/kg sem.
Gandul + centrosema	1 755.88	0.33	4,11
Yuca + centrosema	1 929.29	0.31	3,9
Girasol + centrosema	1 175.10	0.29	3,6
Kenaf + centrosema	1 003.13	0.73	8,8
Maíz + centrosema	1 251.77	0.21	3,25
Quimbombó+ centrosema	1 253.35	0.17	2,96
Sorgo + centrosema	1 251.00	0.18	2,4
Centrosema	1 038.91	0.53	6,4

Discusión experimento 1

La altura y el vigor de crecimiento de los tutores se manifestaron en correspondencia con sus peculiaridades específicas determinados genéticamente, que provocaron sus diferencias. En ellos también influyó el tipo de porte de crecimiento. El hecho de que se lograran los mayores rendimientos de semilla de centrosema con los tutores sorgo y yuca parece estar relacionado con la menor competencia que ejercieron sobre el centrosema estos tutores desde la fase inicial, lo que permitió que el centrosema alcanzara un desarrollo vegetativo rápido, a diferencia de lo ocurrido con otros tutores más agresivos por su vigor de crecimiento como el kenaf donde el centrosema apenas se desarrolló. En los tutores de ciclo corto, aun cuando manifestaron buen vigor y gran altura en la primera etapa el desarrollo del centrosema, fue bueno debido a que ya en la segunda etapa estos tutores habían terminado su ciclo vegetativo y detenido el crecimiento, por lo que en lugar de interferir el desarrollo del centrosema lo favorecían por convertirse en soporte.

El número de legumbres en la fase de producción de semillas, pudo estar influenciado por el efecto del tipo y vigor de crecimiento y duración del ciclo vegetativo de los tutores en el crecimiento del centrosema. Este efecto pudo ejercerse a través de relaciones competitivas por nutrientes y la luz y reflejarse en los rendimientos de semilla. Esto es válido al tenerse en cuenta que Pérez y col. (1996) plantean que el centrosema es muy exigente a la luz en el proceso reproductivo y de producción de semillas. En la competencia por agua, puede resultar paradójico el hecho de que una mayor cobertura por parte de los tutores más frondosos, favoreciera una mayor conservación de la humedad del suelo por intersección de la radiaciones solares, pero a su vez, ese mayor follaje podría aumentar el grado de pérdida por transpiración. Dentro de esta paradoja debe considerarse el efecto de sombra de los tutores de mayor follaje. Así, según Pentón (2002) la sombra proyectada por los árboles (un tutor frondoso, por ejemplo) trae consigo importantes modificaciones en los factores ambientales y los atributos de las plantas que crecen bajo ellas (centrosema, por ejemplo). Esa sombra condiciona variaciones en la cantidad y calidad de la luz solar a partir de la radiación fotosintéticamente activa; provoca disminución de la temperatura del aire, del suelo y de las hojas de las plantas, propicia el aumento de la humedad relativa del aire y el suelo; cambia el ritmo de apertura, cierre y funcionamiento de los estomas, reduce los niveles de transpiración y aumenta el potencial hídrico y la productividad de las plantas. No obstante, el centrosema requiere de un periodo de estrés hídrico para una mayor eficiencia en la producción de semillas (Skerman, Cameron y Rivero, 1991), el que se puede alcanzar con una menor humedad del suelo provocada por un incremento en la evaporación debido al menor sombreado por parte de los tutores que van terminando su ciclo vegetativo, al tiempo que permite una mayor iluminación.

En correspondencia con lo antes señalado los mayores rendimientos de semillas total de centrosema con el uso de los tutores sorgo y yuca, pudo deberse fundamentalmente, a que estos tutores manifestaron un crecimiento menos vigoroso, más lento desde la primera etapa y menor producción de follaje que el resto de los tutores. Esta condición favoreció el desarrollo vegetativo del centrosema desde la fase inicial y con ello la capacidad de trepar por su característica voluble y aprovechar mejor las radiaciones solares. El nivel de intersección de la luz solar es un elemento esencial en la

eficiencia de la planta en la producción de semillas y otros procesos relacionados con el crecimiento y desarrollo vegetativo (Skerman, Cameron y Rivero, 1991).

La depresión de los rendimientos de semilla del centrosema con el kenaf como tutor puede atribuirse al exceso de follaje y ser además un cultivo muy extractor de nutrientes. Este menor rendimiento en el testigo (centrosoma sin tutor), puede atribuirse a varios factores. Uno de ellos es el no haber contado con un tutor para desarrollar su habilidad trepadora y así mejorar su eficiencia fotosintética en la fase reproductiva; este mismo hecho provoca un crecimiento cespitoso, cuyo el follaje pudo tener un efecto de autosombreo que limitaba la intersección de luz, agravado por la creación de condiciones para el desarrollo de enfermedades fungosas como la Rhizoctonia, cuya presencia fue observada. Además, las legumbres cercanas a la superficie del suelo reciben más calor irradiado por el suelo, lo que favorece la dehiscencia y por lo tanto las pérdidas en el tiempo de cosecha, labor que se dificulta por la ausencia de tutores pérdidas.

Los rendimientos de semillas de *C. pubescens* con los tutores quimbombó, maíz, girasol y gandul aquí evaluadas, tuvieron rendimientos similares a los publicados por Yañez y Funes (1986), los que consideran adecuados para esta especie y semejantes a los informados por Funes, Yañez y Zambrana (1998), con el empleo de tutores o sin ellos.

No hay contradicción con el hecho de que estos tutores de mejor comportamiento en la producción de semillas del centrosema, hayan sido los de mayor altura y vigor de crecimiento inicial, porque posteriormente, cuando comienza la floración del centrosema, ya estas especies estaban en fase de terminación del ciclo vegetativo y de su condición competitiva, lo que le otorgó la categoría de tutores ideales para el desarrollo de la leguminosa.

La producción de semilla pura germinable parece estar influenciada por los mismos factores que afectaron la producción total, especialmente el grado de follaje de los tutores y su efecto en la formación de semillas. Obsérvese que, en general, los mejores tratamientos en uno y otro caso tienden a mostrar una tendencia similar.

La producción adicional de la yuca y el gandul no fue mayor debido a que se cosecharon sin haber cumplido el ciclo requerido para esta especie. El kenaf no se cosechó por ser discriminado como tutor por interferir en el desarrollo y producción de semillas del centrosema. El testigo, por ser sin tutor, no aportó producciones adicionales. Estas producciones adicionales ejercieron un papel importante en los costos de la producción de semillas.

La producción de semilla de centrosema es una actividad rentable, por el valor intrínscico de ese renglón. Sin embargo, esta rentabilidad se incrementó con el empleo de tutores que favorecieron la producción de semillas y más aún cuando se considera el valor de la producción adicional de los tutores, sobre todo si el establecimiento de éstos fue por semilla botánica que requiere menor fuerza de trabajo.

La baja rentabilidad cuando se empleó el kenaf como tutor se puede atribuir a que afectó la producción de semillas de centrosema y además no tuvo producción adicional, esto último fue la causa de la menor rentabilidad del centrosema sin tutor en comparación con los demás tutores, especialmente con la del quimbombó y sorgo que fueron los de mayores valores.

Resultados experimento 2

El tipo de tutor interactuó con el método de cosecha en el rendimiento de semilla del centrosema, pero este rendimiento fue menor a medida que aumentó el grado de mecanización, independientemente del tipo de tutor empleado, aunque cuando se usó el quimbombó, estas disminuciones fueron relativamente menores (tabla 7). Sin embargo, la manual en todos los casos y para todos los tutores la producción de semillas fue mayor, respecto a la semimecanizada o mecanizada. La yuca fue el tutor que permitió una significativa mente mayor producción de semilla, independientemente del método de cosecha, pero sin diferir del sorgo cuando se utilizó la manual ni del quimbombó cuando se usó la mecanizada. Este último también resultó destacado en los demás métodos. El rendimiento con el sorgo, a pesar de su buen comportamiento en la cosecha manual, fue uno de los más bajos cuando se emplearon los otros métodos, sin diferir con los del girasol ni del maíz que tendieron a ser los peores en todos los métodos de cosecha.

Tabla 7. Rendimiento de semilla total de *C. pubescens* ecotipo Villanueva (kg/ha) según método de cosecha y tipo de tutor.

Tipo de tutor	Método de cosecha				Medias generales
	Cosecha manual	Cosecha semi-mecanizada	Cosecha mecanizado		
Yuca	507 ^a	340,5 ^d (67,1)	144,0 ^{gh} (28,4)		331
Girasol	325,7 ^d	265,2 ^{ef} (61,0)	101,5 ^k (31,0)		230
Maíz	384,2 ^c	295,1 ^{de} (76,0)	113,5 ^k (29,5)		263
Quimbombó	423,6 ^b	308,4 ^d (73,0)	169,7 ^g (40,0)		300
Sorgo	511,7 ^a	233,3 ^f (45,5)	111,6 ^k (21,6)		294
Medias	430	293 ^{***}	127 ^{***}		
Sx	7,15				

() Números entre paréntesis es % que representa con respecto al método manual

Tabla 8. Porcentajes de germinación de las semillas de centrosema.

Tipo de tutor	Método de cosecha.			Medias
	Manual	Semi mecanizada	Mecanizada	
Yuca + centrosema	41 ^{bcd}	24 ^f	48,0 ^a	37,6
Girasol + centrosema	48 ^a	45 ^{ab}	44,3 ^{ab}	45,8
Maíz + centrosema	39 ^{cd}	39 ^{cd}	39,0 ^{cd}	39,4
Quimbombó+ centrosema	45 ^{ab}	42 ^{bc}	44,2 ^{ab}	43,7
Sorgo + centrosema	36 ^e	24 ^f	42,0 ^{bc}	34,0
Promedio	41	34,8	43,5	
Esx	±1,31			

Medias con letras diferentes difieren para $P < 0,05$

ES dif/A= 1,19; ESdif/B= 0,86; ES dif/B mismo nivel de A= 1,19; ES dif/A mismo nivel de B= 1,96

Los significativamente mayores porcentajes de germinación de la semilla de centrosema (tabla 8) se lograron cuando se empleó yuca como tutor y se cosechó mecanizadamente, el girasol en cualquiera de los métodos de cosecha y el quimbombó con cosecha manual o mecanizada, aunque sin diferir de la semimecanizada ni del sorgo en la mecanizada. En cambio, los menores valores de germinación se observaron cuando se cosechó semimecanizadamente con el tutor yuca o sorgo. Los demás tutores y métodos de cosecha mostraron valores intermedios.

Valoración económica 2

Independientemente del empleo o no de tutor y del método de cosecha utilizado, los costos de producción fueron muy bajos (tabla 9), aunque con el tutor yuca y sobre todo en la cosecha mecanizada, fueron más altos y más bajos en quimbombó en todos los métodos. En general, la cosecha semimecanizada fue la más rentable.

El costo/kg de semilla mostró la misma tendencia que el de producción en el tutor yuca (tabla 10), relativamente alto en sorgo con cosechas mecanizada, mientras se redujo en la cosecha semimecanizada, principalmente con los tutores girasol, maíz y quimbombó.

Tabla 9. Costos de producción (costo/\$) y costo/kg de semilla producido.

Tipo tutor	Costo/peso producido		
	Cosecha Manual	Cosecha semi-mecanizada	Cosecha mecanizado
Yuca	0,31	0,27	0,55
Girasol	0,29	0,14	0,24
Maíz	0,21	0,14	0,22
Quimbombó	0,17	0,14	0,15
Sorgo	0,18	0,19	0,27
Costo / kg de semilla producida			
Tipo tutor	Cosecha manual	Cosecha semi-mecanizada	Cosecha mecanizada
Yuca	3,80	3,33	6,25
Girasol	3,31	1,74	2,47
Maíz	2,85	1,70	2,64
Quimbombó	2,96	1,69	1,96
Sorgo	2,44	2,35	3,23

El costo/kg de semilla fue inferior en el método semimecanizado independientemente del tipo de tutor, aunque en todos los casos la yuca resultó ser la más costosa. El sorgo, a pesar de ser el de menor costo con el método manual, lo incrementó.

Discusión experimento 2

Los mayores rendimientos alcanzados al utilizar el método manual se debió a que no SE produjeron pérdidas por desgrane, ya que la cosecha se realizó periódicamente y mientras existieron legumbres en el campo.

Las pérdidas en los métodos por corte se debieron fundamentalmente a que la maduración de las semillas de centrosema no es uniforme, pero cuando es mecanizada se espera a que haya un mayor porcentaje de semillas aptas para la cosecha, con lo que aumenta el riesgo de pérdidas por dehiscencia, fenómeno característico de esta especie, efecto que aumenta con los golpes mecánicos propios de la cosecha mecanizada.

Las menores cantidades de semillas logradas con respecto al potencial en los métodos corte se debieron al sistema de trillado utilizado, mediante pizón con tractor de goma (yung-6), el que les provoca daños mecánicos, además de aquellas cosechadas sin haber alcanzado la madurez biológica necesaria que puede afectar su viabilidad.

El efecto mecánico y la eficacia de la trilla pueden variar en dependencia de la cantidad de follaje del tutor. Los tutores sorgo y yuca en las cosechas mediante el corte, la presencia de gran cantidad y la estructura del follaje dificultaron la separación de las semillas durante la trilla, por lo que disminuyó el porcentaje de aprovechamiento potencial de semilla, además de requerir mayor tiempo de exposición al sol para el secado, pero esa propia masa foliar de algunos tutores pudo haber protegido a la semilla de los golpes mecánicos. El quimbombó a pesar de tener un rendimiento potencial medio fue la especie más estable en el porcentaje de aprovechamiento en ambos métodos con corte.

La producción potencial alcanzada en este trabajo es similar a las alcanzadas por Yañez y Funes (1989), bajo condiciones edafoclimáticas semejantes a las nuestras.

El escaso follaje del girasol y el quimbombó parecen haber favorecido la germinación de la semilla de centrosema en estos tratamientos, porque la separación y secado de la semilla fueron más rápidos. La también elevada germinación del centrosema con la yuca como tutor en la cosecha mecanizada pudo deberse a que solamente se desgranaron las semillas completamente aptas por madurez, lo que explica el menor rendimiento de semilla respecto del potencial.

El costo debido a un mayor grado de la mecanización se debió a una mayor pérdidas de semillas, como sucede con la yuca por mantener un mayor porcentaje de follaje que impide aprovechar mejor la semilla cosechada, además de un mayores gastos por concepto de trilla, siembra, aunque el método manual fue de manera absoluta el más costoso por efecto de mayor utilización de fuerza de trabajo.

La condición de rentabilidad de la producción de semillas podría ser un factor estimulante para aumentar su disponibilidad y reducir el déficit actual en las explotaciones pecuarias. Por otro lado, además de componente importante en el comportamiento de esa rentabilidad, la producción adicional

del tutor puede ser un incentivo por ser fuente de ingresos o de autoabastecimiento de alimentos con destino al consumo humano o la cría de animales.

El uso de tutores vivos, además de las ventajas señaladas, incrementan la biodiversidad con su efecto de barrera ecológica inherente protectora contra las plagas, la reducción del empleo de insumos ajenos al ambiente natural, la acción beneficiosa para el suelo por el efecto del aumento del reciclaje de nutrientes, el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas por la acción de la penetración de las raíces que favorecen el drenaje y la exportación de los nutrientes de capas más profundas del suelo y el desarrollo de la fauna edáfica.

Las opciones del empleo de métodos de cosecha y tipo de tutor amplían las posibilidades de utilización de acuerdo con las condiciones de explotación y de extensión de las entidades productoras y el destino al que se dirige la producción de semillas (introducción de nuevas especies o producción comercial).

Un factor que debe tenerse en cuenta en la conformación de esta comunidad vegetal, es la afinidad interespecífica, para evitar interferencias en el crecimiento por competencia o efectos alelopáticos. También es necesaria la selección correcta del tipo de tutor de acuerdo con la duración de su ciclo, la extensión del período de producción y el método de cosecha a emplear.

CONCLUSIONES

La producción de semillas es una actividad económica viable, que con el empleo de recursos propios es sustentable y ambientalmente compatible.

La utilización de los tutores incrementa la producción de semillas a bajos costos, que lejos de ser un elemento ajeno al ambiente, se integra a él de manera armónica y coherente en su beneficio, mediante la diversificación de la producción, mejora de la biodiversidad, puede constituir una fuente de empleo e incrementar los beneficios económicos de los productores por el valor de la semilla y el valor agregado por la producción del tutor.

La selección de los tutores y el tipo de cosecha como alternativa tecnológica a emplear debe estar regida por las características de crecimiento de las especies involucradas, los insumos y fuerza laboral con que se cuenta, así como del propósito productivo de la entidad.

RECOMENDACIONES

Emplear la cosecha manual y el tutor sorgo o yuca cuando se cuenta con la fuerza de trabajo suficiente para la cosecha de la semilla o cuando la producción se destina a propagar una especie de la que se dispone poca semilla.

Cuando la producción de semilla sea por más de un año emplear tutores de ciclos más largos como la yuca o el gandul; cuando sea ocasional, los de ciclo corto como el quimbombó por cualquier método de cosecha o el sorgo solamente en cosecha manual.

Siempre que la cosecha sea manual, emplear tutores y que éstos tengan una elevada producción agrícola para reducir los costos, pero que no afecten la producción de semilla del centrosema.

BIBLIOGRAFÍA

- ACPA Colectivo de Autores. 2005. Base alimentaria. En: Manual de tecnología agropecuaria. p. 27
- ACPA Colectivo de Autores. 2005. Sistemas intensivos de producción de forrajes. En: Manual de tecnología agropecuaria. p. 38
- ACPA Colectivo de Autores. 2005. Producción de leche. En Manual de tecnología agropecuaria. p. 73
- Álvarez, O.; Martínez. H.; Ramos, Y.; Quintana, M.; Vega, S. y Palmero, L. (2002). Diversidad de leguminosas forrajeras y su potencial productivo sobre suelo pardo con carbonato de la zona central de Sancti Spiritus. Resultado Científico EEPF de Sancti Spiritus
- Álvarez, Orquídea; Diez, J.; Rivero, J.L.; Martínez, H.L.; Ramos, Yamilka y Quintana, Maribel. 2003. Riqueza de las leguminosas en la provincia de Sancti Spiritus y Las Tunas. Premio CITMA p.115
- Álvarez, Orquídea; Diez, J.; Rivero, J.L.; Ramos, Yamilka y Quintana, Maribel. 2004. C. Leguminosas forrajeras. Su diversidad y potencial productivo en Sancti Spiritus y Las Tunas. p. 135
- Altieri, M.A. 1996. Bases agroecológicas para una agricultura sustentable. En Agroecología y Agricultura Sostenible. 1 CLADES-CEAS-ISCAH. La Habana. p. 122
- Altieri, M.A. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. CLADES. La Habana, Cuba
- Ávila, U. y Hernández, M.E. 2001. Producción de semillas de *Pueraria phaseoloides* cv.9900. En: FITOGEN. EEPF de Sancti Spiritus. Cuba. p. 38
- Ávila, U.; Hernández, M.E. y Pasarón, I. 2003. Efecto de *Bradyrhizobium* sp. y micorrizas versiculares en la producción de semillas de *Pueraria phaseoloides*. **Pastos y Forrajes**. 26:303
- Ayala, J.R.; Cruz, Ana M. y Miranda, Zaida. 1995. Nota técnica. Influencia de algunas especies en la germinación del sorgo. **Revista cubana de Ciencias agrícolas**
- Ayala, J.R.; Cedeño, B. y Más, C. 2005. Conferencia acerca de los fundamentos para el Centro de Estudio del Centro Universitario de Las Tunas. En: Taller de Producción Animal Sostenible. Las Tunas
- Barber, R. y Navarro, F. 1994. Informe preliminar sobre la influencia de 7 cultivos de cobertura y densidad de siembra sobre la producción de biomasa de raíces y subsiguientes rendimiento de cosecha. CIAT-MBAT; Bolivia. Avances de investigaciones. No. 12. p. 21
- Baños, R.G.C. 2004. Influencia de los factores edafoclimáticos en la producción de semillas de leguminosas forrajeras y arbóreas en diferentes regiones de cuba. Tesis en opción al título de MSc. en Pastos y Forrajes.
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. 1998. Seeds ecology. Biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New Cork. p. 666
- Bécquer, C.J. y Prevost, 2001. Eficiencia simbiótica de cepas nativas de *Bradyrhizobium* sp., inoculados en leguminosas forrajeras de Sancti Spiritus. p. 107

- Booman, J.G. 1993. From shifting cultivation to crop-grass rotation. In: East Africa grasses and fodders: ecology and husbandry. Kluwer. Dordrecht, NL. p. 65
- Castro, F. 1984. Lineamientos económicos y sociales para el quinquenio 81-85. Editorial Pueblo y educación. p. 125
- Cancio, T. y Ortega, E. 2001. Utilización de leguminosas naturalizadas como cobertura viva en plátano. p. 70. FITOGEN. EEPF de Sancti Spiritus. Cuba
- Castillo, Rivero y Diez. 2002. Manejo y explotación de un sistema silvopastoril para ceba y cría de ganado en áreas infestadas de marabú. En: Protan 2002. p. 19
- Carbonell, A.; Labrada A.; Quintana, M. y Nápoles, J.A 2001. El tratamiento láser como bioestimulador de parámetros morfológicos en la planta. p. 31. FITOGEN. EEPF de Sancti Spiritus. Cuba
- Castillo, E.; Ruiz, T.E.; Febles, G.; Barrientos, A.; Puentes y Díaz, R. 1989. Sistemas de manejo y alimentación para machos de líneas de carne en pastoreo de gramíneas artificiales con 305 del área de leucaena para lograr el sacrificio a los 28 meses con 400 kg de peso vivo. Academia de Ciencia de Cuba. Mimeo
- Centella. 2001. Introducción general. En: Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos. La Habana. p. 3
- Cedeño, I.; González, P.J. y Ramírez, J. 2004. Influencia de las variaciones edafoclimáticas en la producción de semillas de canavalia. Memoria SIGA. p. 55
- Chacón, E.; Velásquez y Baró. 2004. Fincas agroecológicas sostenibles de la universidad de Granma. Memoria SIGA. p. 17
- Cino, Delia M. y Castillo, E. 2002. Leguminosas rastreras y arbustivas en sistemas de producción de carne bovina. II. Alternativas Económicas. Memoria PROTAN 2002. p. 22
- Clements, R.J. 1977. ***Aust. Exp. Agric. And Anim. Husb.*** 86:435
- Cordoví, E. y Estrada, L.L. 2001. Selección de leguminosas asociadas con king grass en condiciones de pastoreo. FITOGEN. EEPF de Sancti Spiritus. Cuba. p. 71
- Crespo, G.; Aspiolea, J.L. y López, Mirtha. 1979. Nutrición de pastos. En: Los pastos en Cuba. Tomo 1. Producción. Ed. Ministerio de la Agricultura. p. 237
- Crespo, G. y Arteaga, O. 1984. Utilización del estiércol vacuno para la producción de forrajes. IDICT- ISCAH. La Habana. p. 35
- Cruz, M.; Muñoz, D.; Ávila, U.; Varela, P. y Cabrera, Y. 2002. Estudio del potencial de producción de semilla y caracterización de 4 especies de leguminosas forrajeras en un suelo pardo sin carbonato de la provincia de Camagüey. Memorias Protan 2002. p. 20

- Curbelo, A.; LLanes, J y García, A. 2001. Atenuación de emisiones de gases de efecto de invernadero. En: Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos. La Habana. p. 65
- Díaz, T. y Aguilera, R. 1989. Sistemas de manejo y alimentación para machos de líneas de carne en pastoreo de gramíneas artificiales con 30% del área de leucaena para lograr el sacrificio a los 28 meses con 400 kg de peso vivo. Academia de Ciencias de Cuba. Mimeo
- Díaz, T. y Aguilera, R. 1989. Mezcla de leucaena y *Centrosema pubescens* como banco de proteínas con gramíneas no fertilizadas. VII Exposición Forjadores del Futuro de las Brigadas Técnicas Juveniles
- Díaz, T. y Aguilera, R. 1995. Producción de leche en una asociación de leguminosas nativas. Primer Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos nativos FITOGEN. Sancti Spiritus. p. 17
- Díaz, T. y Suárez, L. 1995. Comparación del *Centrosema pubescens* cv. Villanueva con gramíneas fertilizadas y sin fertilizar. Resumen 1er. Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos nativos FITOGEN. Sancti Spiritus. p. 15
- Díez, J. 2002. Riquezas de leguminosas nativas o naturalizadas en la zona central de la provincia de Las Tunas. Memoria PROTAN 2002. p. 19
- Enrique, Q.J.F.; Meléndez, N.F. y Bolaños, A.E. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. México. UNIFAP. Produce. p. 262
- Emerson, W.W.; Foster, R.C.; Tisdall, J.M. and Weissman, D. 1994. Carbon content and bulk density of an irrigated natrixeralf in relation to tree growth and orchard management. ***Aust. J. of Soil Res.*** 32:929
- Esparza, R. 2002. Setos leguminosos para la producción de leche y carne en vacunos, ovinos y caprinos. Memoria PROTAN. Santa. Clara, Cuba. p. 23
- Febles, G.; Bilbao, B. y Navarro, G. 1979. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas. En: Los pastos en Cuba. Tomo. 1. Producción. Ed. Ministerio de la Agricultura. P. 323
- Febles, G. y Padilla, C. 1979. Producción y almacenamiento de semillas de *Panicum maximum*. ACPA: 6ta Reunión. p. 165
- Febles, G.; Padilla, C. y Pérez, J. 1988. Aspectos de la nutrición mineral para la producción de semillas en pastos tropicales. ISPJAE. La HABANA. Cuba. p. 7
- Febles, G.; Ruíz, T.E. y Crespo, G. 1993. Producción de semillas de pastos de leguminosas tropicales. ***Revista cubana de Ciencias agrícolas.*** p. 27
- Febles, G. y Ruiz, T.E. 2003. Producción de semillas de especies pratenses y otros cultivos. Conferencia México

- Fernández, J. y Diez, J.N. 1990. Informe Anual de Experimentos. Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Las Tunas
- Fernández, J. y Funes, F. 1995. Dosis de fósforo y empleo de tutores en la producción de semillas de *Centrosema pubescens* cv Villanueva. 1er Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. FITOGEN. Sancti Spiritus. p. 33
- Fernández, J. y Funes, F. 1995. Uso de tutores vivos en la producción de semillas de *Centrosema pubescens* cv Villanueva. 1er. Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de Recursos Filogenéticos Nativos. FITOGEN. Sancti Spíritus. p. 24
- Flores, Zulay. 2006. La tecnología de semilla forrajera en Venezuela. 1. Selección de especies y latencia. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulg/fdiv.html>. Consultado 26 octubre de 2006
- Forcella, K.; Benech, R.L.; Sánchez, R. and Ghersa, C.M. 2000. Modelling seeding emergence. **Field Crops Research**. 67:123
- Frianda, E.; Martínez, H.L. y Acóstico. 1998. Utilización de la caña con leguminosas como alimento voluminoso para la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. 21:245
- Fonseca, L.; Vázquez, M.J.; Diez, J.; Torrez, M. y Rivero J.L. 2004. Tecnología de pedestales para la producción de leche con leguminosas en la UBPC Maniabo Las Tunas. Memorias SIGA. Cuba. p. 59
- Funes, F.; Yañez, S. y Zambrana, Teresita. 1998. Ganadería. II Taller Internacional "La semilla en la Ganadería Tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba
- Funes, F.; Yañez, S. y Zambrana, Teresita. 1998 Semillas de pastos y forrajes tropicales. Métodos prácticos para su producción sostenible. ACPA. La Habana. Cuba. p. 138
- Funes-Monzote, F. 2000. Las leguminosas, piedra angular de los sistemas de cultivos. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. p. 42
- Funes, F.; Yañez, S. y Vieito, E.L. 2000. Programa Nacional de Semillas de Pastos para la Ganadería. II Taller Internacional "La semilla en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas Cuba
- Funes, F.; Zambrana, T. y Yañez, S. 2001. Fincas de semillas de pastos y forrajes en sistemas sostenibles de producción de semillas. Memoria SIGA. p. 98
- Funes, F. 2002. Sostenibilidad en la actividad agropecuaria. El enfoque agroecológico en el nuevo milenio. Conferencia de curso a ganaderos. Oaxaca, México
- Funes-Monzote, F. 2004. Sistemas ganaderos agroecológicos. Experiencias del IIPF y su red de estaciones. Memoria SIGA. p. 1
- García, T.R.1995. El papel de los animales en los sistemas agrícolas. Memorias del Seminario Científico-Técnico XXX Aniversario del ICA. La Habana. Cuba. p. 44

- García, Margarita. 1997. Contribución al estudio y utilización de los abonos verdes en cultivos económicos desarrollados sobre suelos Ferralítico Rojo en las condiciones de Cuba. Tesis en Opción al grado de Dr. Cs. Agrícolas. ISCAH-INCA. La Habana, Cuba
- Gómez, I. 1998. Establecimiento de leguminosas arbustivas en multiasociación con otras especies de pastos en suelos vertisoles. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. p. 208
- Gómez, I.; Fernández, J.L.; Benítez, D.E.; Espinosa, R. y Vieito, E. 2000. Establecimiento de *Panicum maximum* cv Likoni solo y asociado a leguminosas herbáceas en las condiciones del Valle del Cauto. **Pastos y forrajes**. 23:213
- Gómez, I.; Espinosa, R. y Guevara, O. 2002. Producción de semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Ipil-ipil en áreas de pastoreo de la premontaña Sierra Maestra. **Pastos y Forrajes**. 25:281
- Gómez, María. E.; Murgueitio, E.; Molina, C.H.; Molina, E.J. y Molina, J.P. 1995. Mata ratón (*Gliricidia sepium*) En. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteína. CIPAV. Cali. Colombia. p. 13
- Gómez, María E.; Rodríguez, Lylían; Murgueitio, E.; Ríos, Clara I.; Molina, C.H.; Molina, E.J. y Molina, J.P. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali. p. 129
- González, L.M.; López, R. y Ramírez, R. 1999. Variación intraespecífica en la tolerancia a la salinidad de *Centrosema pubescens* Benth sobre la base del crecimiento de las plántulas. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 33:445
- González, P.J.; Vieito, E.L.; Ramírez, J. y Cruz, M. 2001. Contribución de los recursos locales en la producción sostenible de semillas de plantas forrajeras. Memorias SIGA. p. 69
- González, P.J.; Vieito, E.; Ramírez, J.; Cepero, B. y Clavel, N. 2001. Variación de las propiedades físico químicas del suelo y su relación con la producción de semillas de 2 leguminosas forrajeras. **Pastos y Forrajes**. 24:19
- González, P.J.; Ramírez, J.F.; Vieito, E.L y Clavel, N. 2003. Influencia de las características morfológicas del perfil del suelo en la producción de semilla de *Stylosanthes guianensis* S W. cv. CIAT 187. II Forum Latinoamericano de Pastos y Forrajes. San José de Las Lajas. Habana. Cuba
- Guevara, R.; Curbelo, L.; Canino, T.; Rodríguez, Nieve y Guevara, G. 1996. Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y calidad del pastizal. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. p. 55
- Gutiérrez, T. y Centella, A. 2001. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. En: Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos. La Habana. p. 97

- Hernández, D.; Carballo, Mirta y Reyes, F. 1999. Establecimiento de un sistema silvopastoril multiasociado. **Pastos y Forrajes**. 22:123
- Iglesias, J.M.; Matías, C. y Pérez, A. 2003. Cría de hembras bovinas en desarrollo en condiciones de silvopastoreo. **Pastos y Forrajes**. 26:35
- Hopkinson, J.M. y Reid, R. 1979. La importancia del clima en la producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales. En: Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. (Eds. L.E. Tergas y P.A. Sánchez). CIAT. Cali, Colombia. p. 365
- Humphreys, L.R. 1979. Site selection for seed production in: Tropical pasture seed production. FAO. Rome. p. 14
- Instituto de Suelos. 2001. Programa Nacional de mejoramiento y conservación de suelos. Agrinfor. La Habana. p. 39
- Iznaga, T. 2002. Resultados productivos de la vaquería 17 a partir de la introducción de resultados científico-técnicos. Memorias PROTAN. p. 26
- Jardines, Sonia. 2002. Estudio de la calidad de leguminosas naturales en áreas de pastoreo. Memorias PROTAN. p. 24
- Jones, R.J.; Jones, R.M. y Cooksley, D. 1992. Information Service CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures. Australia. p. 41
- Johnson, J.Y. y Magariño, E. 1995. Alternativa para la integración de los sistemas agroforestales con manejo forestal. CIAT- MBAT. Bolivia. Informe Técnico. p. 37
- Juan, R.; Diez, J. y Vargas, S. 1978. Característica de suelo y clima de la Subestación de Pastos de Las Tunas. I Seminario Científico Técnico. Las Tunas. 1:25
- Knight, W.E. and Bennett, H.W. 1953. Preliminary report of the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses. **Agron. J.** 45:268
- Leyva, Santa L.; Hernández, A. y Ayala, J.R. 2006. Influencia del cambio de uso de la tierra en las propiedades de los suelos del monte naranjito del sureste de Las Tunas. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Agrícolas
- López, C. 2001. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases. En: Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos. La Habana. p. 39
- Matías, C. y Ruz, Vivian. 1993. Efecto de labores agrotécnicas de rejuvenecimiento de áreas para la producción de semilla cv. CIAT-621. **Pastos y Forrajes**. 16:39
- Matías, C. 1996a. Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción y calidad de la semilla de *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo. **Pastos y Forrajes**. 19:65

- Matías, C. 1996b. Efecto de los soportes en la producción y calidad de la semilla de *Teramnus labialis* cv. Semilla clara. II. Densidad y distancia de siembra. **Pastos y Forrajes**. 19:137
- Machado, R y Alfonso, A. 1981. *Centrosema pubescens*. **Pastos y Forrajes**. 4:256
- Machado, R. y Seguí, Esperanza. 1997. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. **Pastos y Forrajes**. 20:1
- Machado, R. 1999. Selección de germoplasma de *Centrosema* spp bajo condiciones de pastoreo simulado. **Pastos y Forrajes**. 22:307
- Martín, G. 1995. Selección de cv promisorios de *Centrosema* spp. bajo corte. **Pastos y Forrajes**. 18:121
- Menéndez, J. 1982. Leguminosas silvestres en Cuba. III. Región Central y provincia de Ciego de Ávila y Camagüey. **Pastos y Forrajes**. 5:141
- Menéndez, J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y naturalizadas en Cuba. Tesis de Candidato a Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH. Cuba
- Menéndez, J. 1984. Botánica y características fisiológicas y fitotécnicas de leguminosas. En: Introducción a los pastos. Apunte para un libro de texto. Ministerio de Educación Superior. C. Habana
- Mesa, A.R. y Hernández, Marta. 1996. Nivel crítico de fósforo en *Centrosema pubescens*. **Pastos y Forrajes**. 19:85
- Ministerio de la Agricultura. 1992. Producción de semillas en el quinquenio 85-90. Informe al Viceministerio de la Agricultura. La Habana
- Monzote, Marta; Rivero, J.L. y Castro, M. 1995. *Centrosema* nativo cv Villanueva asociado con *Chloris gayana* para la producción animal. Fitogen. p. 16
- NAS. 1977. Leucaena promising forage and tree crops for of tropics. Washington. National. Academy of Sciences
- Naranjo, L. y Centella, A. 2001. Variabilidad climática. Impactos y adaptación. En: Primera comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios
- Navarro, M.; Pérez A. y Suárez, J. 2004. Capacitación participativa para la adaptación de tecnologías de producción de semillas en el sector ganadero cubano. Memoria SIGA. p. 19
- Nicholls, D.F.; Gibson, T.A.; Humphreys, L.R.; Hunter, G.D. y Bahnisch, L.M. 1973. Nitrogen and phosphorus response of *Desmodium uncinatum* seed production at Mt. Cotton, southeastem. Queensland. **Trop. grasslds**. 7(3):124
- López, Mirta. 2004. Resultados de la biofertilización de la producción agrícola sostenibles en Cuba. Memoria SIGA. p. 97
- Lamela, L.; Matías C.; Fung C. y Valdés, R. 2001. Efecto del banco de proteína de leucaena en la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. 23:259

- Lamela, L.; Sánchez, T.; López, O.; Sánchez, S. y Díaz, M. 2002. Producción de leche en un sistema silvopastoril bajo condiciones comerciales. Memoria PROTAN. p. 25
- Oquendo, G.; Rodríguez, A.; Rodríguez, N., y Monzote, M. 2001. Asociación de *Mucuna prurens* en la producción y calidad del sorgo forrajero y el king grass. Memoria SIGA. p. 43
- Olivera, Y.; Machado, R.; Ramírez, J. y Cepero, B. 2005. Evaluación de una colección de *Centrosema* ssp. en suelo ácido. **Pastos y Forrajes**. 28:99
- Paretas, J.J. 1990. Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. MINAG. Cuba. p. 178
- Pentón, Gertrudis. 2002. Notas técnicas: Relaciones entre la sombra proyectada y algunas características morfológicas en especie arbóreas. **Pastos y Forrajes**. 25:295
- Pérez, A.; Matías, C. y Reyes, Isabel. 1986. Influencia del método y la distancia de siembra sobre la producción de de semillas de *Cenchrus ciliaris*. **Pastos y Forrajes**. 9:130
- Pérez, A.; Vieito, E.; González, P.J. y Ramírez, J. 2000. Innovaciones y variantes para la producción de semilla de pastos. II Taller Internacional "La semilla en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Pérez, A.; Matías, C. y González, Yolanda, 1995. *Centrosema pubescens*. En: Producción de semillas de pastos para el trópico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 26
- Pereda, J.; Muñoz, D.; Monzote, Marta; Cervantes, M.; Guerrero, M. y Ramos, A. 2001. Sistemas integrados ganadería-agricultura con bases agroecológicas de producción. Una opción para los productores en los momentos actuales. p: 102. Memoria SIGA
- Pedraza, R.M.; Estévez, J.A.; Estévez, O.V.; Martínez, S.J.; Guevara, R.V.; Guevara, G.F. y Parra, C.E. 2002. Valor nutritivo del follaje de algunos arbustos y árboles naturalizados en Cuba con potencial para la alimentación de los rumiantes. Memoria PROTAN. p. 20
- Pound, B. y Martínez, C.L. 1985. *Leucaena*. Su cultivo y utilización. Londres Overseas. Development Administration. p. 16
- Quinlivan, B.J. 1971. Seed coat impermeability in legumes. **Aust. Inst. Agric. Sci.** 37:283
- Ramos, Y.; Sánchez, M.D.; Ortiz, J.M.; Álvarez, O. y González, C. 2001. Caracterización bioquímica de *Canavalia* colectadas en Cuba. FITOGEN. p. 39
- Ramírez, J.; Cerero, B.; González, P.J.; Vieito, E. y Ruiz, B. 2001. Determinación del momento óptimo de cosecha del *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro en suelos ácidos. FITOGEN. p. 104
- Reyes, J.C. y Rivero J.L. 2001. Influencia de la orientación de las hileras en producción de semillas de *Centrosema pubescens* Villanueva con tutores. FITOGEN. p. 75
- Rivera J.L.; Castillo, A. y Diez, J. 2001. Posibilidad de la *Leucaena leucocephala* en los ecosistemas ganaderos tuneros. Memorias SIGA. p. 23

- Roberts, C.R. 1978. Algunas causas comunes del fracaso de praderas de leguminosas y gramíneas tropicales en fincas comerciales y posibles soluciones. En: Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. (Eds. L.E. Tergas y P.A. Sánchez). CIAT. Cali, Colombia. p. 427
- Rodríguez, Iraida; Flores, A. y Schultze-Kraft, R. 2003. Potencial agronómico de *Centrosema pubescens* en condiciones de sabana bien drenada del estado de Anzoátegui, Venezuela. **Zootecnia Tropical**. 21(2):197
- Sánchez, S. 2001. Estudio de la macrofauna edáfica en un sistema multiasociado gramínea - leguminosa posteriormente a un incendio. **Pastos y Forrajes**. 24:325
- Sánchez, S. y Reinés, M. 2001. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. **Pastos y Forrajes**. 24:191
- Sánchez, T., Lamela, L., Valdés, R. y López, O. 2005. Producción de leche en una vaquería con área de pedestales en condiciones comerciales. **Pastos y Forrajes**. 28:155
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma. p. 269
- Suárez, J. y Pérez, A. 2003. Consideraciones sobre la transferencia tecnológica en la producción, beneficio y conservación de semillas de plantas forrajeras. Una visión enfocada a la innovación
- Stevenson, F.J. 1994. Humus: chemistry genesis composition and reaction. John Wiley: New York
- Suárez, J.J. y Herrera, J. 1979. El clima de Cuba y producción de pastos. En: Los pastos en Cuba. Tomo 1. Producción. EDICA. Habana. p. 21
- Sub Delegación de Ganadería. MINAGRI. 2003. Informe Anual de la Agrotecnia y la Alimentación. Las Tunas
- Yañez, S. y Funes, F. 1989. Manual práctico para la producción de pastos en Cuba. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Ministerio de la Agricultura. Cuba. p. 95
- Villaquiran, M. y Lascano, C.E. 1986. Características nutritivas de 4 leguminosas tropicales. **Boletín CIAT**. 8(2): 2
- Vieito, E. 2001. Uso de poli cultivos en la producción de semillas de hierba de guinea. Tesis en opción al grado de MSc. Univ. Matanzas.
- Vieito, E.; González, J.; Ramírez, J.; Guillot, J.; Cárdenas, T. y Arzola J. 2001. Sistemas ecológicos para la producción de semillas forrajeras. Memorias SIGA. p. 87
- Warman, P.R. y Cooper, J.M. 2000. Fertilization of a mixed forage crop with fresh and composed chicken manure and NPK fertilizer. Effects on soil and tissue Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, and Zn. **Can. J. of Soil Sci.** 80:345
- Welbaum, G.E.; Bradford, K.J.; Yim, Kyu-Ock; Booth, D.T. and Oluoch, M.O. 1998. Biophysical, physiological and biochemical processes regulating seed germination. **Seed Science Research**. 8:161
- William, J.R. 1978. Reponses of pasture plants to temperature. In: Plant relations to pasture. (Ed. J.R. Wilson). CSIRO. Melbourne. p. 17