

UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
"INDIO HATUEY"**

***Producción de semillas de leguminosas
en condiciones de secano***

Autor: Ing. Céldo Matías Ruíz

Tutora: Dra. Marta Hernández Chávez

**Tesis presentada en opción al título de
Master en Pastos y Forrajes**

**Matanzas
1995**

DEDICATORIA

A mis padres, en especial a mi madre que es ejemplo de sencillez y conducta revolucionaria; a mi esposa e hijas que siempre me han apoyado.

AGRADECIMIENTOS

- A la Revolución cubana, la cual me ha dado la oportunidad de culminar una etapa más en el desarrollo cultural de mi vida.
- A la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", por las facilidades brindadas para la ejecución y culminación de este trabajo.
- A mi tutora, Dra. Marta Hernández Chávez por sus orientaciones y la ayuda brindada durante la realización de esta tesis.
- A la Lic. Yolanda González Rosado, por su ayuda prestada en la revisión y redacción, y al Dr. Arístides Pérez Vargas por el apoyo brindado.
- A los técnicos medios Vivían Ruz Díaz, Yoaima Matías Carballea y Daysi Castañeda Pimienta, que con su esfuerzo hicieron posible la conducción de los experimentos que conforman esta tesis.
- A la Lic. Alicia Ojeda González por su meritorio trabajo en la revisión y edición de esta tesis y el resto de los compañeros de la biblioteca que facilitaron el trabajo de revisión bibliográfica y apoyaron el trabajo de edición.
- A la compañera Mercedes Armas Perdomo por su esforzado trabajo en la mecanografía.
- Al Dpto. de Biometría de la EEPF "Indio Hatuey" y al Ing. José Martínez Expósito por la ayuda brindada en los análisis estadísticos.
- A la Lic. Aida Cruz Martínez por su eficaz ayuda en cuanto a las consideraciones económicas.
- Al Dr. Luis Lamela López por el apoyo brindado.

SÍNTESIS

En dos experimentos con diseño de bloques al azar y cuatro réplicas, se estudió el potencial de producción de semillas de 18 cultivares de 11 especies de leguminosas forrajeras tropicales en condiciones de secano. Los cultivares estudiados en el primer experimento fueron: *Teramnus labialis* cvs. Semilla Clara y Semilla Oscura; *Stylosanthes guianensis* cvs. CIAT-184, CIAT-136 y Cook; *Macroptilium atropurpureum* cv. *Siratro*; *Centrosema pubescens* cv. CIAT-5172 y *Lablab purpureus* cv. Rongai. En el segundo experimento se evaluaron: *Centrosema pubescens* cvs. CIAT-482, CIAT-5151, CIAT-404 e IH-129; *Centrosema acutifolium* cv. CIAT-5112; *Indigofera mucronata* IH-301; *Aeschynomene histrix* CIAT-9666; *Pueraria phaseoloides* CIAT-9900; *Desmanthus virgatus* "Corralillo" y *Desmodium distortum* CNIA-249.

Todos los cultivares estudiados en el primer experimento mostraron un potencial de producción de semillas que permite su propagación a escala comercial, aunque los más altos rendimientos de semilla pura en el primer año correspondieron a *T. labialis* cv. Semilla Oscura (813 kg/ha) y Semilla Clara (797 kg/ha). Sin embargo, en el segundo año el más alto rendimiento de semilla (566,1 kg/ha) se obtuvo en *L. purpureus* cv. Rongai, sin diferencia significativa de *T. labialis* cv. Semilla Oscura pero fue superior al del resto de los tratamientos; mientras que *C. pubescens* CIAT-5172 y *M. atropurpureum* cv. *Siratro* no produjeron semilla debido a las afectaciones causadas por hongos y por el moteado amarillo.

En el segundo experimento los más altos rendimientos de semilla pura (1 024 kg/ha) en el primer año correspondieron a *C. pubescens* cv. CIAT-482, pero todos los cultivares mostraron un alto potencial; mientras que en el segundo año la producción más alta (518,1 kg/ha) se obtuvo en *C. pubescens* IH-129 y las más bajas (0; 14,4; 44,3 y 92,7 kg/ha) en *D. virgatus*, *C. acutifolium*, *P. phaseoloides* y *C. pubescens* cv. CIAT-404 respectivamente. Estos bajos rendimientos estuvieron influidos por severos ataques de *Atta insularis* en *D. virgatus* y por hongos en el resto de las especies.

La germinación de la semilla fue relativamente baja en todos los cultivares por efecto de la latencia, causada por la presencia de corteza dura, excepto en *L. purpureus* que mostró una alta germinación.

Se concluye que es posible producir semillas de leguminosas forrajeras tropicales en Cuba sin la utilización de riego y con bajas dosis de fertilizante. En el primer año los cultivares estudiados mostraron un potencial de producción de semillas suficiente para ser propagados a escala comercial; mientras que en el segundo año, aunque los rendimientos decrecieron, la mayoría de los cultivares presentaron un buen potencial. Se exceptúan *D. virgatus*, *M. atropurpureum* y *C. pubescens* CIAT-5172, los cuales no produjeron semilla a consecuencia de severos ataques de insectos, hongos y del moteado amarillo, respectivamente.

ÍNDICE

	Pág
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA	2
I.1 Producción de semillas	2
I.1.1 Factores relacionados con la producción de semillas	3
I.1.1.1 Factores climáticos	3
- Localidad	3
- Duración del día	3
- Latitud y altitud	4
- Temperatura	4
- Radiación solar	4
- Precipitación	5
- Estrés	5
- Humedad relativa	5
I.1.1.2 Factores edáficos	5
I.1.1.3 Factores agronómicos	6
- Momento de siembra	6
- Método, distancia y densidad de siembra	6
- Fertilización	7
I.1.2 Factores relacionados con la calidad	7
- Momento de cosecha	7
- Métodos de cosecha	8
- Secado y limpieza	8
- Embalaje y almacenamiento	9
- Dormancia	10
CAPITULO II. CONDICIONES EXPERIMENTALES	12
II.1 El clima del área experimental	12
II.2 El suelo del área experimental	12
II.3 Descripción de las principales especies	13
<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	13
<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet.	14
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC) Urb.	14
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	14
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	15
<i>Teramnus labialis</i> (L.F.) Spreng.	15
II.4 Metodología experimental	16
II.4.1 Fertilización y riego	16
II.4.2 Cortes	16
II.4.3 Cálculos y análisis estadísticos	16
II.4.4 Determinación de los elementos climáticos	16
II.4.5 Métodos analíticos	16
CAPITULO III. POTENCIAL Y CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE LEGUMINOSAS	17
Experimento 1	17
Materiales y Métodos	17
Resultados	19
Experimento 2	21
Materiales y Métodos	21
Resultados	22
DISCUSIÓN	24
CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	26
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS	35

INTRODUCCIÓN

Las características más importantes de la semilla son su calidad y potencial genético. Tanto es así que el establecimiento exitoso de un pastizal y los productos animales que de él se extraigan están estrechamente unidos a estos indicadores (Hides y Desrouches, 1989; Febles, Ruíz y Crespo, 1993).

La producción de semillas en los países desarrollados es elevada, debido a una larga historia en el desarrollo de esta disciplina. A esto ha contribuido la genética vegetal a través del mejoramiento genético, la implementación de un programa nacional de producción y multiplicación de semillas, así como un trabajo dirigido al control de la calidad. Sin embargo, esto no ocurre en los países en vías de desarrollo, que generalmente carecen de programas de producción, cruzamiento y mejoramiento genético (Hides y Desrouches, 1989; Grobman, 1991; Manidoo, 1991). Por otro lado, Humphreys y Riveros (1986) consideran que las investigaciones acerca de la producción de semillas de las leguminosas pratenses tropicales son limitadas e insuficientes en estos países, aspecto que dificulta la obtención de semillas de calidad que faciliten la siembra de pastizales y áreas de forrajes para la alimentación animal. Este aspecto es más crítico en los países de América Latina, donde el método predominante de distribución y establecimiento de praderas ha sido la propagación vegetativa, sin tener en cuenta que el mejoramiento en gran escala de las mismas en los sistemas intensivos de explotación ganadera, es únicamente factible por medio de la semilla botánica según Ferguson (1979) y Pérez, González y Matías (1988).

En Cuba, la producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales no es una excepción y en la actualidad se cuenta con muy pocas especies en existencia, las cuales prácticamente se encuentran en la etapa de investigación. Por lo tanto, para nuestro país es muy importante acelerar la producción de semillas de un mayor número de especies y cultivares promisorios de leguminosas herbáceas, arbustivas y arbóreas y lograr su propagación en gran escala en las áreas ganaderas, con vistas a suplir los déficit de proteína, debido a que no se dispone de los concentrados necesarios para la producción de leche y carne.

De acuerdo con lo antes expuesto, se condujeron dos experimentos con vistas a cumplimentar los objetivos siguientes:

1. Comprobar la posibilidad de producir semillas de leguminosas en condiciones de bajos insumos.
2. Determinar el potencial de producción de semillas de las especies y cultivares objeto de estudio, así como su calidad.

CAPÍTULO I. REVISIÓN DE LITERATURA

I.1 Producción de semillas

Según Hopkinson y Reid (1979) y Skerman, Cameron y Riveros (1991), en Australia se cuenta con más de 15 años de experiencia en la producción de semillas de las principales leguminosas tropicales que en la actualidad se introducen en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Algunas de estas especies se muestran en la tabla I.1.

Tabla I.1. Potencial de producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales en Australia.

Especies	Cultivares	Producción (kg/ha/año)	No. de semillas por kg
<i>Centrosema</i>	<i>pubescens</i>	220-275	39 000
<i>Centrosema</i>	<i>pascuarum</i>	60-1000	48 000
<i>Desmodium</i>	<i>Uncinatum</i>	220-275	198 000-220 000
<i>Aeschynomene</i>	<i>americana</i>	200-2000	368 000
<i>Macroptilium</i>	<i>atropurpureum</i>	100-400	80 000
<i>Neonotonia</i>	<i>wightii</i> (Tinaroo)	300-1000	90 000
<i>Pueraria</i>	<i>phaseoloides</i> (CIAT-9900)	55-330	81 400-88 000
<i>Stylosanthes</i>	<i>guianensis</i>	100-330	264 000-372 000
<i>Stylosanthes</i>	<i>humilis</i>	330-1000	396 000-484 000
<i>Stylosanthes</i>	<i>scabra</i>	180-550	400 000-500 000
<i>Teramnus</i>	<i>labialis</i>	400-500	185 200-186 000

Sin embargo, la producción de semillas de leguminosas en América Latina es considerada por Ferguson (1990) de poca relevancia y muy variable en estos países. La mayor producción corresponde a Brasil, donde existen algunas leguminosas que desempeñan un papel importante en la producción animal, como abono verde, cobertura, forraje y otros usos.

Calopogonium muconoides, por ejemplo, es producido en Brasil intercalado con maíz y cosechado mecánicamente. La cantidad de semilla obtenida en *Pueraria phaseoloides* es más o menos amplia, pero se logra como un subproducto de plantaciones agrícolas (palmas aceiteras y otras) mediante cosecha manual.

También existe una producción incipiente de *Stylosanthes capitata* en Colombia, *Stylosanthes guianensis* en Perú y *Clitoria ternatea* en México; en Venezuela prácticamente no se produce. Dicha producción, en general, es baja y se encuentra localizada en muy pocas especies.

La variación en los potenciales de producción de semillas planteada por Ferguson (1990), ha sido observada con mayor precisión por Keller-Grein, Passoni y Heurck (1990 a; 1990 b; 1990 c) en Pucallpa (Perú) en diversas accesiones de *Centrosema macrocarpum* (0-360,5 g/planta); *P. phaseoloides* (42,9-43,3 g/planta) y *Centrosema pubescens* (0-310 g/planta).

Resultados variables con *Arachis pintoi* han sido informados por Diulgheroff, Pizarro, Ferguson y Argel (1990) en Costa Rica.

La producción promedio de semilla comercial durante 5 años en diferentes regiones de Cuba aparece en la tabla I.2, lo que constituye un avance de importancia para la ganadería.

Tabla I.2 Rendimiento anual kg/ha (promedio de 5 años) en diversas regiones y provincias de Cuba (según Yañez y Funes, 1989).

ESPECIES	REGIONES				
	OCCIDENTAL	CENTRAL		ORIENTAL	
	Habana	S. Spíritus	Camagüey	Granma	Guant.
<i>T. labialis</i>	254	283	100	169	533
<i>L. leucocephala</i>	392	321	865	3 240	2 751
<i>L. purpureus</i>	899	669	942	915	1 220
<i>M. atropurpureum</i>	163	102	88	245	400
<i>P. phaseoloides</i>	424	182	138	164	-
<i>C. pubescens</i>	134	-	34	-	-
<i>S. guianensis</i>	330	162	-	-	-
<i>N. wightii</i>	404	334	89	353	319

Los conocimientos científicos acerca del manejo de los cultivos para la producción de semillas involucran, entre otros aspectos, la selección de regiones geográficas apropiadas y las prácticas agronómicas eficaces para el establecimiento y el mantenimiento de los bancos de semilla (Ferguson, Hopkison, Humphreys y Andrade, 1990), pero además desempeñan un papel esencial la eliminación de los dogmáticos, el secado, el beneficio y el embalaje, el almacenamiento y el control de la calidad (Yáñez y Funes, 1989), aspectos que serán abordados a continuación.

I.1.1 Factores relacionados con la producción de semillas

I.1.1.1. Factores climáticos

- Localidad

Las leguminosas se pueden considerar aisladas o conjuntamente, pero ambos enfoques son, por lo regular, deseables, " debido a que cada cultivar encuentra su propio nicho y una sola localidad determinada no es la ideal para todos ellos. Por otra parte, una industria de semillas no puede, por motivos económicos, dispersar sus activos ni depender de pocas especies; las demandas fluctúan y las modalidades cambian demasiado rápido. Por tales motivos, una región que goza de una amplia gama de clima dentro de un perímetro no muy grande tiene muchas ventajas, y localizar dicha región implica prestar atención a las necesidades tanto individuales como colectivas de los cultivos. Hopkinson y Reid (1979) y Sousa Costa y Schultze-Kraft (1993) señalan que la mayoría de los cultivares de leguminosas forrajeras que existen actualmente en Australia, se obtuvieron y seleccionaron para ser utilizados en las regiones estacionalmente húmedas tropicales y subtropicales con lluvias durante el verano.

Cuando se cultiva para la producción de semillas, se aprovecha la estación de lluvia con el fin de producir la base del crecimiento vegetativo.

La importancia de que cada cultivo tenga un crecimiento y desarrollo vigoroso antes de pasar a la fase generativa, ha sido señalada por Thorne (1986) y Lawn y Williams (1987) cuando estudiaron leguminosas tropicales de grano, así como por Hopkinson (1980), Ison y Hopkinson (1985) y Ferguson (1985) en leguminosas forrajeras tropicales.

El crecimiento vegetativo cesa durante el período de transición, cuando se inicia la floración y la maduración de la semilla, lo que ocurre en la estación seca. Sin embargo, las características morfológicas y los procesos fisiológicos que gobiernan el desarrollo del cultivo han evolucionado hasta mantener este ritmo anual y es usualmente en aquellos climas que llenan todos los requerimientos donde la producción de semillas resulta satisfactoria (Hopkinson y Reid, 1979 e Ison y Hopkinson, 1985).

- Duración del día

Ganer y Allard (citados por Borthwick, 1962) en sus trabajos precursores, colocaron las plantas en tres grupos:

A) De floración neutra (indiferente), la floración aparentemente no se afecta por la longitud del día (es decir, por la longitud de la noche); B) Floración de días cortos, la floración ocurre más rápidamente en días de longitud más corta que cierto nivel crítico; C) Floración de días largos, la floración solo ocurre más rápidamente en días más largos que cierto nivel crítico.

Según Loch (1988) y Hopkinson (1988), la floración de los pastos tropicales (tanto gramíneas como leguminosas) está controlada por la longitud del día y las respuestas de la floración determinan dónde y cuándo las semillas de determinado cultivar pueden ser producidas lejos de su ambiente nativo.

Como es conocido, muchas especies de leguminosas forrajeras tropicales son de días cortos. En algunas especies la respuesta es débil (Humphreys, 1974) y poco relevante en condiciones de campo, o resulta opacada por otras influencias. En Australia, Hopkinson y Reid (1979) plantearon la siguiente clasificación:

- Leguminosas de días ligeramente cortos: *C. pubescens* cv. Común; *Macroptilium atropurpureum* (Siratro); *Macrotyloma axillare* cv. Archer.
- De días cortos y latitudes más altas: *P. phaseoloides* (Kudzu tropical); *C. mucunoides*; *S. guianensis* cvs. Cook, Endeavour y Schofield; *Stylosanthes humilis* cv. Townsville; *Desmodium distortum* cv. Silverleaf; *Neonotonia wightii* cvs. Tinaroo, Cooper y Clarence.
- De floración indiferente (neutra), no responden a la longitud del día: *Stylosanthes hamaca* cv. Verano; *Stylosanthes scabra* cv. Seca y *Lotononis bainesii*.

Además de los cultivos señalados en Australia como floración de días ligeramente cortos, en Cuba se encuentran: *Termnus labialis* cv. Semilla Clara; *D. distortum* CNIA-249; *S. guianensis* CIAT-184 y CIAT-136; *C. pubescens* cvs. CIAT-482, CIAT-5151, CIAT-404 y IH-129 (Matías, C., inédito).

- Latitud y altitud

En Australia, a los 12° o más, los cultivares de leguminosas de días cortos presentan fases bien definidas de desarrollo vegetativo y reproductivo y la transición se presenta en una época predecible. Sin embargo, los informes sobre el comportamiento de especies de *Stylosanthes* de días cortos en Malasia y Nueva Guinea (latitudes inferiores a 6°), indican que no hay una diferenciación clara entre las dos fases. En tales circunstancias, posiblemente no se logre una abundante producción de semillas.

Según Hopkinson y Reid (1979), aunque no es posible especificar una latitud crítica por debajo de la cual resulta practicable la producción de semillas de cualquier cultivar, parece ser que las latitudes inferiores a 12° no son recomendables y que el rango más adecuado está entre 12 y 30° Norte y Sur. En la tabla I.3 se muestran los rangos de latitud y altitud más convenientes para un grupo de especies de leguminosas forrajeras tropicales, según Skerman et al. (1991) y Menéndez (1994).

Tabla I.3. Rango de latitud y altitud para cinco especies de leguminosas forrajeras tropicales

ESPECIES	Latitud	Altitud (msnm)
<i>Stylosanthes guianensis</i>	12 a 23° N y S	0 a 200
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	12 a 23° N y 280 S	0 a 1 600
<i>Pueraria phaseoloides</i>	17 a 23° N y S	0 a 600
<i>Lablab purpureus</i>	20 y 30° N y S	0 a 2 000
<i>Centrosema pubescens</i>	12 a 22° N y S	0 a 600

- Temperatura

Las tasas de crecimiento vegetativo de las leguminosas forrajeras tropicales parecen ser mayores a temperaturas diarias promedio de 25°C o superiores (Fitzpatrick y Nix, 1970; Sweeney y Hopkinson, 1975). Las limitaciones del crecimiento vegetativo debido a las bajas temperaturas, en muy contadas ocasiones constituyen una restricción grave durante la estación lluviosa de verano en el trópico. Sin embargo, las condiciones de temperatura pueden afectar la fase reproductiva del cultivo en la inducción floral, el crecimiento y la diferenciación de las inflorescencias, la floración, la germinación del polen, y la maduración de las semillas (Humphreys y Riveros, 1986).

Las leguminosas pratenses tropicales no poseen una exigencia de vernalización antes de los estímulos fotoperiódicos para que la floración se vuelva efectiva; sin embargo, los efectos de la temperatura sobre la inducción floral son bastantes complejos y variables, para las distintas clases de respuestas al fotoperíodo y dentro de estas mismas (Chailakhya, 1968). Las elevadas temperaturas nocturnas impiden o retrasan la floración en algunas plantas; así, Cameron (1967) sugirió que una temperatura nocturna de 28°C y una temperatura diurna de 25°C eran adversas para *S. humilis* y *S. hamata*.

Se ha demostrado que después de la inducción floral, tanto el número de inflorescencias como el número de flósculos diferenciados en cada inflorescencia de *S. humilis*, están relacionados positivamente con la temperatura (Skerman y Humphreys, 1973), por lo que la producción de semillas de estas especies debe limitarse a zonas de clima caliente. Hay indicios de que *D. uncinatum* cv. Silverleaf y los cultivares más extendidos de *N. wightii* no toleran temperaturas mayores de 25°C para un buen estado vegetativo y que su pobre desempeño en bajas altitudes tropicales puede ser consecuencia de lo anterior. Sin embargo, no hay razón para buscar un límite de altas temperaturas que sirva de índice climatológico para la producción de semillas (Hopkinson y Reid, 1979).

Una temperatura baja durante la época reproductiva, constituye con frecuencia una restricción para la producción de semillas de leguminosas. Hay ejemplos muy bien argumentados de fracasos debido a bajas temperaturas al inicio y durante el desarrollo de la floración (Loch y Butler, 1987).

Un grupo representado por *C. pubescens* parece ser muy sensible, de acuerdo con el comportamiento observado en condiciones de campo por Bowen (1959).

En el norte de Australia, el límite absoluto de temperatura baja promedio para la mayoría de las leguminosas es de 13°C. Sin embargo, las temperaturas más confiables están por encima de 17°C.

- Radiación solar

Las gramíneas tropicales tienen una elevada tasa de crecimiento, lo que se debe a la gran respuesta de estas a los niveles de radiación solar (Heskefch, 1963) por su gran eficiencia fotosintética; de ahí que cultivos que se

desarrollen en las regiones de alta radiación solar, tengan un alto potencial de producción de semillas (Matías y Ritt, 1988).

Se conoce que la mayoría de las leguminosas son intolerantes a la sombra y el crecimiento y la producción de semillas quedan radicalmente reducidos por los bajos niveles de radiación solar (Humphreys y Riveros. 1986).

- Precipitación

Según Hopkinson y Reid (1979), Muchow (1985) y Ludlow y Muchow (1988), el límite más bajo de precipitación pluvial anual promedio para la producción de semillas de leguminosas en los trópicos australianos es de 800 mm. Este no está establecido solo por la cantidad de lluvia, sino por la confiabilidad que refleja. Si la distribución es satisfactoria, los 800 mm son suficientes, pero aquellas regiones que reciben un promedio inferior, no tienen una estación húmeda confiable que proporcione un ingreso seguro de la producción de semillas.

Por lo tanto, el límite de 800 mm no es necesariamente adecuado para otros continentes en los cuales el riesgo de que no ocurran las lluvias, la aceptabilidad de dicho rango y el costo de la irrigación suplementaria, pueden diferir de las condiciones de Australia.

Según Hopkinson y Reid (1979) cualquier límite superior escogido para la pluviosidad también es arbitrario. Para fijarlo, debe tenerse en cuenta las condiciones de manejo durante la estación de lluvias fuertes, así como los estragos causados por las enfermedades. El límite realista en Queensland es de 2 000 mm promedio anual, de los cuales solamente deben caer como máximo 400 mm para los cultivares .de fotoperíodo corto y alrededor de 300 mm para los ligeramente cortos y neutros.

En Cuba, si se parte de que el promedio anual de las precipitaciones es de 1 360 mm, de los cuales del 20 al 25 % caen en el período de floración, formación y maduración de las semillas de las leguminosas de ciclo ligeramente corto, es posible obtener una buena producción de semillas, aunque no se disponga de riego (Matías, C, inédito).

- Estrés

Para promover una actividad reproductiva vigorosa en las leguminosas tropicales, en ocasiones se necesita un factor de estrés. Aunque otros factores retardadores del crecimiento pueden producir el mismo efecto, dentro del contexto el más común es el estrés por falta de agua. La estimulación de los procesos reproductivos mediante la sequía es un fenómeno ampliamente observado, pero poco comprendido (Salter y Goode, 1967; Buddenhagen y Richards. 1988).

En las leguminosas forrajeras tropicales los efectos del estrés son más marcados, aparentemente, en las plantas de fotoperíodo neutro o de días ligeramente cortos. Salter y Goode (1967), aunque estudiaron cultivos completamente diferentes, sugirieron que el estrés causado por sequía podía ser necesario solamente cuando otros procesos de inducción floral fueran débiles. Estas observaciones coinciden con los resultados de Hopkinson (1977); Kowithayakorn (1985); Kowithayakorn y Humphreys (1987) en plantas de días cortos como *M. atropurpureum* cv. Siratro, que depende totalmente del estrés hídrico para producir flores en abundancia y la explotación de esta respuesta es vital para el manejo del cultivo bajo condiciones de irrigación.

Según Hopkinson y Reid (1979) el *C. pubescens*, aunque no se maneja en ninguna parte con el cuidado que se le brinda a *M. atropurpureum*, se comporta de la misma forma y florece a medida que el suelo se seca después de la estación de lluvia, pero rápidamente continúa su crecimiento vegetativo a expensas de la semilla, al recibir lluvia o irrigación durante la floración.

- Humedad relativa

Una elevada humedad relativa es un factor crucial para la polinización de especies de leguminosas, como por ejemplo la *Indigofera spicata*, que reduce su fecundación con humedad inferior al 92 %. Sin embargo, la alta humedad atmosférica tiene un efecto indirecto sobre los patógenos y las poblaciones de insectos, que está relacionado negativamente con la incidencia de la dehiscencia antes de la recolección (Humphreys, 1976).

La alta humedad también constituye un factor perjudicial, especialmente en cultivos pegajosos que necesitan mucha trilla, tales como *D. distortum* cv. Greenleaf y *S. guianensis* cv. Cook. (Hopkinson y Reid, 1986). Sin embargo, Humphreys Y Riveros (1986) han obtenido, por períodos superiores a 6 años, altos rendimientos de semilla de leguminosas tropicales como *S. guianensis*, *M. atropurpureum* y *Desmodium spp* en Australia, en lugares secos y de alta radiación solar con una aplicación correcta del riego.

I.1.1.2 Factores edáficos

Muchas semillas de plantas pratenses son de elevado valor y por consiguiente requieren ser tratadas como un cultivo agrícola que se beneficia si se cultiva en un buen suelo.

Las características físicas básicas del suelo deben permitir un laboreo lo suficientemente profundo para lograr un correcto desarrollo de los sistemas radicales masivos. Un terreno bien nivelado es una ventaja, especialmente cuando habrá de adaptarse a la recuperación de la semilla del suelo, como suele hacerse en ocasiones con *S. humilis* y Siratro (Skerman et al., 1991).

La fertilidad del suelo juega un papel muy importante y en el caso del *Centrosema* esta debe ser de mediana a alta. Los suelos de mal drenaje, tanto interno como externo, no son apropiados para el cultivo de la mayoría de las leguminosas tropicales (Humphreys, 1979; Hopkinson, 1988 a). Sin embargo, *S. guianensis* cv. CIAT-184 se adapta bien a suelos pesados de pH ácido y mal drenaje, aunque sin encharcamiento prolongado (Pérez, A., inédito).

En la tabla I.4 se muestra la adaptabilidad de varias leguminosas tropicales a diferentes tipos de suelos y rangos de pH.

Tabla I.4. Adaptación al suelo y al pH.

ESPECIES	Tipo de suelo	pH rango	pH óptimo
<i>S. guianensis</i>	Franco arenoso-arcilloso	4,0-7,0	4,5-5,5
<i>C. pubescens</i>	Franco arcilloso-arcilloso	4,9-6,5	4,9-5,5
<i>M. atropur.</i>	Arenoso-arcilloso	4,5-8,0	7,0
<i>P. phaseol.</i>	Arenoso-arcilloso	4,0-6,5	4,0-5,0
<i>N.wightii</i>	Franco arcilloso-arcilloso	6,5-7,5	7,0
<i>T. labialis</i>	Franco arcilloso (carbonato)	6,0-8,0	7,0
<i>L. purpureus</i>	Arcilloso profundo a arcilloso arenoso	5,0-7,5	6,5

I.1.1.3 Factores agronómicos

- Momento de siembra

La fecha de siembra tiene gran importancia en las regiones tropicales y subtropicales donde existen dos estaciones bien definidas de seca y lluvia, como es el caso de Cuba. Unido a este factor hay que tener en cuenta otros como son la especie, la confiabilidad de las precipitaciones, el requerimiento de temperatura, el daño de plagas y enfermedades y la presencia de malezas (Norman, 1966; Jones y Jones, 1971; López, Pereira, Funes, Castillo y Hernández, 1985).

Según Skerman et al. (1991) las leguminosas forrajeras tropicales requieren ser sembradas por lo menos 4 meses antes que ocurra el cambio de fase, para lograr un buen desarrollo vegetativo que garantice altos rendimientos de semillas. Sin embargo, en el momento de la siembra hay que tener en cuenta las condiciones de preparación del suelo y el control de gramíneas indeseables, ya que al inicio de la primavera germinan la mayoría de estas (Sistachs y León, 1987).

Los meses entre julio y septiembre parecen ser los más idóneos para la siembra de las leguminosas volubles, como *Centrosema*, *Macroptilium*, *Pueraria*, *Teramnus* y *Neonotonia* (Matías, C., inédito). Sin embargo, para el *S. guianensis* la fecha de siembra no debe pasar del 30 de julio si se quiere obtener cosecha de semilla ese mismo año; de lo contrario, no se logrará un buen establecimiento hasta el próximo año. Para el *Lablab purpureus* cv. Rongai, el mejor momento de siembra se encuentra entre la primera decena de agosto y la primera decena de octubre, obteniéndose los más altos rendimientos de semilla en estos meses (Matías, Esperance y Ruz, 1990).

- Método, distancia y densidad de siembra

Para la producción de semillas de leguminosas pratenses, se pueden usar dos métodos de siembra: en hilera o a voleo, aunque se han obtenido los mejores resultados con el primero. La siembra en hilera permite un mejor control de las malas hierbas con la utilización de labores de cultivo mecanizado, el mejor uso de la fertilización y el control fitosanitario, así como la cosecha mecanizada de la semilla (Alarcón, Lotero y Escobar, 1969; Pérez, Matías y Reyes, 1983).

La producción de semillas es máxima con una densidad óptima; las densidades altas o muy bajas reducen el rendimiento de semilla y, por lo tanto, la densidad de siembra y el espacio entre hileras que se empleen revisten gran importancia (Boonman y Van Wijk, 1973; Humphreys y Riveros, 1986; Loch, 1988; Pérez y Pérez, 1994).

Para las leguminosas temporales de semilla grande como *L. purpureus* y *Vigna unguiculata*, se recomiendan densidades de 5 a 7 kg de semilla pura germinable/ha y las distancias de 50 y 70 cm entre surcos para *Lablab* y

Vigna respectivamente (Pérez y Reyes, 1989; 1991); mientras que Matías et al. (1990) recomiendan para *L. purpureus* las distancias de 50 cm entre surcos y 30 cm entre plantas.

Para las leguminosas pratenses las densidades y distancias intermedias parecen ser las más adecuadas, según los resultados obtenidos por Pérez y Pérez (1994) y Pérez (1994), cuando estudiaron las densidades y distancias de siembra de 1, 2 y 3 kg SPG/ha en *T. labialis* cv. Semilla Clara y 0.5; 1 y 1,5 kg de SPG/ha en *S. guianensis* y las distancias de 50, 75 y 100 cm entre hileras. Los más altos rendimientos de semilla se alcanzaron con la densidad de 2 kg de SPG/ha y la distancia de 75 cm en *Teramnus* y de 1 kg de SPG/ha y 100 cm para *S. guianensis* cv. CIAT-184.

- Fertilización

La literatura que trata acerca de los efectos de la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de leguminosas forrajeras en el trópico, es extremadamente limitada y aún más para América Tropical (Salinas, 1984).

El uso de la fertilización nitrogenada en las leguminosas forrajeras tropicales es un tema de controversia, debido al proceso de fijación simbiótica del nitrógeno por estas plantas. Nicholls, Gibson, Humphreys, Hunter y Bahnisch (1973) encontraron en Australia respuestas positivas cuando aplicaron dosis bajas de nitrógeno (56 kg/ha/año) en la producción de semillas de *D. uncinatum* cv. Silverleaf. Sin embargo, las dosis más altas no incrementaron los rendimientos y afectaron la nodulación. De estos resultados se desprende que es necesario observar si una adecuada simbiosis es suficiente para proporcionar el nitrógeno necesario con vistas a obtener un máximo de producción de semillas (Salinas y Castilla, 1984).

Para las leguminosas productoras de granos en Australia, se han obtenido respuestas positivas con dosis bajas e intermedias de nitrógeno, según lo comunicado por Chapman y Muchow (1985) y Myers y Wood (1987).

En Cuba, aunque no se han realizado estudios para comprobar el efecto del nitrógeno en la producción de semillas, se conoce que la mayoría de las especies de leguminosas forrajeras, entre otras *S. guianensis*, *C. pubescens* y *P. phaseoloides*, no nodulan bien con las cepas nativas de *Rhizobium* presentes en el suelo (Tang y Menéndez, 1988; Tang y Menéndez, 1989; Tang, Menéndez, Castañeda y Téllez, 1990; Tang, Menéndez y Gazó, 1991; Tang et al., 1992; Tang, Menéndez, Gazó, Castañeda y Pérez Hernández, 1993), por lo que tanto el crecimiento vegetativo como la producción de semillas pueden afectarse negativamente en estas especies, si no se procede a la inoculación con cepas específicas efectivas para cada cultivar o se aplican dosis bajas de nitrógeno.

La aplicación de dosis bajas (50 kg/ha/año) de fósforo combinado con nitrógeno y potasio, resultó más conveniente para la producción de semillas de *Cenchrus ciliaris* que 100 y 150 kg/ha/año (Pérez, Hernández. Matías y Reyes, 1985). Sin embargo, la fertilización fosfórica parece ser más importante para las leguminosas forrajeras.

Los resultados informados por Salinas (1984), demostraron que existió una respuesta a dosis crecientes de fósforo de 0 hasta 89 kg/ha en *D. uncinatum* y respuesta del *S. humilis* hasta 22 kg/ha en suelos fértiles. El efecto positivo del fósforo fue debido al aumento en la densidad de inflorescencias.

La eficiencia del fósforo se le atribuye al momento de su aplicación y en el caso de *N. wightii* se considera que este se usa más eficientemente cuando se fertiliza próximamente a la etapa de reproducción (Febles, Pérez y Padilla, 1983; Pérez, González y Matías, 1988).

En cuanto a la necesidad de la aplicación de azufre, se cuenta con muy poca información al respecto. Sin embargo, Wickham, Shelton, Haré y Boer (1977) obtuvieron una respuesta similar al aplicar 50 kg de S/ha que cuando aplicaron 162 kg de superfosfato simple/ha en el noreste de Tailandia, donde los suelos se caracterizan por ser ácidos, bajos en materia orgánica y muy bajos en nutrientes, particularmente N, P y S (Eyles, Shelfcon, Buranviriyakul y Suksri, 1973).

En Cuba los más altos rendimientos de semilla en *T. labialis* cv. Semilla Clara y *S. guianensis* cv. CIAT-184, se lograron con la aplicación de 50 kg de P_2O_5 /ha y 75 kg de K_2O /ha, cuando se estudiaron dosis de 0, 25, 50 y 70 kg de fósforo/ha y 0, 35 y 75 kg de potasio/ha.

I.1.2 Factores relacionados con la calidad

- Momento de cosecha

Conocer el momento adecuado para realizar la cosecha es un factor de vital importancia para lograr altos rendimientos de semilla de buena calidad en las gramíneas pratenses tropicales, que por lo general presentan una floración muy heterogénea debido a la progresiva producción de inflorescencias y en algunos géneros se nota una ausencia del cambio de coloración de la semilla (González, Pérez y Pérez, 1987).

En las leguminosas tropicales pratenses no disminuye la importancia de conocer el momento óptimo de

cosecha, debido a que aunque se puede observar un cambio apreciable de la coloración de las legumbres, hay especies como *S. guianensis* que presentan una floración escalonada y una envoltura floral que no permite observar la semilla a simple vista (Yepes, 1974).

Otras especies como *P. phaseoloides* y *M. atropurpureum*, además de presentar una floración escalonada, tienen sus legumbres muy dehiscentes y las pérdidas de semillas son altas. Sin embargo, se cuenta con poca información internacional al respecto.

En la actualidad, en Cuba se trabaja con vistas a conocer el momento de cosecha de los principales géneros de leguminosas forrajeras tropicales.

Según González y Mendoza (1994), el momento óptimo para la cosecha de *S. guianensis* cv. CIAT-184 está entre los 21 y los 35 días después del inicio de la maduración de aproximadamente el 5 % de las inflorescencias con dos semillas maduras. Sin embargo, el *T. labialis* cv. Semilla Clara inició su floración el 11 de octubre de 1987 y el 15 de octubre de 1988 para el primer y segundo año, o sea, a los 117 y 121 días de la siembra y la primera cosecha respectivamente. El inicio de la maduración de las legumbres (20 %) ocurrió el 22 de enero de 1987 y el 26 de enero de 1988 para el primer y segundo año, o sea, a los 102 y 103 días del inicio de la maduración de las legumbres. Estos autores concluyeron que la cosecha de las semillas debe efectuarse entre los 21 y 28 días del inicio de la maduración de las legumbres (20 % de las legumbres de color carmelita).

Para *L. purpureus* cv. Rongai se recomienda cosechar las semillas a partir de los 14 días del inicio de su maduración (10 % de legumbres carmelitas), 54 días después del inicio de la floración (Pérez, Matías y González, 1995); para *P. phaseoloides* cv. CIAT-9900 se debe cosechar entre los 85 y 90 días del inicio de la floración y entre los 50 y 60 días del momento de máxima floración (Yáñez, Funes, Monzote y de la Paz, 1995).

- Métodos de cosecha

Casi todos los cultivares de leguminosas forrajeras tropicales necesitan desecación y algunos cultivos se siegan y reciben su primera desecación dispuestos en andanas (hileras) antes de recogerlos y ser trillados. Esto se aconseja con el objetivo de proseguir la maduración de las semillas inmaduras cuando todavía se hallan adheridas al tallo y para que durante la desecación del cultivo se obtengan las condiciones para una trilla fácil (Haré, 1985; Humphreys y Riveros, 1986; Hopkinson, 1988 b).

En Cuba se utiliza el método de cosecha de recogida manual de las legumbres cuando estas han cambiado su coloración de verde a "carmelita claro" en especies de plantas arbóreas como *Leucaena leucocephala* y en leguminosas herbáceas de floración escalonada cuyas legumbres son muy dehiscentes, como *M. atropurpureum* y *P. phaseoloides*. El trillado de las legumbres se realiza golpeándolas con un madero o entregándolas al sistema de recogida de una combinada convencional.

Otro método muy utilizado es la trilla parcialmente mecanizada (Yáñez y Funes, 1989), que consiste en cortar el cultivo con una segadora y dejarlo dispuesto en el campo durante 263 días; posteriormente se hila y se recoge con una combinada convencional, preferiblemente E-514, la cual completa el trillado y la prelimpieza de la semilla.

Si no se dispone de combinada, se puede utilizar una silocosechadora frontal tipo E-281 a la cual se le adiciona un trailer y se deposita el material triturado, se traslada para un secadero y se procede a su limpieza. La recogida del material debe hacerse cuando esté bien seco, en horas de la tarde para lograr una trilla total. Sin embargo, no se recomienda la silocosechadora rotativa MKZ porque provoca grandes pérdidas de semilla.

El método parcialmente mecanizado es muy efectivo para las especies *T. labialis*, *N. wightii*, *C. pubescens*, *Indigofera mucronata*, *Aeschynomene histrix* y *D. distortum*.

La cosecha directa con combinada resulta muy efectiva y económica en cultivos de semillas grandes como *L. purpureus* y Soya y para la cosecha de *S. guianensis*, donde se logran los más altos rendimientos al reducirse las pérdidas de semilla (Hopkinson, 1988b).

- Secado y limpieza

El desecado de las semillas se efectúa generalmente antes de la limpieza y depuración, pero si la semilla ha de almacenarse precintada, es preciso reconocer que esta recuperará rápidamente la humedad si su contenido después de la desecación no está en equilibrio con la humedad atmosférica del cobertizo de elaboración. En algunos países los productores de semilla recurren al desecado al sol o a una desecación natural sobre un suelo liso de un cobertizo donde una capa poco profunda de semillas debe voltearse frecuentemente para evitar el calentamiento (Humphreys y Riveros, 1986).

En los ambientes húmedos es esencial el equipo de desecación artificial, que ofrecerá un mejor control de la calidad de la semilla en todas las condiciones.

El desecado consiste en la evaporación del agua de la superficie de las semillas y su transporte desde el

centro hasta la cubierta. Debe eliminarse el aire saturado en torno a la superficie húmeda de las semillas; este proceso puede acelerarse aumentando el flujo de aire, calentándolo o deshumificándolo con deshidratantes tales como sílices gelatinosos o cloruro de calcio. En el caso de aire normal, se sugiere un ritmo de 5 a 7 m³/minuto/metro cuadrado de semilla extendida en una capa delgada; si la velocidad de desecación es demasiado lenta, se producirá una pérdida de la viabilidad. Con aire caliente la mayor parte de los desecadores comerciales utilizan cantidades mayores del aire, por ejemplo, 20 a 40 m³/minuto/m² de espacio del suelo del desecador en el que pueden colocarse capas más profundas de semillas; se consiguen resultados más uniformes con un flujo más rápido de aire caliente (Humphreys y Riveros, 1986).

En Cuba se informó por Bilbao y Matías (1980) que la temperatura del aire no debe exceder los 42°C y que se puede reducir la humedad de la semilla de *Chloris gayana* por debajo del 10% cuando la misma se expone al sol en capas finas (entre 10 y 12 mm) durante 48 horas sol o en condiciones controladas con temperaturas del aire de 36°C y 57°C de humedad durante 2 y 4 días.

En el caso de las leguminosas, se puede lograr un buen secado al sol regándolas en capas finas sobre una superficie lisa, virándolas frecuentemente durante 2 días de sol radiante (Matías, C., inédito).

El objetivo principal de la limpieza es dejar libre a la semilla de materiales extraños o diferentes, incluyendo partículas o pedazos de materiales indeseables, tales como: material inerte, semillas de hierbas nocivas (o prohibidas), de hierbas comunes (o tolerables), de otros cultivos, de otras variedades, semillas deterioradas, dañadas y sin clasificar (Linnett, 1988; Yáñez y Funes, 1989).

Las operaciones principales de limpieza de la semilla son: recepción en la tolva, limpieza básica (limpiadora de aire y zarandas), separación (separador de longitud) y clasificación (separador por gravedad) (Yáñez y Funes, 1989).

La limpieza básica es una de las etapas más importantes en el proceso de beneficio, ya que la gran mayoría de las semillas pasan por esta operación.

La unidad básica de limpieza es la de aire-zaranda, que separa las semillas según el tamaño y el peso. El material se recepciona en una tolva; la semilla se hace pasar después por encima de una serie de dos a ocho cribas que alternativamente van eliminando el material extraño sobre la criba y lo van clasificando a través de esta, mientras que la aspiración de la masa elimina el material ligero. Se puede ajustar el grado de la corriente de aire procedente de los ventiladores, el paso de esta y su movimiento vibratorio, según la velocidad de una excéntrica conectada al árbol impulsor y el tamaño y la forma de los orificios de la zaranda. Se dispone en la actualidad de más de 200 zarandas diferentes y el número de combinación de los ajustes es casi infinito.

La mesa de gravedad se utiliza para separar las semillas de tamaño, forma y textura superficial parecida, basándose en la diferencia de peso específico. Las semillas se disponen en una plataforma porosa inclinada con movimiento alternativo.

Un chorro de aire estratifica las semillas en capas de diferentes densidades; el movimiento de la plataforma desplaza hacia arriba las partículas más pesadas en contacto con la misma; mientras que la corriente de aire desplaza hacia abajo las semillas más ligeras.

Limpiadoras caseras. Una opción para los lugares donde se procesan pequeñas cantidades de semilla, lo constituyen las limpiadoras caseras, que pueden ser operadas de tal forma que produzcan un producto comercial aceptable. Entre estas máquinas se encuentran la zaranda inclinada oscilatoria, que está compuesta por una malla inclinada, pero colocada sobre una estructura rígida y accionada por una excéntrica que se acopla a un motor o a la toma de fuerza de un tractor; y la zaranda vibratoria colocada sobre una estructura rígida y accionada de la misma forma que la anterior (Yáñez y Funes, 1989).

Cuando no se dispone de ningún tipo de máquina y el cultivo no presenta infestación de malezas prohibidas, se puede lograr una limpieza aceptable si se cuenta con zarandas de diferentes tamaños y formas, que pueden ser operadas manualmente por uno o dos hombres, y utilizar ventiladores o vientos de intensidad media (Matías, C., inédito).

- Embalaje y almacenamiento

El embalado o envasado de las semillas durante el almacenamiento, transporte y comercialización, es un proceso de vital importancia (Humphreys y Riveros, 1986). Existen diferentes tipos de envases, que se clasifican según Harrington (1963) en tres tipos, de acuerdo con la penetración de la humedad: a) completamente porosos, que comprenden los silos para almacenar a granel, los sacos de papel, yute y algodón, etc; b) resistentes a la humedad (polietileno, asfalto); c) a prueba de humedad (silos sellados de acero, envase de hojalata, tambores de aluminio, de fibra-aluminio con empaquetadura, papel de aluminio laminado con plástico).

Para obtener un almacenaje más largo sin pérdidas de germinación y vigor, debe mantenerse la semilla lo más seca y fría posible; una regla empírica para un almacenaje seguro es que el porcentaje de humedad

relativa + temperatura (en grados F) no debe exceder a 100%. Una humedad relativa de 10% y 90 grados F constituye un almacenaje seguro, así como también una humedad relativa de 60% y 40 grados F. Los resultados de muchas pruebas de almacenaje indican que el tiempo durante el cual la semilla puede ser almacenada sin una baja significativa en la germinación, se duplica por cada baja de 1% en la humedad de la semilla y por cada baja de 10 grados F en la temperatura. Así, por ejemplo, una semilla de soya con 8% de humedad mantendrá la germinación por un tiempo dos veces más largo que con una humedad de 9%; si una semilla de soya con 8 % de humedad es almacenada a 70 grados F. mantendrá la germinación por el doble del tiempo que si fuera almacenada a 80 grados F (Harrington. 1963).

Las mejores condiciones de almacenamiento será un lugar fresco y seco. Un buen almacén se considera el que mantenga las siguientes condiciones:

50%t H R y 10°C	
40% H R y 15,5°C	(Por períodos de 2 años)
60% H R y 4,4°C	
40-50 % H R y 10°C	(Por períodos de 3 a 8 años)
60 % H R y 15,5°C	
50 % H R y 15,5°C	(Por períodos de 6 a 18 meses)

Las semillas dañadas, inmaduras y deterioradas no se comportan tan bien como las duras, sanas y vigorosas (Harrington, 1963; Harty y Heather, 1988; Yáñez y Funes, 1989).

La semilla en almacenamiento abierto puede ser guardada con una humedad entre 8 y 10%. Sin embargo, cuando se usan recipientes herméticos, la humedad debe ser de 2 a 3% menor y debe estar entre 4 y 8% (Harrington, 1963; Humphreys, 1976). Sin embargo, los recipientes porosos, como las bolsas de yute, algodón y papel, casi siempre se emplean en aquellas semillas que no pueden ser secadas a menos de 10% de humedad (Linnett, 1988) y deben usarse cabinas con bajas temperaturas (5 a 10°C) y baja humedad relativa (50 a 75%) denominadas frigoríficos.

En las condiciones de frigorífico en Cuba, se ha logrado mantener la germinación de las semillas de las leguminosas *T. labialis*, *S. guianensis*, *L. purpureus* y *L. leucocephala* con una germinación superior al 80% a los 3 años de almacenadas (González, 1990; González y Mendoza, 1991).

- Dormancia

Un aspecto que debe tenerse presente, es que la mayoría de las semillas de los pastos tropicales recién cosechadas presentan bajos niveles de germinación, aun estando en condiciones óptimas para dar nuevas plantas y no lo hacen; a este fenómeno se le denomina dormancia o latencia de la semilla.

Las causas más comunes de latencia de los pastos son:

- Cubiertas florales duras e impermeables al agua y al oxígeno. Se han informado casi todos los géneros de leguminosas tropicales como *Leucaena*, *Stylosanthes*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Neonotonia*, *Pueraria*, *Indigofera*, *Desmodium* y *Teramnus*, así como algunos géneros de gramíneas (*Paspalum*, *Brachiaria* y algunos *Panicum*) (González, Pérez y Matías, 1988).
- Inmadurez del embrión. Se presenta en la mayoría de las gramíneas pratenses, pues muchas semillas no llegan a tener los embriones completamente maduros al ser cosechadas, por lo heterogénea que resulta la floración (Boonman, 1979).
- Presencia de inhibidores de la germinación que controlan la germinabilidad. Entre estas sustancias se encuentran la Cumarina y sus derivados (amoniaco, ácido cianhídrico, aceites esenciales y glucosas). A estas causas se atribuye la dormancia de muchas semillas (Evenari, 1965; Roberts. 1972).

La dormancia es un mecanismo que provoca baja germinación y limita grandemente el establecimiento de los pastos, por lo que es importante establecer métodos adecuados de tratamiento a las semillas para garantizar la siembra de manera homogénea. Con este fin se han desarrollado diferentes métodos para el rompimiento de la dormancia que se clasifican en químicos, físicos y mecánicos.

El método químico más usado en las leguminosas es la escarificación ácida de las semillas de cubiertas duras. Yadava, Verma, Singh y Sastri (1979) obtuvieron buenos resultados en varias especies del género *Medicago* aplicando SO_4H_2 concentrado por 10 minutos. También Seiffert (1982) lo empleó en *Calopogonium*, *Centrosema*, *Leucaena*, *Macroptilium*, *Neonotonia* y *Stylosanthes*; mientras que Sabiiti (1983) obtuvo germinaciones de 90,2% en *M. atropurpureum* y Burbano (1990) en especies de *Centrosema*.

El método físico incluye aquellos factores que no dañan la estructura, como son la temperatura, la luz, etc.

El calentamiento moderado de las semillas "duras" de leguminosas bajo el régimen de temperaturas de 30 a 40°C, acelera su germinación; este tratamiento rompe el hilio. Otra forma es tratarlas con agua caliente a diferentes temperaturas y tiempos de exposición, con lo que se logran buenos resultados. En semillas de *leucaena* de 10 años de edad, Cooksley y Paton (1982), lograron incrementar la germinación de 2 a 91% con agua caliente a 80°C durante 2 a 6 minutos; resultados similares para esta especie fueron informados por González (1990) cuando empleó agua caliente a 80°C (bajada del fuego) durante 2 a 60 minutos.

En otras leguminosas como *S. guianensis*, la inmersión en ácido sulfúrico durante 10 minutos incrementa la germinación (Harty, 1988) y el agua caliente a 80°C (retirada del fuego) durante 2 minutos hasta los 8 meses de almacenada la semilla, es un buen tratamiento para esta especie (González, 1990). Sin embargo, Gilbert y Shaw (1979) sugirieron el empleo de agua caliente entre 65 y 85°C como un método eficiente, al igual que el agua a 55°C durante 20 minutos señalado por Butler y Rickert (1981). Para un grupo de *Stylosanthes*, Lehane (1981) recomienda agua caliente a 80°C por 6" seguido de enfriamiento a 0°C; otros como McKeon y Rook (1983) recomendaron el agua caliente a 85°C durante 18 horas y enfriamiento en agua a 3°C. 85°C durante 18 horas y enfriamiento en agua a 3°C.

El agua caliente hasta el enfriamiento se recomienda para *C. pubescens* (Aragao y Costa, 1983) y también en otros géneros como *Pueraria* y *Macroptilium* (Cabrales, 1983). González y Mendoza (1991; 1991 a) obtuvieron buenos resultados en *T. labialis* cv. Semilla Clara cuando lo trataron con agua caliente a 80°C (bajado el recipiente del fuego) por 2 minutos.

La escarificación mecánica contribuye a incrementar notablemente la germinación. Siratro y *Neonotonia* pueden incrementar su germinación de 20 a 25% hasta 90% con esta escarificación (González et al., 1988).

CAPITULO II. CONDICIONES EXPERIMENTALES

II.1. El clima del área experimental

La Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" está ubicada a 1 km del central España Republicana en el municipio de Perico, en el punto geográfico determinado por los 22° 48' 7" de latitud norte y los 81° 2' de longitud oeste, a una altura de 19,01 m sobre el nivel del mar (Anón, 1971).

En la tabla 11.1 se muestran las principales características climáticas del área durante los años 1985 a 1994. El promedio anual de las precipitaciones fue de 1 282,1 mm; junio fue el mes de mayor precipitación con 249,4 mm; mientras que diciembre, enero y febrero fueron los meses más secos con 24,4; 26,8 y 24,9 mm respectivamente. La mayor cantidad de lluvia se produjo entre los meses de mayo a octubre (1 028,1 mm), lo que representó el 80,1% de las precipitaciones anuales.

La temperatura promedio mensual se mantuvo por encima de 19°C y no sobrepasó los 26,7°C, con una media anual de 23,5°C. Entre los meses de mayor temperatura se destacó agosto con una máxima promedio de 33,5°C; mientras que enero, febrero y marzo presentaron temperaturas mínimas promedio de 15,9; 14,4 y 15,5°C respectivamente.

La humedad relativa del aire fue generalmente alta y osciló entre 78-85 % en el período lluvioso y 75-81 % en el poco lluvioso, con un promedio anual de 81,6%.

Tabla II.1. Principales características climáticas del área experimental (promedio de 10 años, 1985a 1994).

Meses	Temperatura °C			Lluvia (mm)	Humedad Relativa(%)	Horas	Evaporación sol (mm)
	Máx	Mín	Media				
Enero	28,0	15,9	20,5	26,8	81,1	7,2	124,3
Febrero	28,8	14,4	21,1	24,9	79,1	8,0	139,7
Marzo	30,1	15,5	19,8	44,7	76,9	8,4	191,0
Abril	31,2	16,4	21,0	76,6	75,7	9,0	203,0
Mayo	32,0	21,4	25,1	186,1	78,8	8,3	166,1
Junio	32,7	21,8	26,5	249,4	83,8	7,4	161,5
Julio	33,4	21,5	26,7	161,2	82,7	8,4	180,1
Agosto	33,5	21,4	26,5	154,8	83,6	8,1	157,6
Septiembre	32,7	21,1	26,2	173,4	84,3	7,7	146,3
Octubre	31,3	19,7	24,7	103,2	84,8	7,4	120,2
Noviembre	29,3	18,3	23,4	56,6	84,9	6,4	113,4
Diciembre	28,0	15,2	21,2	24,4	83,5	6,8	109,0
TOTAL	371	222,6	282,7	1282,1	979,2	93,1	1812,2
X	30,9	18,5	23,5	-	81,6	7,7	

La evaporación se mantuvo en ascenso en los primeros meses del año y alcanzó en marzo y abril valores extremos de 191 y 203 mm respectivamente, para después descender a valores mínimos de 109,0 mm en el mes de diciembre.

II.2 El suelo del área experimental

Estos suelos ocupan aproximadamente un 15 % de la superficie del país (Academia de Ciencias de Cuba, 1979) y los principales macizos están en las provincias de La Habana, Matanzas, Ciego de Ávila y en algunas zonas de Camagüey, Villa Clara y Cienfuegos.

Los suelos Ferralíticos Rojos se forman bajo la influencia del proceso de ferralitización (Shishov, Shishova y Villegas. 1973; Hernández, 1986), lo cual tiene lugar en condiciones de clima caluroso y húmedo o de humedad alternante (con precipitaciones anuales superiores a los 700 mm) bajo la influencia de vegetación boscosa o de sabana, a partir de rocas calizas duras y esquistas y en menor grado pueden formarse sobre rocas ígneas. Este proceso se caracteriza por una alteración intensa de los minerales, una eliminación de la mayor parte de las bases alcalinas y alcalinotérreas y una parte de la sílice, formación de minerales arcillosos del tipo 1:1 y óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio (Academia de Ciencias de Cuba, 1979).

Estos suelos se caracterizan por presentar un perfil muy homogéneo con cambio gradual entre los horizontes hasta llegar a la roca madre, donde hay poca diferenciación, lo cual indica que la meteorización es avanzada

debido a la desaparición del carbonato de calcio y al aumento de los óxidos de hierro y aluminio.

Por su composición mecánica predominan los arcillosos, que alcanzan un 83% de arcilla en el horizonte inferior (Shishov et al., 1973); en condiciones de humedad normal poseen adecuada aereación y buenas propiedades físicas; al trabajarlos en condiciones de alta humedad su compactación crece hasta niveles inadecuados para el desarrollo de la mayoría de los cultivos (Agafonov y Roldos, 1973). Las características químicas más sobresalientes de este suelo en el área experimental se indican en la tabla II.2.

Tabla II.2. Características químicas del suelo en el área experimental.

Profundidad (cm)	pH H ₂ O	Nt (%)	Acidez hidrolítica Meq/100g	P ₂ O ₅ (ppm)	Ca	Cationes cambiables (meq/100 g)		
						Mg	Na	K
0-24	6,3	0,11	1,70	22,8	6,56	1,20	0,20	0,12
24-56	6,4	0,10	2,07	15,8	4,40	0,91	0,17	0,23
56-84	6,2	0,06	1,42	12,3	4,40	2,11	0,19	0,11

Los resultados muestran que el pH fue ligeramente ácido, mientras que el suelo se encontraba medianamente abastecido de N y con un contenido bajo de fósforo (según el método de Oniani). Es característico de este suelo el predominio de calcio entre los cationes cambiables.

II.3 Descripción de las principales especies

***Centrosema pubescens* Benth.**

Esta especie es conocida como Jetirana (Argentina y Brasil); Bejuco de chivo y Campanilla (Colombia) y Butterfly pea (Gran Bretaña).

Es una hierba vigorosa, rastrera, voluble y trepadora; en rodales puros forma una cubierta compacta y densa de 40 a 45 cm de alto a los 4 y 8 meses de la siembra; es muy hojosa, los tallos son ligeramente pubescentes y no se vuelven leñosos al menos hasta los 18 meses. Sus hojas son trifoliadas, con folíolos de color verde oscuro, elípticos u ovalado-elípticos, obtusos o poco acuminados, de unos 4 x 3,5 cm, ligeramente pubescentes sobre todo en la cara inferior. Estípulas largas, persistentes; flores grandes y vistosas, que crecen en los racimos axilares; cada una tiene dos bracteolas estriadas.

Flores de color lila claro o pálido en ambos lados de una banda central amarillo-verdosa con numerosas fajas o manchas violeta oscuro. Vaina lineal con márgenes prominentes de 7,5 a 15 cm de largo, plana, gruesa, recta o ligeramente torcida, acuminada, pardo oscura si está madura; contiene hasta 20 semillas y posee tabiques entre las mismas. Semillas poco oblongas a casi cuadradas con esquinas redondeadas, de 4 a 5 mm de largo y 3 a 4 mm de ancho, negro parduscas, moteadas de manchas más oscuras con un halo de color más claro. Wiison y Lansbur (1958) indicaron que esta planta tiene un sistema radical superficial de una profundidad media de 30 cm con dos raíces principales por cada 90 cm².

Es nativa de Sudamérica tropical y fue introducida en la península de Malaya e Indonesia como cultivo protector, probablemente durante el siglo XIX. En la actualidad vegeta extensamente en los trópicos, incluyendo Cuba; para el período vegetativo prefiere las condiciones húmedas con un máximo de 25,6°C. Se mantiene latente durante el invierno.

Ludlow y Wilson (1970) registraron solamente un 5,3 % de producción de materia seca, cuando creció a 20°C comparado con el crecimiento a 30°C. Bowen (1959 a y b) indicó que el crecimiento cesaba a los 12,8°C.

El límite de latitud es alrededor de 22° N y S y está muy extendida a una altura por debajo de los 600 m (Crowder, 1960). Atkinson (1970) indica que *Centrosema* se presenta desde el nivel del mar hasta los 915 m.

Prefiere los trópicos húmedos donde la precipitación exceda los 1 750 mm o se aplique riego, pero crece en zonas que reciben 750 mm o más. Vegeta bien en Serere, Uganda, donde caen 1 325 mm al año.

Por sus raíces profundas es tolerante a la sequía, pero tiene un crecimiento lento en la estación seca (Porbery, 1967); con la sequía prolongada se le caen las hojas. Es bastante tolerante a las inundaciones con respecto a *Macroptilium atropurpureum*. Fariñas (1965) informó que puede sobrevivir en aguas estancadas durante 2 meses.

Crece bien en una amplia gama de suelos, desde los franco arenosos a los arcillosos, aunque prefiere los franco arcillosos. Nodula bien en pH de 4.0; el pH óptimo se sitúa entre 4,9 y 5,5. Rijkebusch (1967) señala que necesita un suelo rico en cal.

Las especies nativas de *Centrosema* se encuentran bien noduladas en toda la América Central, pero Bowen y Kennedy (1962) demostraron que *Centrosema pubescens* tiene cierta especificidad hacia el *Rhizobium*, con

variaciones hereditables en la capacidad de nodulación.

Las cantidades de N₂ fijado en asociaciones de gramínea-*Centrosema* se han estimado en 72-280 kg de N/ha/año (Sylvester-Bradley, Souto y Date, 1990).

***Lablab purpureus* (L.) Sweet.**

Planta herbácea anual o perenne de corta vida, que crece en verano, rampante y vigorosamente voluble; tallos robustos, de 3 a 6 m, hojas trifoliadas; folíolos anchos, ovoides-romboides, de 7,5 a 15 cm de largo, delgados, agudos en el ápice, casi lisos por encima y con pelos cortos por debajo. Pecíolos largos y delgados. Inflorescencia abierta, fasciculada, de racimos con muchas flores en pedúnculos alargados. Flores blancas (en la variedad Rongai), azules o purpúreas sobre pedicelos cortos. Vainas de 4 a 5 cm de largo, más o menos en forma de cimitarra, lisas y rostradas por el estilo persistente y contienen de dos a cuatro semillas. En el cv. Rongai las semillas son amarillentas o de color pardo, ovoides, comprimidas lateralmente, con un hilo blanco lineal visible de un cm de largo y 0,7 cm de ancho (Barnard, 1967). Está generalizada en el trópico, sobre todo en África como cultivo comestible.

En Cuba se comporta como una planta de fotoperíodo corto que no florece hasta finales de noviembre. Para un buen crecimiento necesita temperaturas cálidas. En Queensland sudoriental no crece rápidamente hasta diciembre, cuando las temperaturas exceden los 29°C. Brota rápidamente de las plantas viejas. La temperatura mínima para su crecimiento es de 3°C (Murtagh y Dougherty, 1968) y es poco tolerante a las heladas.

Se propaga al sur hasta los 30°C y crece desde el nivel del mar hasta 2 000 m (Crowder, 1960), pero prefiere las elevaciones menores.

Si se emplea como grano crece en lugares donde la precipitación es de 400 mm en el período seco, pero cuando se siembra en suelos profundos necesita más de 700 mm, aunque prefiere una precipitación anual superior a los 2 500 mm. Cuando se establece es muy tolerante a la sequía (Luck, 1965 b) y presenta muy poca tolerancia a las inundaciones; no crece en suelos húmedos (Wilson y Murtagh, 1962; Luck, 1965 b).

Es sumamente tolerante a la textura del suelo, vegeta desde los suelos arenosos profundos a los arcillosos pesados, siempre que el drenaje sea bueno y el pH de 5,5 a 7,5. La salinidad reduce la población vegetal y produce hojas cloróticas.

El *Lablab* no nodula con facilidad con las estirpes nativas de *Rhizobium*, por lo que requiere ser inoculado con la estirpe Caupi CB 756 (Norris, 1967)

***Macroptilium atropurpureum* (DC) Urb.**

Es una planta perenne de raíces profundas con tallos rastreros pubescentes, que puede enraizar en todas las partes y por cualquier punto de su longitud, especialmente en los suelos arcillosos húmedos, aunque rara vez en suelos arenosos secos. Hojas pinnadas trifoliadas, de color verde oscuro y ligeramente pilosas en la cara superior, plateadas y muy pilosas en la inferior. Folíolos laterales ovalados, obtusos, de unos 4 a 6 cm, con frecuencia lobulados simétricamente. La inflorescencia es un racimo; pedúnculos de 10 a 30 cm de largo, con 6 a 12 flores agrupadas en el ápice, de color púrpura oscuro con un tinte rojizo cerca de la base de los pétalos. Vainas rectas, de unos 7,5 cm de largo y con muchas semillas; cuando maduran, las vainas se abren con violencia.

Semillas de color pardo claro a negro, de forma ovoide aplastada; miden 4 x 2,5 x 2 mm (Barnard, 1967).

La temperatura óptima para su crecimiento es de 26,5 a 30°C, con mínimas medias diarias superiores a los 21°C. El crecimiento es escaso en un rango de temperatura día/noche de 21/16°C y 18/13°C; el máximo de materia seca se produce a 30/25°C y 27/22°C en un día largo.

Las heladas de invierno causan una defoliación severa, pero no afectan en gran medida su supervivencia. El límite de latitud es aproximadamente de 30° N y 28° S y el crecimiento es muy lento en las elevaciones superiores a los 610 m.

Es sumamente resistente a la sequía debido a su profundo enraizamiento (T'Mannetje, O'Connor y Burt. 1980). No tolera inundaciones, necesita por lo menos 615 mm de lluvia y preferiblemente más de 850 mm. No prospera en regiones de intensas precipitaciones por encima de los 1 800 mm.

Crece en una amplia gama de suelos, excepto en los mal drenados (Davies y Hutton, 1970). Vegeta en suelos arenosos profundos y francos hasta en los arcillosos ligeros. El rango de pH oscila desde 4,5 hasta 8. Nodula bien con cepas nativas de rizobio y se plantea que no es necesaria su inoculación (Tang, Menéndez, Cantillo y Gazó, 1988)

***Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.**

Leguminosa perenne, vigorosa, voluble y trepadora, ligeramente leñosa, velluda, de raíces profundas y más bien esbelta. Sus tallos principales tienen 0.6 cm de diámetro y alcanzan hasta 5 ó 6 m de longitud. Puede

enraizar por los nudos y de estos se forman una serie de ramas laterales o secundarias. Estas se entretajan y pueden constituir una masa de 60 a 75 cm de profundidad, a los 809 meses de la siembra los brotes jóvenes se hallan densamente cubiertos de pelos pardos. Las hojas son grandes y trifoliadas, que brotan en peciolo de 5 a 10 cm de largo cubiertas por pelos ascendentes. Los foliolos son delgados, triangulares ovalados y muy superficialmente lobulados. De los racimos axilares brotan parejas dispersas de pequeñas flores de color malva a púrpura oscuro; los racimos tienen de 15 a 30 cm de largo y están sobre pedúnculos de unos 12,5 cm de largo. La legumbre es recta o ligeramente curva, lineal, cilíndrica, de 7,5 a 8,5 cm de largo, que contiene por lo general unas 16 semillas oblongas o más bien cuadradas, con esquinas redondeadas, de color pardo a negro pardusco y de unos 3 mm (Barnard, 1967) Es originaria del Asia sudoriental y actualmente se halla muy extendida por los trópicos húmedos. Su crecimiento óptimo se obtiene con temperaturas de alrededor de 25°C y mínimas de 12,5°C.

Su latitud se extiende hasta los 23° S, pero el mejor comportamiento es en las regiones ecuatoriales hasta 17,5° S. Prefiere altitudes bajas, aunque puede crecer hasta los 1 000 m.

Vegeta mejor con precipitaciones superiores a los 2 500 mm o en terrenos pantanosos en áreas de menor pluviosidad, aunque puede vivir con 850 mm y mucho mejor con 1 160 mm.

Es poco resistente a la sequía y se adapta a una amplia gama de suelos, desde los arenosos hasta los arcillosos, con un pH entre 5,2 y 7,5. No tolera la salinidad. Aunque nodula bien con especies nativas de rizobio, se recomienda inocular con la cepa CB 756 de Australia. En Cuba Tang, Menéndez, Gazó, Castañeda y Pérez-Hernández (1991) encontraron que las cepas más efectivas fueron la IH-1014 y la IH-1040.

***Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.**

Planta herbácea, perenne erecta de crecimiento estival con tallos erguidos ramificados hasta un metro de altura, que pueden volverse procumbentes con el pastoreo; los tallos son pilosos y pasan a ser leñosos en la base con la edad; hojas pinnadas trifoliadas, con foliolos elípticos de 15 a 55 mm de largo y de 7 a 13 mm de ancho, leñosas en algunos ecotipos; peciolo de 6 a 15 mm de largo. Inflorescencia de varias espigas de pocas flores agrupadas en cabezuelas terminales; espigas sésiles en brácteas unifoliadas y pilosas; no existe rudimento axilar; flores amarillas; vainas pilosas con una articulación fértil y un rostrado muy pequeño. Semillas pardo-amarillentas con un largo promedio de 1,75 mm (Barnard, 1967), de lados planos, apretadamente encerradas en una cáscara parda que puede eliminarse con un ligero trillado. La raíz principal puede alcanzar hasta un metro de profundidad.

Es originaria de América Latina (Mohlenbrock, 1963), actualmente se halla distribuida en los trópicos y naturalizada en muchos países. Prefiere las temperaturas elevadas del verano; se adapta a las condiciones exentas de nevadas; continúa su crecimiento activo hasta temperaturas de 15°C (Alien y Cowdry, 1961 b), se defolia a los 0°C y las plantas mueren a los 2,5°C (Boelcke, 1964).

Su límite de latitud es de 23° N y S, crece desde el nivel del mar hasta los 2 000 m de altura en Colombia y desde 200 a 1 000 m en Brasil; en Queensland septentrional crece a 450 m y no se encuentra por debajo de los 650 m en Costa Rica.

En Queensland se adapta a un régimen de precipitaciones de 900 a 4 000 mm (Griffiths y Hutton, 1975).

Es resistente a la sequía y tolera anegamientos temporales (Rijkebusch, 1967), pero no crece en pantanos (Gilchrist, 1967).

Vegeta bien en suelos de textura gruesa, pero no en los arcillosos pesados. No se da bien en las arcillas montmorilloníticas de textura fina, prefiere los suelos bien drenados de textura abierta. Puede tolerar suelos extremadamente ácidos (Griffiths y Hutton, 1975) y nodula en aquellos de pH 4 con cepas nativas; puede fijar hasta 100 kg de N/ha/año (Paretas, Suárez y Valdés, 1989). No es muy tolerante a la salinidad.

***Teramnus labialis* (L.F.) Spreng.**

Planta perenne extremadamente variable, trepadora o rastrera a decumbente, con raíces a veces leñosas; tallos de 0,3 a 3 m de largo, delgados, cubiertos de pelos apretados a dispersos, blancos a ferruginosos o glabrescentes; en ocasiones enraiza en los nudos. Folíolos redondeados, elípticos, ovados o incluso estrechamente oblongos o lanceolados, de 1 a 8 cm de largo, 0,5 a 4 cm de ancho, emarginados a acuminados en el ápice, en su mayor parte redondeados en la base, glabros a densamente cubiertos con pelos blancos o ferruginosos por debajo.

Peciolo de 0,9 a 4 cm de largo. Raquis de 1 a 7 mm de largo. Peciólulos de 2 mm de largo. Estípulas lanceoladas, estrechas, de 2 a 3 mm de largo.

Inflorescencia escasa y comúnmente con pocas flores, raquis de 0,3 a 10 cm de largo. Pedúnculos de 0,8 a 3 cm de largo. Pedicelo con su mayor parte delgada, de 1,3 a 4 mm de largo. Bracteolos lineales de 1,5 mm de

largo aproximadamente. El tubo del cáliz glabrescente o peludo, a cada lado, de 1 a 3 mm de largo. Las legumbres son brevemente mucronadas, comprimidas, algo pubescentes, con más de 3 cm de longitud, que contienen de 7 a 12 semillas. La semilla es de forma ovalada glabrosa; de coloración pardo claro y pardo oscuro o negra (Yepes, 1974).

Se encuentra distribuida por el África tropical y meridional, la India, las Antillas británicas. Guyana y Cuba; crece en latitudes de hasta 23° N y altura hasta 20 m, aunque puede llegar a mayor altitud.

Es una planta de fotoperíodo de días ligeramente cortos que comienza su floración en el mes de noviembre. Produce más de 500 kg de semilla/ha.

Aunque nodula bien con las cepas nativas de *Rhizobium*, ha mostrado buena respuesta al ser inoculada con cepas efectivas (Tang, Menéndez, Gazó, Castañeda y Pérez Hernández, 1992).

II.4 Metodología experimental

Los trabajos que se analizan en la presente tesis fueron desarrollados en parcelas experimentales, para lo cual se realizaron labores de tipo convencional en la preparación del suelo. Todas las especies fueron sembradas en hileras con semilla botánica, en la segunda quincena del mes de julio. La cosecha se realizó en los meses de diciembre, enero y febrero según el cultivo, para lo cual se cortó todo el material verde, se presecó al sol y se trilló golpeando con un madero fino. El tamaño de las parcelas fue de 20 m² (4x5) y cuatro réplicas y se cosecharon 12 m² después de eliminar el efecto de borde.

II.4.1 Fertilización y riego

Las fuentes de fertilizante empleadas fueron urea (46% de N), superfosfato simple (19% de P₂O₅) y cloruro de potasio (60% de K₂O). Se realizó una sola aplicación en el fondo del surco en el momento de la siembra para todo el período experimental. La semilla no fue inoculada con cepas de *Rhizobium*, ni se aplicó riego.

II.4.2 Cortes

Para la preparación de la cosecha del segundo año se efectuó un corte a machete, a una altura entre 5 y 50 cm según la especie, en la primera quincena del mes de julio.

II.4.3 Cálculos y análisis estadísticos

El peso de mil semillas se determinó pesando en una balanza analítica cuatro réplicas; mientras que para la pureza se utilizó entre 5 y 50 gramos según el tamaño de la semilla. Para las pruebas de germinación se tomaron cuatro réplicas de 100 semillas y se empleó la metodología de las reglas internacionales del ISTA (1985).

El análisis matemático fue realizado por el método de comparación múltiple de Duncan (1955) y de Newman-Keuls (1952).

II.4.4 Determinación de los elementos climáticos

Los datos meteorológicos (precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación) se tomaron en la Estación Meteorológica ubicada en Indio Hatuey, la cual está situada a unos 300 m del sitio experimental.

II.4.5 Métodos analíticos

Análisis químicos del suelo

1. Contenido de N total. Se determinó por Kjeldahl, (citado por Jackson, 1958).
2. Acidez hidrolítica. Extracción con solución 1 N de acetato de sodio.
3. Contenido de P asimilable. Por el método de Oniani (1964).
4. Cationes cambiabiles. Extracción con acetato de amonio 1 N a pH 7 (Método de Maslova. citado por Dinchev, 1972).
5. pH. Por potenciometría, relación 1:2,5.

CAPITULO III. POTENCIAL Y CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE LEGUMINOSAS

En Cuba, la mayoría de los suelos dedicados a la ganadería son poco fértiles y de topografía accidentada y no se dispone de sistemas de riego ni existen las posibilidades objetivas para ello, por lo que las leguminosas forrajeras pueden jugar un papel importante en la alimentación de la masa ganadera, tanto asociadas con pastos cultivados o pastizales nativos, como en bancos de proteína. Con este fin, se han introducido especies como *M. atropurpureum*, *S. guianensis*, *C. pubescens* y *L. purpureus*, entre otras. Además se cuenta con *T. labialis* y otras especies nativas que se encuentran muy extendidas en las provincias orientales y otras regiones del país, formando praderas mixtas con *Digitaria decumbens* y algunos pastos naturales (Menéndez, 1982). Sin embargo, la problemática de la producción de semillas de dichas especies, además de ser un factor limitante para su propagación, no ha sido suficientemente estudiada y divulgada; de ahí que el objetivo de esta tesis fue estudiar el potencial de producción y calidad de las semillas de estas especies con bajos niveles de fertilización y sin riego.

Experimento 1. Determinación del potencial y calidad de la semilla de leguminosas promisorias.

Materiales y Métodos

Las características químicas del suelo del área experimental se muestran en la tabla III.1 y en las figuras III.1 y III.2.

Tabla III.1. Análisis químico del suelo del área experimental.

Indicadores ⁽¹⁾	Contenido
pH (CIK)	6,10
Fósforo (ppm)	29,80
Potasio (mg/100 g)	7,40
Calcio (meq/100 g)	12,90
Magnesio (meq/100 g)	1,50

(1) Las técnicas analíticas son descritas en el Capítulo II

Tratamientos y diseño. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Los tratamientos consistieron en la siembra de *S. guianensis* cvs. CIAT-184, CIAT-136 y Cook; *T. labialis* cvs. Semilla Clara y Semilla Oscura; *M. atropurpureum* cv. Siratro; *C. pubescens* cv. CIAT-5172 y *L. purpureus* cv. Rongai (dolichos). El experimento tuvo una duración de 2 años.

Procedimiento y mediciones. La siembra se realizó el 15 de julio de 1987 y para ello se emplearon distancias de 75 cm entre hileras y a chorrillo en *Stylosanthes*, *Teramnus* y *Macroptilium*; 75 cm entre surcos y 20 cm entre plantas para el dolichos y 150 cm entre hileras y 20 cm entre plantas para el *Centrosema*. Además, a este último se le situaron soportes vivos de *Pennisetum purpureum*. En el caso del dolichos, la siembra se realizó en ambos años en la primera decena de octubre por tratarse de una planta no perenne. Se realizó una sola cosecha cada año entre el 15 de diciembre y el 2 de febrero, tomándose como parámetro para el momento de cosecha el cambio de coloración de verde a carmelita claro de más del 80 % de las legumbres. Se midió la producción de semilla total y pura, el por ciento de pureza, el peso de mil semillas, la germinación de la semilla en el momento de la cosecha y la incidencia de plagas y enfermedades. Los valores de germinación fueron transformados según $\text{sen}^{-1}\sqrt{\%}$.

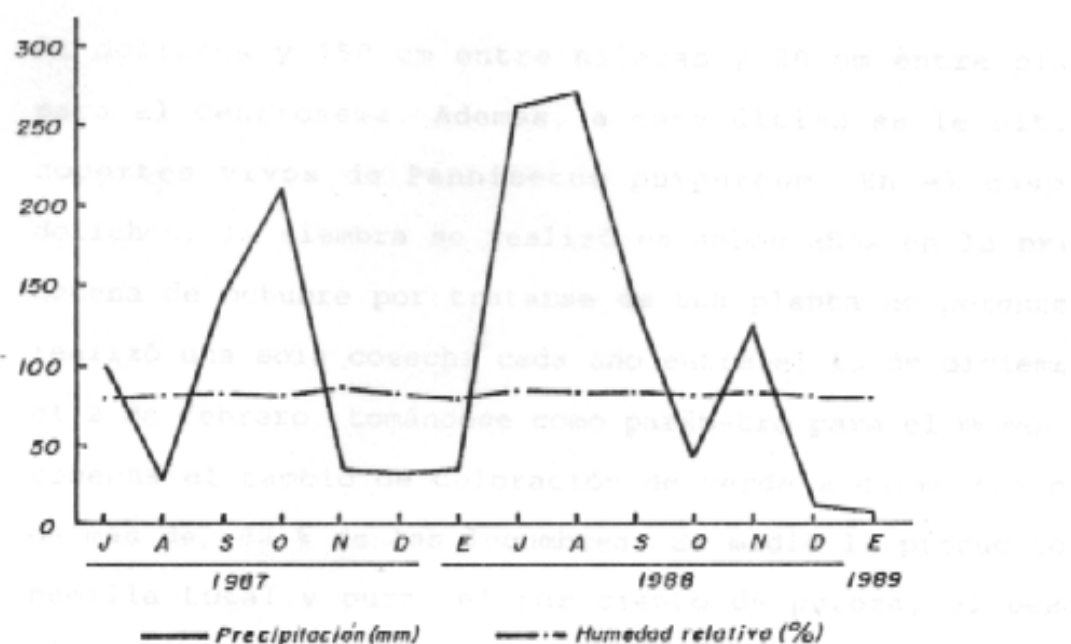


Fig. III. 1. Comportamiento del clima en el ciclo de producción de semilla (precipitación y humedad relativa.)

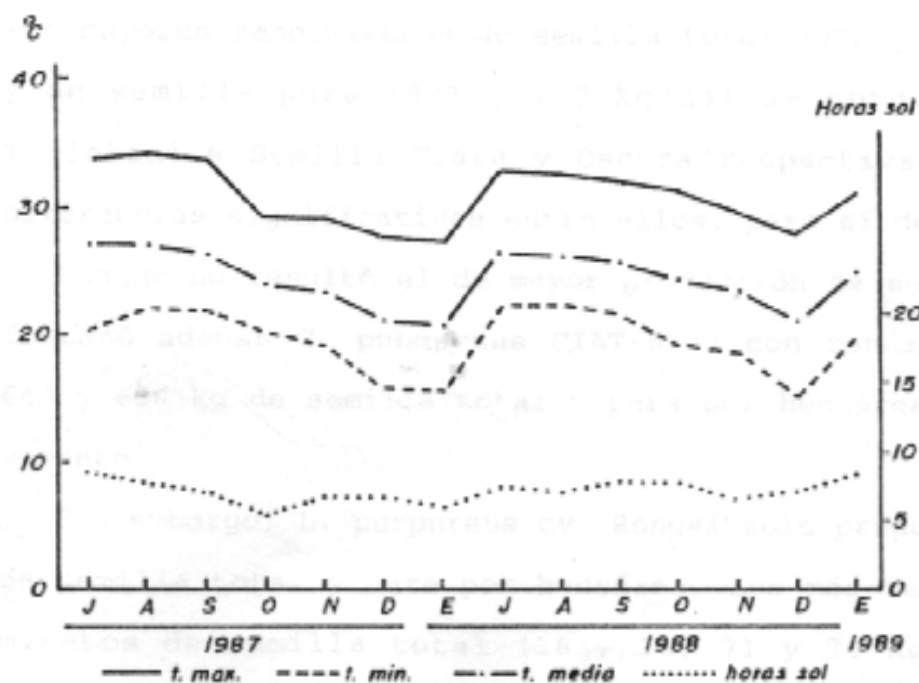


Fig. III. 2. Comportamiento del clima en el ciclo de producción de semilla (temperatura y horas sol)

Resultados

Como se muestra en la figura III.3, durante el primer año los mayores rendimientos de semilla total (928 y 813 kg/ha) y de semilla pura (871 y 797 kg/ha) se obtuvieron con *T. labialis* Semilla Clara y Oscura respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, pero sí del resto.

Aunque no resultó el de mayor producción de semillas, se destacó además *C. pubescens* CIAT-5172 con rendimientos de 649 y 636 kg de semilla total y pura por hectárea respectivamente.

Sin embargo, *L. purpureus* cv. Rongai solo produjo 276 kg de semilla total y pura por hectárea. Los más bajos rendimientos de semilla total (183, 38, 71 y 73 kg/ha) y de semilla pura (173, 30, 64 y 58 kg/ha) se obtuvieron en *M. atropurpureum* cv. Siratro y en *S. guianensis* cvs. CIAT-184, CIAT-136 y Cook respectivamente.

En la figura III.4 se muestra la producción del segundo año, donde los más altos rendimientos de semilla total y pura (566,1 kg/ha) se alcanzaron en *L. purpureus* cv. Rongai, el cual no difirió de *T. labialis* cv. Semilla Oscura, pero sí significativamente ($P<0,01$) del resto de los tratamientos.

Se destacó además *T. labialis* Semilla Clara con 443 y 431 kg de semilla total y pura; mientras que los tres cultivares de *Stylosanthes* tuvieron rendimientos superiores a los del primer año y *Centrosema* y *Macroptilium* no produjeron semilla.

En la tabla III.2 se muestran algunos componentes cualitativos y cuantitativos de la producción de semillas, donde puede apreciarse que el porcentaje de pureza fue elevado en los 2 años, excepto en los cultivares de *S. guianensis* en los cuales el porcentaje fue más bajo (entre 80 y 90 %) en el primer año; mientras que en el segundo alcanzaron valores similares al resto de los cultivares.

En cuanto al peso de mil semillas en los 2 años, el valor más alto correspondió a *L. purpureus* cv. Rongai con 210 y 241,5 g para el primer y segundo año respectivamente, seguido de *C. pubescens* cv. CIAT-5172 con 30 g y Siratro con 13,5 g; mientras que los valores más bajos correspondieron a los tres cultivares de *S. guianensis*.

Tabla III.2. Algunos componentes cualitativos y cuantitativos en la producción de semillas.

Tratamiento	Pureza (%)	Peso mil semillas (g)	No. de semillas/kg	Germinación(%)	
Primer Año					
S. Clara	98 ^b	5,6 ^e	178 571 ^d	27,2 ^c	(21)
S. Oscura	96 ^c	6,4 ^d	156 250 ^d	19,5 ^e	(11)
CIAT-184	98 ^b	30,2 ^b	33 112 ^b	20,4 ^e	(12)
Siratro	94 ^d	13,5 ^c	7 4074 ^e	38,7 ^b	(39)
Rongai	100 ^a	210 ^a	4 762 ^a	89 ^a	(70)
CIAT-184	95 ^f	2,6 ^f	384 615 ^f	26 ^c	(19)
CIAT-136	90 ^e	2,3 ^f	434 793 ^f	26,0 ^c	(19)
Cook	80 ^g	2,4 ^f	416 667 ^f	22 ^d	(14)
ES±	0,10***	0,16***	25 356***	1,22***	
Segundo Año					
S. Clara	97 ^b	5,4 ^b	185 185 ^b	39,2 ^b	(40)
S. Oscura	97 ^b	5,7 ^b	175 438 ^b	35,3 ^c	(33)
Rongai	100 ^a	241,5 ^a	4 141 ^a	80,2 ^a	(97)
CIAT-184	96 ^b	2,8 ^c	357 143 ^c	26,5 ^d	(20)
CIAT-136	96 ^b	2,7 ^c	370 370 ^c	26,5 ^d	(20)
Cook	97 ^b	2,7 ^c	370 370 ^c	27,4	(21)
ES±	0,59***	0,50***	24 320***	5,10***	

a, b, d, e, f, g Valores con superíndices no comunes difieren a $P<0,05$ (Duncan, 1995)

*** $P<0,001$

() Datos originales

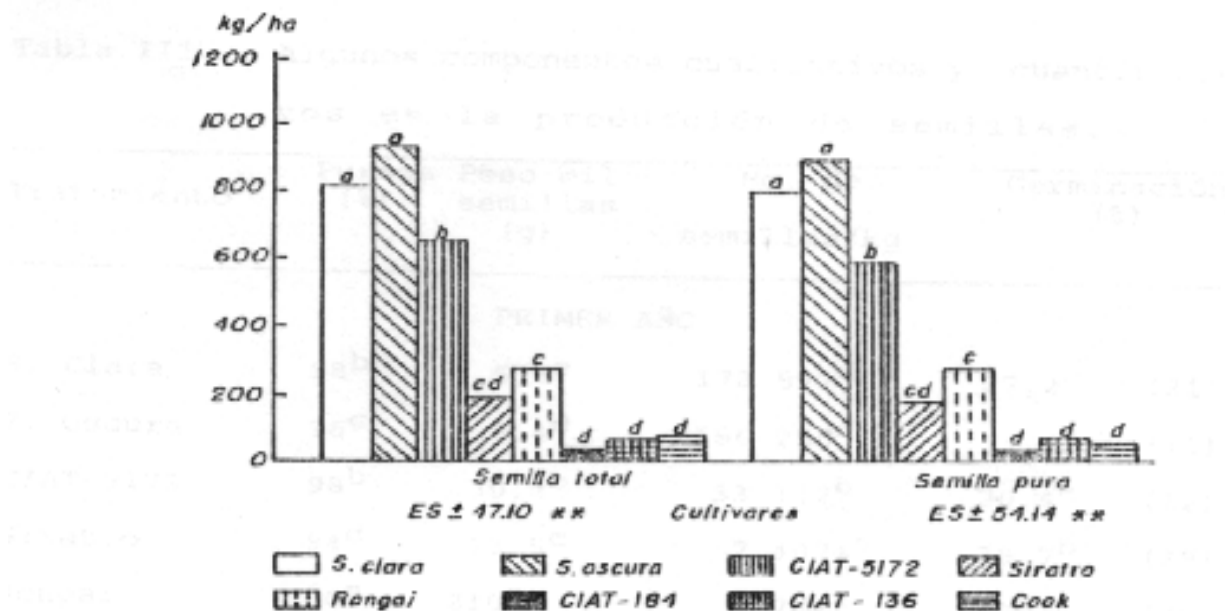


Fig. III-3. Producción de semillas de leguminosas. Primer año.

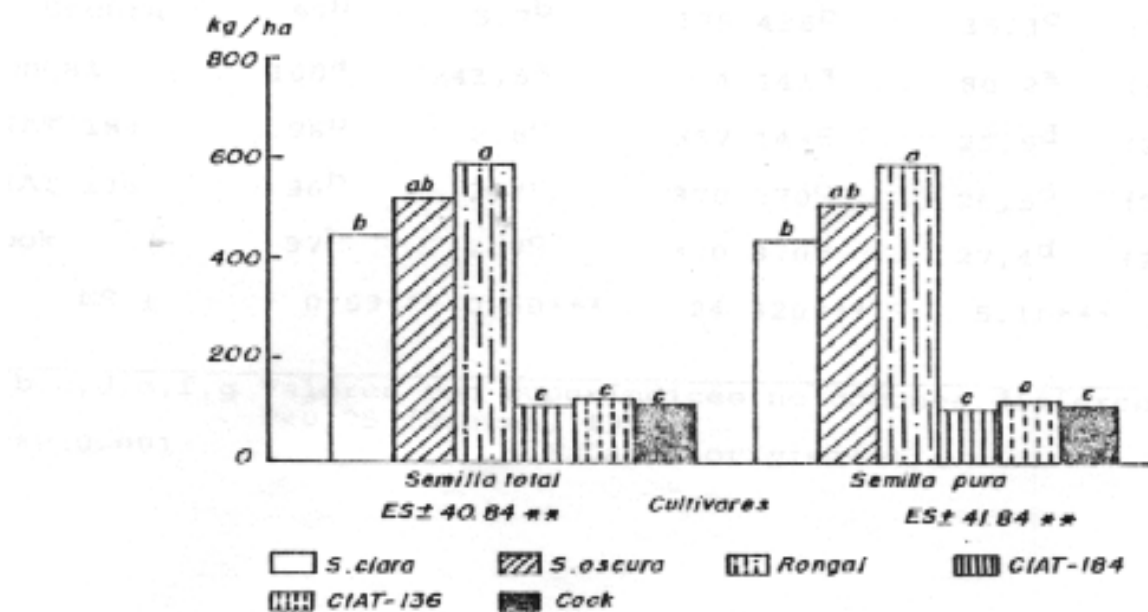


Fig. III-4. Producción de semillas de leguminosas. Segundo año.

El número de semillas por kilogramo en el primer año varió desde 4 762 en *L. purpureus* hasta 434 793 en *S. guianensis* CIAT-136; mientras que en el segundo año fue de 4 141 en *L. purpureus* y de 370 en *S. guianensis*, lo que indica un peso superior de la semilla en esta última especie.

Con relación a la germinación de la semilla en el momento de la cosecha, el mayor porcentaje en el primer y segundo año (70 y 97 %, respectivamente) correspondió a *L. purpureus*. Sin embargo, en el resto de los cultivos la germinación osciló entre 11 y 39% en el primer año y de 21 a 40% en el segundo.

En la tabla III.3 se presenta la incidencia de plagas y enfermedades en el follaje y las legumbres, donde puede apreciarse que tanto en el primer año como en el segundo, solo fueron severamente atacados por plagas Siratro y dolichos; mientras que el más afectado por hongos fue Siratro y por el virus del mosaico *Centrosema* CIAT-5172.

Tabla III.3. Incidencia de plagas y enfermedades.

Cultivares	Plagas				Enfermedades			
	1er Año		2do año		1er año		2do año	
	L	S	L	S	L	S	L	S
CIAT-184	x		x		x		x	
CIAT-136	x		x		x		x	
Cook	x		x		x		x	
CIAT-5172	x		x		x	x	x	x
Siratro		x			x	x		x
S.Clara	x		x		x		x	
S.Oscura	x		x		x		x	
Rongai	x	x	x		x		x	
L Ligerio				S Severo				

Experimento 2. Producción y calidad de la semilla de cultivos promisorios de *Centrosema* y otras leguminosas

Materiales y métodos

Suelo y clima. Las condiciones de suelo se describen en el Capítulo II y las condiciones climáticas prevalentes en el ciclo de producción de semillas en la tabla III.4.

Tabla III.4. Comportamiento de la temperatura, las precipitaciones y la humedad relativa en el ciclo de producción de semillas.

Meses	T. máx (°C)	T. mín (°C)	T. Media (°C)	Lluvia (mm)	H R (%)
1991					
J	33,9	21,6	26,9	222	81
A	33,4	21,2	26,2	231	83
S	32,6	21,5	26,0	61	84
O	31,1	20,9	24,8	166	86
N	27,4	17,5	22,3	5	85
D	27,2	15,2	21,3	22	82
1992					
E	27,5	14,0	20,6	18	82
J	33,9	21,5	26,8	86	81
A	33,5	21,1	26,6	117	83
S	32,6	20,4	25,7	328	86
O	31,3	18,1	24,6	52	83
N	30,7	18,5	24,1	46	82
D	28,5	12,4	20,2	1	80
1993					
E	30,4	17,1	22,7	41	81

Tratamientos y diseño. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, en parcelas de 15 m² de área útil. Los tratamientos consistieron en la siembra de *C. pubescens* CIAT-482, IH-129, CIAT-5151 y CIAT-404; *Centrosema acutifolium* CIAT-5112; *Indigofera mucronata* IH-301; *Aeshynomene histrix* CIAT-9666; *Pueraria phaseoloides* CIAT-9900; *Desmanthus virgatus* "Corralillo" y *Desmodium distortum* CNIA-249.

Procedimiento y mediciones. La siembra se realizó el 20 de junio de 1991 y para ello se empleó la distancia de 100 cm entre hileras a chorrillo y una densidad entre 1 y 2 kg de SPG/ha según la especie.

Se aplicaron 30, 50 y 75 kg de N, P₂O₅ y K₂O/ha respectivamente en el momento de la siembra; no se aplicó riego y se realizó una sola cosecha cada año entre diciembre y febrero, tomando como parámetro para el momento de la cosecha el cambio de coloración de verde a carmelita claro de más del 80% de las legumbres.

Las semillas se cosecharon cortando las plantas; se presecaron al sol, se trillaron y se terminó el secado a la sombra hasta alcanzar entre 10 y 12 % de humedad; inmediatamente después se pusieron a germinar siguiendo las reglas internacionales (ISTA, 1985).

En el mes de julio de 1992 se efectuó un corte para comenzar el ciclo de producción de semillas del segundo año. Se midió la producción de semilla total y pura, el por ciento de pureza, el peso de mil semillas, la germinación en el momento de la cosecha y la incidencia de plagas y enfermedades. Los valores de germinación se transformaron según $\text{sen}^{-1} \sqrt{\%}$

Resultados

Como se muestra en la tabla 111.5, durante el primer año los más altos rendimientos de semilla total (1 101 kg/ha) y de semilla pura (1 024 kg/ha) se obtuvieron en *C. pubescens* cv. CIAT-482, con diferencia significativa ($P < 0,05$) del resto de los tratamientos. Sin embargo, es de destacar la elevada producción de semillas de todos los cultivares de *C. pubescens* y *C. acutifolium* CIAT-5112.

Se destacaron además *I. mucronata*, *A. histrix* y *P. phaseoloides*; mientras que los más bajos rendimientos de semilla se produjeron en *D. virgatus* y *D. distortum*.

En el segundo año la mayor producción de semilla total (529 kg/ha) y de semilla pura (518,1 kg/ha) correspondió a *C. pubescens* cv. IH-129, con diferencia significativa ($P < 0,05$) del resto. Sobresalieron además, con altas producciones, los cultivares de *C. pubescens* CIAT-482 y CIAT-5151, así como *I. mucronata*. Sin embargo, *D. virgatus* no produjo semilla.

En cuanto a la calidad (tabla III.6 y III.6 a), el porcentaje de pureza de la semilla resultó elevado en los 2 años, excepto en *D. distortum* CNIA-240 que fue de 88 % en el primero; sin embargo, en el segundo año la pureza de este cultivo fue similar a la de los demás tratamientos.

Tabla III.5. Potencial de producción de semillas de leguminosas promisorias (kg/ha).

Tratamientos	1992		1993	
	ST	SP	ST	SP
<i>C. pubescens</i> CIAT-482	1 101,6 ^a	1 024,5 ^a	404,7 ^c	358,8 ^c
<i>C. pubescens</i> IH-129	846,2 ^a	820,7 ^b	529,8 ^a	518,1 ^a
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112	779,7 ^c	732,9 ^c	15,4 ⁱ	14,4 ⁱ
<i>C. pubescens</i> CIAT-5151	765,4 ^c	719,5 ^d	145,5 ^f	136,7 ^f
<i>C. pubescens</i> CIAT-404	568,0 ^d	533,9 ^e	95,9 ^g	92,7 ^g
<i>I. mucronata</i> IH-301	551,8 ^d	535,7 ^e	500,0 ^b	480,0 ^b
<i>A. histrix</i> CIAT-9666	485,2 ^e	472,6 ^f	272,6 ^e	267,7 ^e
<i>P. phaseoloides</i> CIAT-9900	346,2 ^f	332,3 ^g	45,4 ^h	44,3 ^h
<i>D. virgatus</i> "Corralillo"	233,7 ^g	215,8 ^h	-	-
<i>D. distortum</i> CNIA-249	123,2 ^h	109,6 ⁱ	329,0 ^d	295,6 ^d
ES±	1,50*	1,45*	1,02*	1,38*

SP Semilla pura

ST Semilla total

a, b, c, d, e, f, g, h, i Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Newman-Keuls, 1952)

* $P < 0,05$

El mayor peso de mil semillas (57,3 g) en el primer año se obtuvo en *C. acutifolium* CIAT-5112, con diferencia significativa ($P < 0,05$) del resto de los cultivares. Entre los cultivares de *C. pubescens* no se encontraron diferencias significativas.

Los más bajos valores correspondieron a *I. mucronata* (1,5 g) y a *D. distortum* (4,7 g); mientras que en el

segundo año el peso de las semillas fue ligeramente más bajo en todos los cultivares de *Centrosema* y similar para el resto.

En cuanto al número de semillas por kilogramo, en el primer año los valores oscilaron entre 17 452 semillas/kg en *C. acutifolium* CIAT-5112 hasta 666 667 en *I. mucronata*, y en el segundo año de 17 606 a 909 091 en estas mismas especies.

Los valores más altos de germinación en el primer año de evaluación correspondieron a *C. pubescens* CIAT-404 (68 %), que no difirió significativamente de IH-129 (68 %), pero sí del resto de los tratamientos.

Tabla III.6. Algunos componentes de la producción y calidad de la semilla.

Tratamiento	Pureza (%)	Peso mil semillas	No. de semillas/kg	Germinación (%)	
1992					
<i>C. pubescens</i> CIAT-482	93,2 ^f	29,1 ^b	34 364 ^b	48,2 ^c	
<i>C. pubescens</i> IH-129	96,9 ^b	29,1 ^b	34 364 ^b	55,5 ^a	
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112	94,1 ^e	57,3 ^a	17 452 ^a	51,7 ^b	
<i>C. pubescens</i> CIAT-5151	94,0 ^e	29,3 ^b	34 130 ^b	47,2 ^c	
<i>C. pubescens</i> CIAT-404	94,0 ^e	28,9 ^b	34 602 ^b	56,0 ^a	
<i>I. mucronata</i> IH-301	96,3 ^c	1,5 ^h	666 667 ^g	43,5 ^d	
<i>A. histrix</i> CIAT-9666	96,9 ^b	7,7 ^f	129 870 ^e	47,0 ^c	
<i>P. phaseoloides</i> CIAT-9900	97,3 ^a	10,9 ^d	91 743 ^d	49,2 ^c	
<i>D. virgatus</i> "Corralillo"	95,5 ^e	18,5 ^c	54 054 ^c	34,7 ^e	
<i>D. distortum</i> CNIA-249	88,8 ^g	4,7 ^g	212 766 ^f	28,7 ^f	
ES±	0,10*	0,38*	5 320*	0,38*	

a, b, c, d, e, f, g, h Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Newman-Keuls, 1952)

* P<0,05

*Valores originales

Tabla III.6 a. Algunos componentes de la producción y la calidad de la semilla.

Tratamiento	Pureza (%)	Peso mil semillas	No. de semillas/kg	Germinación (%)	
<i>C. pubescens</i> CIAT-482	90,0 ^e	27,2 ^c	36 765 ^b	14,7 ^f	
<i>C. pubescens</i> IH-129	97,8 ^{ab}	26,9 ^c	37 175 ^b	22,2 ^d	
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112	94,3 ^d	56,8 ^a	17 606 ^a	65,7 ^a	
<i>C. pubescens</i> CIAT-5151	94,0 ^d	28,8 ^b	34 722 ^b	37,7 ^b	
<i>C. pubescens</i> CIAT-404	96,7 ^c	27,2 ^d	36 765 ^b	20,7 ^d	
<i>I. mucronata</i> IH-301	96,0 ^c	1,1 ^h	909 091 ^f	12,2 ^g	
<i>A. histrix</i> CIAT-9666	98,2 ^a	7,7 ^f	129 870 ^d	18,2 ^g	
<i>P. phaseoloides</i> CIAT-9900	97,6 ^{bc}	10,2 ^e	98 038 ^c	24,7 ^c	
<i>D. virgatus</i> "Corralillo"	-	-	-	-	
<i>D. distortum</i> CNIA-249	98,5 ^a	4,7 ^g	212 766 ^e	10,8 ^g	
ES±	0,24*	0,10*	5 120*	0,43*	

a, b, c, d, e, f, g, h Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Newman-Keuls, 1952)

* P<0,05

* Valores originales

En el segundo año todas las especies, excepto *C. acutifolium*, presentaron una menor germinación en el momento de la cosecha, que se enmarcó entre 4 y 37%.

En la tabla III.7 se muestra la incidencia de plagas y enfermedades; se observó ataque severo de insectos en *D. virgatus* "Corralillo" y ataque severo de enfermedades en *A. histrix* en ambos años.

Tabla III.7. Incidencias de plagas y enfermedades.

Cultivares	Plagas						Enfermedades					
	1er año			2do año			1er año			2do año		
	L	M	S	L	M	S	L	M	S	L	M	S
CIAT-482	x		x				x					
IH-129	x			x			x				x	x
CIAT-5112		x	x			x			x	x		
CIAT-5151	x			x			x					
CIAT-404		x	x						x	x		x
IH-301	x			x		x					x	
CIAT-9666		x		x					x			x
CIAT-9900	x						x				x	
Corralillo		x			x			x			x	
CNIA-249	x			x			x	x				

DISCUSIÓN

Según Hopkinson y Reid (1979), las leguminosas forrajeras tropicales necesitan de un lecho adecuado para crecer y producir semilla; por otro lado, Humphreys y Riveros (1986) plantean que se han obtenido buenos resultados en la producción de semillas de muchas especies en Australia, donde predominan días secos y de alta radiación solar.

Los altos rendimientos de semilla en *teramnus* en el primer año (fig. III.3), parecen estar asociados a las características de esta especie que está naturalizada y bien adaptada en Cuba; además, las condiciones climáticas imperantes proporcionaron una floración masiva y uniforme, lo que permitió realizar una sola cosecha con más del 80 % de las legumbres maduras.

Estos resultados coinciden con la caracterización de dichos cultivares realizada por Yepes (1974) y Menéndez (1982).

Sin embargo, el *teramnus* (fig. III.4) redujo su producción de semillas en el segundo año con respecto al primero, al igual que el resto de las especies estudiadas, excepto *S. guianensis* y *D. distortum*, lo que pudo deberse a que las precipitaciones en la fase reproductiva fueron muy bajas (fig. III.1) y a que su fecha de cosecha se prolongó desde el 21 de diciembre del primer año hasta el 2 de febrero del segundo; por lo tanto, la floración fue mas tardía y no recibió la suficiente agua para alcanzar su máximo potencial.

Esta situación no se presentó en *S. guianensis* y *D. distortum*, que son especies de días ligeramente cortos (Hopkinson y Reid, 1979; Ison, 1984), por lo que la floración ocurrió en ambos años en la última decena de octubre y su cosecha el 21 de diciembre, o sea, entre 50 y 60 días después de las primeras flores, lo que permitió al cultivo hacer un mejor aprovechamiento de las lluvias finales del período lluvioso y aumentar los rendimientos de semilla.

Además de lo anteriormente planteado, la mayor producción de semillas de los tres cultivares de *Stylosanthes* en el segundo año pudo estar influenciada porque se cosechó la semilla en el momento óptimo (entre los 21 y 35 días del inicio de maduración), considerando el momento inicial cuando en el 5 % de las inflorescencias afloraron dos semillas maduras (González y Mendoza, 1994), cuestión que no se tomó en cuenta en el primer año. En los mayores rendimientos de semilla de *D. distortum* CIAT-249, pudo influir que el cultivar es prácticamente un arbusto y alcanzó en el primer año una altura superior a los 2 m y su floración fue muy heterogénea, lo que no sucedió en el segundo año, en que fue sometido a corte y alcanzó un menor porte y la floración y la maduración de las semillas fue más homogénea.

Rendimientos similares a los obtenidos en el segundo año en *S. guianensis* cv. CIAT-184 fueron informados por Chaozu y Schultze-Kraft (1988) en China tropical y por Skerman et al. (1991) en Australia.

Los altos rendimientos de semilla en el primer año (fig. III.3 y tabla III.5) de todos los cultivares de *C. pubescens* y *C. acutifolium*, pudieron deberse a las características de este género de adaptarse bien a las condiciones de Cuba, lo cual fue señalado por Machado y Alfonso (1981), Suárez y Villavicencio (1988) y Matías y Ruz (1991).

Además, la alta producción de semillas pudiera estar asociada a las condiciones climáticas imperantes en el ciclo de producción (figs. III.1 y III.2 y tabla III.4), fundamentalmente las precipitaciones, las cuales fueron muy bajas y provocaron estrés hídrico; ello obligó a las plantas a tener una floración superior y a que su maduración fuera más rápida y homogénea, lo que permitió realizar una sola cosecha con el máximo de legumbres maduras. Efectos semejantes fueron obtenidos por Hopkinson (1977) y Kowithayakorn y Humphreys (1987) en Australia, cuando sometieron a estrés hídrico al *M. atropurpureum*, una planta de floración muy heterogénea.

Sin embargo, en el segundo año la producción de semillas fue inferior o nula en todos los cultivares de *Centrosema*, lo que pudo estar asociado al envejecimiento de la población, como ocurre en las gramíneas, según lo observado por Pérez et al. (1983) y Matías y Ritt (1988), así como a los daños ocasionados por ataques fungosos de *Cercospora* sp y *Rhizoctonia solani*, que atacaron ligeramente todos los cultivares, y por el moteado amarillo (indicador de una enfermedad viral, según lo informado por Delgado y Machado, 1994) que afectó seriamente a los cultivares CIAT-404 y CIAT-5172, lo que ocasionó la despoblación total de este último (tablas III.3 y III.7). Los bajos rendimientos de semilla en el cv. Siratro durante el primer año, estuvieron asociados a la gran heterogeneidad presentada en la floración y maduración de la semilla y al alto grado de dehiscencia de las legumbres, lo que provocó sensibles pérdidas, aunque los valores obtenidos fueron semejantes a los señalados por Skerman et al. (1991) en Australia cuando realizaron una sola cosecha.

En el segundo año el cv. Siratro sufrió severos ataques de insectos, como los crisomélidos (*Diabrotica balteata*, *Andrector ruficornis* y *Colaspis brunnea*) y de hongos (*Rhizoctonia solani* y *Cercospora* sp.), los que provocaron la muerte de las plantas y la despoblación total de las parcelas experimentales.

La apreciable producción de semillas de *I. mucronata*, tanto en el primer año como en el segundo, pudo estar dada porque es una especie de floración bastante homogénea y de legumbres poco dehiscentes, lo que permitió esperar que se produjera el máximo de legumbres maduras para realizar la cosecha sin grandes pérdidas de semilla.

A. *histris* mostró un aceptable potencial en la producción de semillas en el primer año (tabla III.5), a pesar de que se esperó a que el máximo de legumbres madurara para efectuar la cosecha, por lo que se perdió un alto volumen de semillas, por ser esta especie medianamente dehiscente y presentar severos ataques fungosos (tabla III.7). Sin embargo, González (1994) obtuvo rendimientos superiores a 1 500 kg/ha cuando cosechó en el momento óptimo, donde se apreciaban en el área aproximadamente el 70 % de las legumbres secas.

Sin embargo, en el segundo año el cultivo fue severamente atacado por *Rhizoctonia solani*, que provocó despoblación en las parcelas y con ello bajos rendimientos de semilla; lo mismo sucedió en *D. virgatus* en el primer año, el cual fue severamente atacado por bibijagua (*Atta insularis*) que afectó el follaje y provocó despoblación en las parcelas. Estos ataques continuaron después de la cosecha, lo que ocasionó que no se pudiera obtener semillas en el segundo año. Otro factor que pudo influir en la muerte de las plantas es que esta especie se comporta como una planta no perenne cuando se somete a corte.

Según Wildin (citado por Menéndez, Mesa y Esperance, 1985). *L. purpureus* cv. Rongai puede producir hasta 2 000 kg de semilla/ha/año. Sin embargo, los máximos rendimientos obtenidos en Cuba fueron de 780,5 kg/ha/año cuando se sembró en el mejor momento (primera decena de agosto) a una distancia de 50 cm entre surcos y 30 cm entre plantas (Matías, Esperance y Ruz, 1990) y 772 kg/ha/año cuando se utilizó 7,5 kg de SPG/ha como mejor densidad de siembra (Pérez y Reyes, 1989).

Los máximos rendimientos de este cultivar (566 kg/ha/año) se obtuvieron en el segundo año; ello pudo deberse a que el cultivo solo recibió 130 mm de precipitaciones (fig. III.1) en la fase reproductiva, lo que pudo limitar su potencial.

En el primer año los rendimientos de semilla fueron muy bajos, lo que pudo deberse a los daños causados en el follaje por insectos masticadores, específicamente por los crisomélidos (*Diabrotica balteata* y *Andrector ruficornis*) y por el hongo *Cercospora* sp.; mientras que las legumbres y semillas fueron severamente atacadas por *Cercospora* sp y *Colletotrichum* sp. (Tabla III.3).

Las poblaciones de insectos y hongos presentes fueron favorecidas por las condiciones climáticas existentes, tales como: la alta humedad relativa, la menor iluminación solar y los chubascos más frecuentes en el período reproductivo, aunque las precipitaciones fueron bajas (figs. III.1 y III.2).

Los rendimientos de semilla de *P. phaseoloides* CIAT-9900 en el primer año, pueden considerarse satisfactorios y fueron superiores a los informados por Skerman et al. (1991) para esta especie en Australia, lo que pudo deberse a que este cultivo presentó una floración y maduración más homogénea y sus legumbres son menos dehiscentes que las de otros cultivares.

Otro factor que pudo influir positivamente fue que su semilla se cosechó entre los 85 y 90 días después de la aparición de las primeras flores, momento óptimo de cosecha de este cultivar, según lo informado por Yáñez et al. (1995)

Sin embargo, en el segundo año los rendimientos de semilla fueron muy bajos, lo que pudo deberse a que las parcelas no fueron cortadas para la segunda cosecha, con el fin de evitar el deterioro que fue observado por Matías, C. (inédito) en los campos de producción cuando esta especie fue sometida a cortes.

En cuanto a la calidad, el alto porcentaje de semillas puras logrado en el proceso de limpieza estuvo muy relacionado con el tamaño y el peso de la semilla y el equipo utilizado (separador por columna de aire), el cual permitió abrir más o menos la entrada de aire sin pérdidas apreciables de semillas. Sin embargo, valores superiores a los obtenidos fueron informados por Yáñez y Funes (1986) cuando utilizaron un limpiador experimental de aire zaranda.

En el caso del peso de mil semillas y el número de semillas por kilogramo, los valores encontrados están entre los rangos señalados por Skerman et al. (1991) para la mayoría de las especies estudiadas en condiciones de secano en Australia.

Los mejores valores obtenidos en estos parámetros durante el segundo año en *L. purpureus* y *S. guianensis*, pudieron estar asociados a las mejores condiciones climáticas en su período reproductivo, lo cual fue discutido anteriormente en la producción de semillas.

La alta germinación de la semilla de *L. purpureus* recién cosechada, se debió a que esta especie no presenta latencia en el momento de la cosecha; esto corrobora los resultados informados por Yoshiyama, Ono y Sirikratayanond (1979) y Matías et al. (1990).

El resto de las especies y cultivares presentaron, en mayor o menor medida, latencia por corteza dura de la semilla, lo que fue informado por Sabiiti (1983); esta puede romperse utilizando métodos físicos y químicos de ruptura según la especie (Butler y Rickert. 1981; González y Mendoza, 1991).

De los resultados obtenidos, se puede concluir que en el primer año los cultivares estudiados mostraron un potencial de producción de semillas suficiente para su propagación a escala comercial; en el segundo año; aunque los rendimientos bajaron, la mayoría de los cultivares presentaron un buen potencial. Se exceptúan *D. virgatus*, *M. atropurpureum* y *C. pubescens* CIAT-5172, los cuales no produjeron semillas a consecuencia de severos ataques de insectos, hongos y del moteado amarillo, respectivamente.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

La producción de semillas de leguminosas en el país augura importantes resultados para el desarrollo futuro de la ganadería. En el análisis realizado anteriormente se muestra el potencial productivo de una amplia gama de cultivares de esta especie. Sin embargo, se hace necesario valorar el uso de estas variedades desde dos puntos de vista: por una parte, para la producción semillera, y por otra, como elemento importante dentro de los pastizales.

Durante el proceso de valoración económica de los resultados, se hizo necesario determinar el costo de la producción de semillas de leguminosas, las inversiones necesarias a realizar en su introducción en los actuales sistemas productivos y un grupo de indicadores que caracterizan su utilización. Es importante señalar que el déficit de información que se presentó durante la realización de este estudio, llevó a la necesidad de utilizar indicadores calculados (Anexos 1, 2 y 3).

En la tabla 1 se muestra cuál debe ser el comportamiento económico y productivo de una hectárea de producción de semillas de leguminosas. Se observan ingresos de 1 916,44 y 1 157,21 pesos para el primer y segundo año respectivamente. El costo por peso durante los primeros 24 meses no supera los 30 centavos y en el caso del costo por kilogramo se alcanzan 80 centavos en el primer año y 2,03 pesos en el segundo año. Además, las inversiones que se necesita realizar para el establecimiento de una hectárea de banco de semillas de leguminosas en condiciones de secano y bajos insumos, pueden ser recuperados en 0,27 años.

Tabla 1. Indicadores económicos de la producción de semillas de leguminosas (para 1 ha).

Indicadores	UM	1er año	2do. año
Costo de inversión	Pesos	453,14	-
Costo de explotación	"	226,36	337,96
Ingresos	"	1 916,44	1 157,21
Ganancia	"	1 690,08	819,25
Plazo de recuperación	años	0,27	-
Costo por peso	Pesos	0,12	0,29
Costo por kg	Peso/kg	0,80	2,03

Los elementos expresados revelan que pueden obtenerse semillas de leguminosas bajo los principios de la eficiencia económica. Como se muestra en la tabla 2, generalmente la producción de semillas en las actuales condiciones puede ser factible técnica y económicamente, si se toman las medidas necesarias.

La factibilidad de la utilización de las leguminosas se muestra en las tablas 3 y 4. en la tabla 3 aparecen reflejadas las características productivas de los sistemas basados en pastos naturales o gramíneas degradadas y de las asociaciones de gramíneas con leguminosas forrajeras; se observa que estas últimas permiten incrementar el número de vacas en ordeño, los nacimientos y la producción en leche.

Tabla 2. Indicadores económico-productivos de la producción de semillas de gramíneas y leguminosas en una hectárea de explotación.

Indicadores	UM	Producción de semillas	
		Gramíneas	Leguminosas
Costo de la producción bruta	Pesos	450,00	337,00
Valor de la producción	Pesos	1 424,39	1 157,21
Semillas	"	946,01	1 061,21
Forraje	"	478,38	96,00
Volumen de producción	Kg	108,58	156,06
Forraje	T	59,64	10,00
Costo por peso de producción	Pesos	0,32	0,29

Por otra parte, resulta interesante observar el análisis que presenta la tabla 4, pues aquellos sistemas con asociaciones pueden lograr beneficios económicos tales como: incremento de la producción por hectárea al año de 909 litros de leche, aumento en los ingresos de 18 504,00 pesos, reducción del costo por peso y unitario en 0,23 y 0,15 pesos respectivamente.

Se hace necesario analizar todos estos elementos, conjuntamente con los demás requerimientos de la ganadería para cada territorio, de manera que el escalado de este resultado alcance las expectativas de su potencial productivo.

Tabla 3. Características productivas de dos sistemas de producción de leche.

Concepto	UM	Pastos naturales o gramíneas degradadas	Asociaciones de gramíneas con leguminosas forrajeras
Área agrícola	Ha	40	40
Total de UGM	UGM	70	70
Total de vacas	Cbz	60	60
Vacas en ordeño	Cbz	34	36
Carga global	UGM/HA	1,75	1,75
Nacimientos	Cbz	48	51
Muertes			
Terneros	Cbz	2	2
Vacas	Cbz	1	1
Reemplazo terneros	Cbz	6	6
Producción de leche	1/vaca/día	4	6,5

Tabla 4. Indicadores económico-productivos de los sistemas de pastos naturales (gramíneas degradadas) y los sistemas de asociaciones (gramíneas degradadas y leguminosas forrajeras)

Concepto	UM	Pastos naturales o Gramíneas degradadas	Asociaciones de gramíneas con leguminosas forrajeras
Producción de leche			
Vaca/día	1	4	6,5
Ha/año	1	1 226	60
Vacas en ordeño	%	56	60
Ingresos venta de leche	Pesos	24 520,00	42 700,00
Ingreso venta de terneros	Pesos	4 428,00	4 752,00
Total ingresos	Pesos	28 948,00	47 752,00
Ingresos/hectárea	Pesos/ha	723,70	1 186,30
Costos	Pesos	17 801,68	18 301,70
Ganancias	Pesos	11 146,32	29 150,30
Costo por peso	Pesos	0,62	0,39
Costo unitario	Pesos/kg	0,36	0,21

CONCLUSIONES

1. Se cumplió la hipótesis de trabajo de que es posible producir semillas de leguminosas forrajeras tropicales de días cortos, sin riego y con bajas dosis de fertilizantes, siempre que se utilicen suelos de mediana fertilidad y ocurran precipitaciones entre 190 y 300 mm entre los meses de octubre y enero.
2. En el primer año todos los cultivares estudiados mostraron un potencial de producción de semillas suficiente para ser propagados a escala comercial, aunque los destacados fueron *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara y Semilla Oscura y *Centrosema pubescens* CIAT-5172 en el primer experimento; mientras que en el segundo se destacaron los *Centrosema pubescens*, CIAT-482, IH-129, CIAT-5151 y CIAT-404, el *Centrosema acutifolium* CIAT-5112 y la *Indigofera mucronata* IH-301.
3. En el segundo año de explotación se destacaron los dos cultivares de *Teramnus labialis* y *Lablab purpureus*; los *Centrosema pubescens* IH-129 y CIAT-482 y la *Indigofera mucronata* IH-301.
4. La calidad de la semilla en todas las especies y cultivares estuvo entre los rangos requeridos para garantizar una buena siembra.
5. Todas las especies y cultivares, excepto *Lablab purpureus*, presentaron latencia por dureza de su semilla.
6. *Desmanthus virgatus*, *Macroptilium atropurpureum* y *Centrosema pubescens* CIAT-5172 no produjeron semilla en el segundo año, a consecuencia de severos ataques de insectos, hongos y del moteado amarillo, respectivamente, lo que puede constituir una limitante para la propagación de estas especies a escala comercial.

RECOMENDACIONES

- Producir la semilla de las especies y cultivares estudiados en las regiones del país con condiciones similares a las aquí estudiadas.
- Antes de efectuar las siembras de estas especies y cultivares, excepto *Lablab purpureus*, tratar la semilla con-un método químico o físico para romper la latencia producida por su corteza dura.

REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. La Habana, Cuba
- Agafonov, O. & Roldos, J.E. 1973. Influencia de la densidad del suelo rojo Ferralítico sobre otras propiedades físicas y el crecimiento, desarrollo y productividad de la caña de azúcar. Academia de Ciencias de Cuba. Serie Caña de Azúcar. No. 63. p. 19
- Alarcón, M.; Lotero, C.J. & Escobar, R.L. 1969. Production of seed from angleton grass, Jaragua grass and guinea grass. *Agric. Trop.* 25:206
- Allen, G.H. & Cowdry, W.A.R. 1961. Yields from irrigated pastures in the Burdekin. *Qld. Agric. J.* 87:207
- Anon. 1971. Informe general. Memoria de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 5
- Aragao, W.M. & Costa, B.M. da. 1983. Evaluación de métodos de escarificación en la germinación de semillas de *Centrosema pubescens*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. CNPQC. Comunicado técnico No. 6
- Atkinson, W.T. 1970. High altitudes-low latitudes forage plants from México and Latin America. *Proc. XI Int. Grassld. Cong.*, Australia, p. 181
- Barnard, C. 1967. Australian herbage plant register. Canberra. CSIRO. Division of Plant Industry. Australia
- Bilbao, B. & Matías, C. 1980. Efecto del secado y el almacenamiento sobre la germinación de la semilla de *Chloris gayana* cv. Callide. *Pastos y Forrajes.* 3:111
- Boelcke, O. 1964. Forrajeras. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. ACMÉ, Buenos Aires
- Boonman, J.G. & Van Wijk, A.J.P. 1973. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. VII. The breeding for improved seed and herbage productivity. *Neth. J. Agric. Sci.* 21:12
- Borthwick, H.A. 1962. Los procesos vitales de las semillas. En: Semillas. Anuario de Agricultura. Edición Revolucionaria. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. p. 83
- Bowen, G.D. 1959 a. Field studies on nodulation and growth of *Centrosema pubescens* Benth. *Qld. J. Agric. Sci.* 16:253
- Bowen, G.D. 1959 b. Specificity and nitrogen fixation in the *Rhizobium symbiosis* of *Centrosema pubescens* Benth. *Qld. J. Agric. Sci.* 16:267
- Bowen, G.D. & Kennedy, M.M. 1962. Notes on the symbiosis of selected strains of rhizobium in *Glycine javanica*. *Qld. J. Agric. Sci.* 19:425
- Buddenhagen, I.W. & Richards, R.A. 1988. Breeding cool season food improved performance in stress environments. In: World Crops: cool season food legumes. (Ed. R.J. Summerfield). Kluwer Academic Publishers, London. p. 81
- Burbano, E.A. 1990. Efecto de la escarificación química y el almacenamiento en la calidad de semillas de especies de *Centrosema*. *Pasturas Tropicales* 12(3):11
- Butler, J.E. & Rickert, K.Y. 1981. Effect of heat treatment on impermeability of fine stem Stylo seed. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences.* 38:187
- Cabral, R. 1983. Efecto de la escarificación y sistema de empaque y almacenamiento de 5 leguminosas forrajeras tropicales sobre el vigor, la germinación y la latencia de las semillas. Tesis Mag. Sc. Universidad Nacional de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá 113 p.
- Cameron, D.F. 1967. Flowering in ownsville lucerne (*Stylosanthes humilis*). 1. Studies in controlled environments. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 7:489
- Cooksley, D.G. & Patón, C.J. 1982. Viability of *Leucaena leucocephala* seed after storage. *Australian Seed Science Newsletter.* 8:58
- Crowder, L.V. 1960. Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia. Bogotá. DÍA. Boletín técnico No. 8
- Chailakhyan, M.K. 1988. Internal factors of plant flowering. *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 19:1
- Chaozu, He & Schultze-Kraft, R. 1988. Pi Hua Don 184 (*Stylosanthes guianensis* CIAT-184) nueva leguminosa forrajera en China tropical. *Pasturas Tropicales.* 10 (1):34
- Chapman, A.L. & Muchow, R.C. 1985. Nitrogen accumulated and partitioned at maturity by grain legumes grown under different water regimes in a semi-arid tropical environment. *Field Crops Research.* 11:69
- Delgado, A. & Machado, R. 1994. Comportamiento de 11 ecotipos de *Centrosema* ante un moteado amarillo y confirmación práctica del agente causal. *Pastos y Forrajes.* 17:55
- Dinchev, D. 1972. Agroquímica. Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 280 p.
- Diulgheroff, S.; Pizarro, E.A.; Ferguson, J.E. & Argel, P.J. 1990. Multiplicación de semillas de especies forrajeras tropicales en Costa Rica. *Pasturas Tropicales.* 12 (2):15
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics.* 11:1
- Evenari, M. 1965. Physiology of seed dormancy, after ripening and germination. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 30:49
- Eyles, G.O.; Shelton, H.M.; Buranviriyakul, S. & Suk Sri, A. 1973. Fertilizer studies on forage legumes in northeastern Thailand. *Thai. J. Agric. Sci.* 6:35

- Farina, E.C. 1965. Production and distribution of forage seed and vegetative propagation materials in the Philippines. Proc. 9th. Int. Grassl. Congr. Sao Paulo, Brasil, p. 551
- Febles, G.; Pérez, J. & Padilla, C. 1983. Efecto del momento de aplicación del fertilizante fosfórico en la producción de semillas de *Neonotonia wightii*. Rev. cubana Cienc. agríc. 17:171
- Febles, G.; Ruíz, T. & Crespo, G. 1993. Producción de semillas de pastos de leguminosas tropicales. Rev. cubana Cienc. agríc. 27:121
- Ferguson, J.E. 1979. Systems of pasture seed production in Latin America. In: Pasture production in acid soils of the trópics (Eds. L.E. Tergas & P.A. Sánchez). CIAT. Cali, Colombia, p. 385
- Ferguson, J.E. 1985. An overview of the release processes for new cultivars of tropical legumes. Seed Sci. and Technol. 13:741
- Ferguson, J.E. 1990. Overview of seed supply of forage species in tropical Latin America. IHSPRG Newsletter. 13:9
- Ferguson, J.E.; Hopkinson, J.M.; Humphreys, L.R. & Andrade, R.P. de. 1990. Seed production of *Centrosema* species. In: *Centrosema*: biology, agronomy and utilization (Eds. R. Schultze-Kraft & R.J. Clements). CIAT. Cali, Colombia. p. 221
- Fitzpatrick, E.A. & Nix, H.A. 1970. The climatic factor in Australian Grassland ecology. In: Australian Grasslands. (Ed. R.M. Moore). Australian National University Press, Canberra. p. 3
- Gilbert, M.A. & Shaw, K.A. 1979. The effect of heat treatment on hard seededness of *Stylosanthes scabra*, *S. hamata* cv. Verano and *S. viscosa* CPI 34904. Trop. Grassl. 13:171
- Gilchrist, E.C. 1967. A place for Stylo in north Queensland pastures. Qld. Agric. J. 93:344
- González, Yolanda. 1990. Estudio del efecto del almacenamiento sobre la germinación de 4 leguminosas. En: Informe final de etapa de investigación. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 11 p. (Mimeo)
- González, Yolanda. 1994. Potencial de producción de semilla y momento de cosecha de gramíneas y leguminosas. En: Informe final de etapa de investigación. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 15 p. (Mimeo)
- González, Yolanda & Mendoza, F. 1991. Comportamiento de la germinación de *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara. I. Con tratamientos antes de sembrar. Pastos y Forrajes 14:27
- González, Yolanda & Mendoza, F. 1991 a. Comportamiento de la germinación de *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara. II. Tratamientos antes de almacenar. Pastos y Forrajes 14:227
- González, Yolanda & Mendoza, F. 1994. Momento de cosecha de las semillas de *Stylosanthes guianensis* CIAT-184. Pastos y Forrajes. 17:225
- González, Yolanda; Pérez, A. & Matías, C. 1988. Problemática de la producción de semillas en los pastos tropicales. Segunda parte. Pastos y Forrajes. 11:105
- González, Yolanda; Pérez, A. & Pérez, R. 1987. Determinación del momento óptimo de cosecha en *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Pastos y Forrajes. 10:212
- Griffiths, D.J. & Hutton, E.M. 1975. Tropical and subtropical pasture species. In: Australian Grasslands (Ed. R.M. Moore). Australian National University Press, Canberra, p. 273
- Grobman, A. 1991. Seed industry in south America and other developing areas. IHSPRG Newsletter. 15:7
- Hare, M.D. 1985. Tropical pasture seed production for village farmers in south east Asia. DSIR, NZ
- Harrington, J.F. 1963. Practical instruction and advice on seed storage. Proc. Int. Seed Testing Ass. 28:989
- Harty, R.L. 1988. Seed quality control and testing. In: Tropical pasture seed production. (Ed. I.J. Partridge). Queensland Department of Primary Industries, Australia. p. 85
- Harty, R.L. & Heather, N.W. 1988. Seed storage. In: Tropical pasture seed production. (Ed. I.J. Partridge). Queensland Department of Primary Industries, Australia, p. 99
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas I. Ceba inicial. Pastos y Forrajes. 9:79
- Hesketh, J.D. 1963. Limitations to photosynthesis responsible for differences among species. Crop. Sci. 3:493
- Hides, D. & Desrouches, R. 1989. The role of seeds in forage production. Factors limiting optimal utilization. Proc. XVI Int. Grassl. Cong., Nice. 3:1777
- Hopkinson, J.M. 1977. Siratro seed production. Trop. Grassl. 11:33
- Hopkinson, J.M. 1980. Seed release to commerce. In: Collecting and testing forage plants. (Ed. R.J. Clements and D.G. Cameron). CSIRO, Melbourne. 141 p.
- Hopkinson, J.M. 1988. Morphology and flowering of legumes. In: Tropical pasture seed production. (Ed. I.J. Partridge). Queensland Department of Primary Industries, Australia. p. 6
- Hopkinson, J.M. 1988 a. Environments for legume seed production. In: Tropical pasture seed production. (Ed. I.J. Partridge). Queensland Department of Primary Industries, Australia. p.16
- Hopkinson, J.M. 1988 b. Harvesting legume seed. In: Tropical pasture seed production. (Ed. I.J. Partridge). Queensland Department of Primary Industries, Australia, p. 63
- Hopkinson, J.M. & Reid, R. 1979. La importancia del clima en la producción de semilla de leguminosas forrajeras tropicales. En: Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. (Eds. L.E. Torgas y P.A. Sánchez). CIAT.

- Cali. Colombia, p. 365
- Humphreys, L.R. 1979. Tropical pasture seed production. PAO. Rome. 143 p.
- Humphreys, L.R. & Riveros, F. 1986. Seed production of tropical pastures. PAO, Rome. 203 p.
- Ison, R.L. 1984. Development of floral apex after floral induction in Stylo (*Stylosanthes guianensis*). Ann. Bot. 58:813
- Ison, R.L. & Hopkinson, J.M. 1985. Pasture legumes and grasses of warm climate regions. In: Handbook of flowering. (Ed. A.H. Halevy). Vol. 1. CRC Press, Fla. USA
- ISTA. 1985. International rules for seed testing. Annexes to chapter 5. Seed Sci. and Technol. 13:421
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analyses. Practice Hall, Englewood Cliffs, N.Y.
- Jones, R.J. & Jones, R.M. 1971. Agronomic factors in pasture and forage crops production in tropical Australia. Trop. Grassl. 5:229
- Keller-Grein, G. & Passoni, F. 1990. Evaluación agronómica de selecciones de *Centrosema pubescens* en Pucallpa, Perú. En: Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Perú. Centro Internacional Agricultura Tropical. Vol. 1, p. 233
- Keller-Grein, G.; Passoni, F. & Heurck, M. Van. 1990 a. Evaluación agronómica preliminar de germoplasma de *Centrosema macrocarpum* en Pucallpa, Perú. En: Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Perú. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Vol. 1, p. 199
- Keller-Grein, G.; Passoni, F. & Heurck, M. Van. 1990 b. Evaluación agronómica preliminar de 71 accesiones de *Pueraria phaseoloides* en Pucallpa, Perú. En: Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT-Amazonía, Perú. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Vol. 1, p. 213
- Kowithayakorn, L. 1985. Effects of water stress on flowering and seed production of *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. Ph.D. Thesis. University of Queensland
- Kowithayakorn, L. & Humphreys, L. 1987. Fonnation of seed yield in *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. Seed Sci. and Technol. 15:599
- Lawn, R.J. & Williams, J.H. 1987. Limits imposed by climatological factors. In: Food legume improvement for Asian farming systems. (Eds. E.S. Wallis and D.E. Byth) . Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. ACIAR Proceedings No. 18, p. 38
- Linett, B. 1988. Processing pasture seeds. In: Tropical pasture seed production. (Ed. I.J. Partridge). Queensland Department of Primary Industries, Australia, p. 77
- Loch, D.S. 1988. Morphology and flowering of grasses. In: Tropical pasture seed production. (Ed. I.J. Partridge). Queensland Department of Primary Industrias, Australia p. 12
- Loch, D.S. & Bufcler, J.E. 1987. Effects of low night temperatures on seed set and seed quality in *Chloris gayana*. Seed Sci. and Technol. 15:593
- Luck, P.E. 1965. Dolichos lablab a valuable grazing crop. Qld. Agric. J. 11:308
- Ludlow, M.M. & Muchow, R.C. 1988. Critical evaluation of the possibilities for modifying crops for higher production per unit of precipitation. In: Drought Research Priorities for the Dryland Tropics. (Eds. F.R. Bidinger and C. Johansen). ICRISAT. Hyderabad, India, p. 179
- Ludlow, M.M. & Wilson, G.L. 1970. Growth of some tropical grasses and legumes at two temperatures. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 36:43
- Machado, R. & Alfonso, A. 1981. Centrosema. Pastos y Forrajes. 4:249
- McKeon, G.M. & Brook, K. 1983. Establishment of Stylosanthes species: changes in hard seededness and potencial speed of germination at Katherine, N.T. Aust. J. Agric. Res. 34:491
- Manidoo, Ch. 1991. Seed production for pasture development in Thailand. IHSPRG Newsletter. 14:10
- Mannetje, L.'t.; O'Connor, K.F. & Burt, R.L. 1980. The use and adaptation of pasture and fodder legumes. In: Advances in legume science. (Eds. R.J. Summerfield and A.H. Bunting). Royal Botanic Garden, England. p. 537
- Matías, C.; Esperance, M. & Ruz, Vivían. 1990. Efecto de los momentos y la distancia de siembra en la producción de semilla del *Lablab purpureus* cv. Rongai. Pastos y Forrajes. 13:149
- Matías, C. & Ritt, S. 1988. Influencia de dos zonas edafoclimáticas diferentes en el potencial de producción de semilla de cinco cultivares de guinea (*Panicum maximum* Jacq.). Pastos y Forrajes. 11:143
- Matías, C. & Ruz, Vivian. 1991. Determinación del potencial y calidad de la semilla de leguminosas promisorias. Pastos y Forrajes. 14:19
- Menéndez, J. 1982. Teramnus swartz. Pastos y Forrajes. 5:251
- Menéndez, J. 1994. Biogeografía de *Centrosema* en Cuba. Pastos y Forrajes. 17:193
- Menéndez, J.; Mesa, A.R. & Esperance, M. 1985. Dolichos (*Lablab niger*). Pastos y Forrajes. 8:321
- Mohlenbrock, R.H. 1963. Further considerations on *Stylosanthes* (*Leguminosae*). *Rhodora*. 65:248
- Muchow, R.C. 1985. Canopy development in grain legumes grown under different soil water regimos in a semi-arid environment. Field Crops Research. 11:99

- Murtagh, G.J. & Dougherty, A.B. 1968. Relative yields of Lablab and velvet bean. *Trop. Grassl.* 2:57
- Myers, R.J.K. & Wood, I.M. 1987. Food legumes in the nitrogen cycle of farming systems. In: Food legume improvement for Asian farming systems (Eds. E.S. Wallis and D.E. Byth). Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. ACIAR Proceedings No. 18, p. 46
- Nicholls, D.F.; Gibson, T.A.; Humphreys, L.R.; Hunter, G. & Bahnisch, L.M. 1973. Nitrogen and phosphorus response of *Desmodium uncinatum* on seed production at Mt Cotton, South-eastern Queensland. *Trop. Grassl.* 7:243
- Norris, D.O. 1967. The intelligent use of inoculants and lime pelleting for tropical legumes. *Trop. Grassl.* 1:107
- Oniani, O.G. 1964. Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución en los suelos Krasnoziom y Podzólicos de Georgia. *Agrochimia.* 6:25
- Parbery, D.P. 1967. Pasture and fodder crop plant introduction at Kimberley Research Station, W.A. 1963-64. Part II. Annual legumes. Melbourne, CSIRO Aust. Div. Land Use. Res. Tech. Mem. 67/10
- Paretas, J.J.; Suárez, J.J. & Valdés, L.R. 1989. Gramíneas y leguminosas comerciales y promisorias para la ganadería en Cuba. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 112 p.
- Pérez, A. 1994. Influencia de la densidad y la distancia de siembra sobre la producción de semillas de *Stylosanthes guianensis*. *Pastos y Forrajes.* 17:207
- Pérez, A.; González, Yolanda & Matías, C. 1988. Problemática de la producción de semilla en los pastos tropicales. Primera parte. *Pastos y Forrajes.* 11:1
- Pérez, A.; Hernández, C.; Matías, C. & Reyes, Isabel. 1985. Influencia de diferentes dosis de fósforo sobre la producción de semillas de buffel cv. Biloela. *Pastos y Forrajes.* 8:389
- Pérez, A.; Matías, C. & González, Yolanda. 1995. Agrotecnia y producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. Resúmenes Taller Internacional Producción de semillas de pastos para el trópico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba p. 30
- Pérez, A.; Matías, C. & Reyes, Isabel. 1983. Influencia del método y la densidad de siembra en la producción de semillas del cv. Likoni. *Pastos y Forrajes.* 6:351
- Pérez, A. & Pérez, Guadalupe. 1994. Influencia de la densidad y distancia de siembra sobre la producción de semillas de *Teramnus labialis*. *Pastos y Forrajes.* 17:27
- Pérez, A. & Reyes, Isabel. 1989. Influencia de la densidad de siembra sobre la producción de semillas de *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Pastos y Forrajes.* 12:141
- Pérez, A. & Reyes, Isabel. 1991. Influencia de la densidad de siembra sobre la producción de semillas de *Vigna unguiculata*. *Pastos y Forrajes.* 14:219
- Rijkebusch, P.A.H. 1967. Notes on leguminous cover crops in Sisal. Tanganyika Sisal Growers Ass. Sisal Res. Sta. Res. Bull. 44
- Roberts, E.H. 1972. Viability of seeds. Chapman and Hall, London
- Ruiz, T.; Monzote, Marta; López, Mirta; Pereiro, M.; Funes, F.; Castillo, E. & Hernández, C. 1985. Sistema de producción animal basado en Glycine (*Neonotonia wightii*) y *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). Resumen Evento XX Aniversario del ICA. La Habana, Cuba. p. 49
- Sabiiti, E.N. 1983. Ecological studies on *Macroptilium atropurpureum* Urb. in Rwenzori National Park, Uganda. I. Effects of pre-treating seeds with concentrated sulphuric acid, scarification, boiling and burning on germination. *African J. of Ecology.* 21:285
- Salinas, J.G. 1984. Fertilización para la producción de semillas de pastos tropicales. Trabajo presentado en el Primer curso intensivo sobre producción de semillas de pastos tropicales. CIAT. Cali, Colombia. 52 p.
- Salinas, J.G. & Castilla, C. E. 1984. Estrategias implicadas en el uso y manejo de los suelos ácidos en América tropical. En: Primera Reunión sobre evaluación de Sorgos en suelos ácidos de América Latina. CIAT. Cali, Colombia. 22 p.
- Salter, P.J. & Goode, J.E. 1967. Crop responses to water at different stages of growth. U.K. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux. Research Review No. 2
- Seiffert, N.F. 1982. Métodos de escarificación de semillas de leguminosas forrajeras tropicales. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Comunicado técnico No. 13. 6 p.
- Shishov, L.L.; Shishova, V.S. & Villegas, R. 1973. Fertilidad de los suelos de algunas áreas cañeras de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. 172 p.
- Sistachs, M. & León, J. 1987. Susceptibilidad de las leguminosas aroma (*Acacia farnesiana*), marabú (*Dichrostachys glomerata*) y Weyler (*Mimosa asperata*) nacidas de semillas a diferentes herbicidas preemergentes. *Rev. cubana Cienc, agríc.* 21:205
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. & Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO, Roma
- Skerman, R.H. & Humphreys, L.R. 1973. Effect of temperature during flowering on seed formation of *Stylosanthes humilis*. *Aust. J. Agric. Res.* 24:317
- Sousa Costa, N.M. de. & Schultze-Kraft, R. 1993. Biogeografía de *Stylosanthes capitata* Vog. y de *Stylosanthes*

- guianensis* Sw. var. pauciflora. Pasturas Tropicales. 15 (1): 10
- Suárez, J.D. & Villavicencio, C. 1988. Producción de semillas en *Brachiaria decumbens* CIAT-606, *Stylosanthes guianensis* CIAT-184 y varios cvs. de *Centrosema* en la región central de Cuba. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. (Pizarro, E.A., Ed.). I Reunión de la RIEPT-CAC. Veracruz. México, p. 480
- Sweeney, F.C. & Hopkinson, J.M. 1975. Vegetative growth of nineteen tropical and subtropical pasture grasses and legumes in relation to temperature. Trop. Grassl. 9:209
- Sylvester-Bradley, R.; Souto, S.M. & Date, R.A. 1990. Rhizosphere biology and nitrogen fixation of *Centrosema*. In: *Centrosema: biology, agronomy and utilization*. (Eds. R. Schultze-Kraft and R.J. Clements). CIAT. Cali, Colombia. p. 151
- Tang, M. & Menéndez, J. 1988. Evaluación de cepas de *Rhizobium* en cilindros con suelo no perturbado en tres leguminosas tropicales. Pastos y Forrajes. 11:37
- Tang, M.; Menéndez, J.; Cantillo, Madeleyne & Gazó, Magalys. 1988. Respuesta de tres leguminosas tropicales a la inoculación en un suelo Ferralítico Rojo. Pastos y Forrajes. 11:137
- Tang, M.; Menéndez, J.; Castañeda, A. & Téllez, D. 1990. Estudio de la nodulación natural de leguminosas tropicales. I. Sancti Spíritus. Pastos y Forrajes. 13:21
- Tang, M.; Menéndez, J. & Gazó, Magalys. 1989. Selección de cepas eficientes de *Rhizobium* en Siratro y *Teramnus labialis*. Pastos y Forrajes. 12:121
- Tang, M.; Menéndez, J. & Gazó, Magalys. 1991. Estudio de la inoculación con *Rhizobium* en dos cultivares de *Cenbrosema pubescens*. Pastos y Forrajes. 14:13
- Tang, M.; Menéndez, J.; Gazó, Magalys; Castañeda, A. & Pérez-Hernández, E.F. 1991. Selección de cepas efectivas de rizobios en cilindros con suelo no disturbado en leguminosas tropicales. I. Suelo pardo grisáceo. Pastos y Forrajes. 14:133
- Tang, M.; Menéndez, J.; Gazó, Magalys; Castañeda, A. & Pérez-Hernández, E.F. 1992. Respuesta de leguminosas tropicales a la inoculación con rizobio. I. *Centrosema pubescens* y *Teramnus labialis*. Pastos y Forrajes. 15:233
- Tang, M.; Menéndez, J.; Gazó, Magalys; Castañeda, A. & Pérez-Hernández, E.F. 1993. Respuesta de leguminosas tropicales a la inoculación con rizobio. II. *Pueraria phaseoloides* y *Stylosanthes guianensis*. Pastos y Forrajes. 16:31
- Thorne, J.H. 1986. Physiology of soybean seed development. In: Physiological-Pathological interactions affecting seed deterioration. Science Society of América, Madison. Special Publication No. 12, p. 1
- Wickham, B.; Shelton, H.M.; Hare, M.D. & Boer, A.J. 1977. Townsville Stylo seed production in north-eastern Thailand. Trop. Grassl. 11:177
- Wilson, A.S.B. & Lansbury, T.J. 1958. *Centrosema pubescens* ground cover and forage crop in cleared rainforest of Ghana. Emp. J. Exp. Agric. 26:351
- Wilson, P & Murtagh, G.J. 1962. Lab lab-New forage crop for the Worth Coaat. Agricultural Gaaette of B.S.W. 73:460
- Yadava, R.B.R.; Verma, O.F.S., Singh, Amar & Sastii, J.A. 1979. Gennination studice on the Medicago species following seed treatments. Seed Research. 7: 71
- Yáñez, S., Funes, F, 1989. Manual práctico para la producción de semillas de pastos en Cuba, Instituto de Investigaciones en Pastos y Forrajes. HTNAG. La Habana, Cuba. 134. p.
- Yáñez, S.; Funes Monzote, F & Paz, A. de la. 1995. Momento óptimo de cosecha de semilla en Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides* Benth: cv, CIAT-9900, Resúmenes. Taller Internacional Producción de semillas de pastos para el trópico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba, p, 24
- Yepes, S, 1974. Características botánicas de las principales leguminosas tropicales de pastos. Ciencias Agropecuarias. Serie 1. Ing. Agronómica No. 15
- Yoshiyama, T.; Ono, S. & Sirikratayanond D. 1979. J. Jap. Soc. Grassld. Sci. 24:296

ANEXO 1. Ingresos de la producción de semillas de leguminosas (para 1 ha de producción)

PRIMER AÑO

Semilla 281,83 kg x 6,80 pesos/kg = 1 916,44

SEGUNDO AÑO

Semilla 156,06 kg x 6,80 pesos/kg = 1 061,21

Forraje 10,00 t x 9,60 pesos/kg = 96,00

TOTAL: **1 157,21**

ANEXO 2. Valoración económica

Costos de inversión (1 ha)

Preparación de suelo: 150,72 pesos

Siembra: 2,92 “

Semilla: 27,20 “

Fertilización: 48,30 “

Escarde 224,00 “

TOTAL: 453,14 “

Costos de explotación (1er. año)

Combustible: 1,44 pesos

Corte Lubricantes: 0,40 “

Depreciación: 0,12 “

TOTAL: 1,96 “

Combustible: 6,39 pesos

Trillado Lubricantes: 0,60 “

Depreciación: 8,80 “

TOTAL: 15,79 “

Otras actividades

Envase: 3,96 pesos

Embalaje: 9,37 “

Almacenaje: 9,00 “

Subtotal: 40,08 pesos

Salario: 186,28

TOTAL: 226,36

ANEXO 3. Costos de explotación (2do. año)

Corte	Combustible: 2,88 pesos
	Lubricantes: 0,40 “
	Depreciación: 0,12 “
	TOTAL: 3,40 “
Trillado	Combustible: 629 “
	Lubricantes: 0,60 “
	Depreciación: 8,80 “
	TOTAL: 15,69 “
Otras actividades	
	Envase: 2,01 pesos
	Almacenaje: 4,50 “
	Embalaje: 4,68 “
	Escarde: 12,00 “
	Corte de forraje: 9,37 “
	TOTAL: 132,56 “
	Salario: 186,28 “
	TOTAL: 337,96 “