



UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES "INDIO HATUEY"

Selección regional de pastos y uso de alternativas para su establecimiento a bajo costo en el Valle del Cauto

Autor: Ing . *Inocencio Gómez Angulo*

Tutor: Dr . *Rey Machado Castro*

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

2004

DEDICATORIA

A mi esposa, que en los momentos más difíciles y de profundo desvelo, tuvo el gusto y la amabilidad de ayudarme material y espiritualmente sin el más mínimo síntoma de arrepentimiento o disgusto.

A la Revolución Cubana, sin la cual hubiera sido totalmente imposible llevar a vías de hecho la tarea.

Agradecimientos

A mi tutor Rey Machado Castro, quien trabajó intensamente, siempre con la alegría y trato afable que lo caracteriza.

A Yusi y Javier, quienes en la etapa de mayor incertidumbre, mostraron un desprendimiento total para colaborar y ayudarme.

Ing. Inocencio Gómez Angulo

RESUMEN

Varios autores cubanos han reconocido a los pastos y los forrajes como la principal fuente de alimentos para la ganadería vacuna, por ser la vía más barata y fácil a través de la cual se puede lograr la rentabilidad en las fincas de producción sin grandes inversiones. Sin embargo la existencia de pastos naturalizados de bajo valor nutritivo y poca productividad, limitan el desarrollo ganadero en todas sus dimensiones, razón por la cual resulta necesaria la adopción de medidas que permitan bajo una concepción científica del desarrollo, generar los resultados más apremiantes y establecer las alternativas más económicas para su aplicación, de manera que permita desarrollar esta rama de la economía que tanto necesita la población cubana. Basado en los criterios expresados, se condujo esta investigación con el objetivo de determinar las especies de pastos adaptadas al ecosistema más representativo del Valle del Cauto y lograr su introducción de una manera económica en estas condiciones. Para ello se realizaron seis experimentos con especies de las dos familias de plantas más utilizadas como pastos y forrajes a nivel mundial: las gramíneas y las leguminosas. La investigación se realizó en tres fases de trabajo: Fase I; discriminación inicial de especies; Fase II, evaluación y selección y Fase III; establecimiento de las accesiones seleccionadas combinando este proceso con la aplicación de prácticas agroecológicas reconocidas. Los experimentos se realizaron en el ecosistema más representativo del valle del Cauto, donde predomina el suelo Vertisol con características físicas muy específicas y un clima cálido con un nivel de precipitaciones de medio a bajo, temperatura media anual de 26°C y máximas en el verano superiores a los 30°C que dificultan la siembra y atención cultural de los cultivos agrícolas. Se evaluaron inicialmente cuarenta accesiones de gramíneas y diez de leguminosas, de las cuales pasaron a la segunda etapa diez y cinco respectivamente; de ellas se seleccionaron cuatro y tres en ese mismo orden, pasando a la tercera fase tres accesiones de cada familia, las que se establecieron combinando la siembra con especies temporales para la producción de granos, aprovechando las características erectas de ***Sorghum bicolor***, ***Helianthus annuus*** y ***Zea mays*** como tutores. Se concluye que los resultados obtenidos son alentadores ya que se obtienen balances financieros positivos con un nivel de ganancias muy variado entre tratamientos pero muy ventajosos en los policultivos, en los que el costo x peso inferior a la unidad, representa un paso de avance para enmendar los gastos que se producen. Además su demostración práctica, brinda amplias posibilidades para reiniciar la sustitución de especies poco productivas en las fincas ganaderas con el aprovechamiento eficiente de los procesos de establecimiento de pastizales que tradicionalmente se realizan en la ganadería.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. Revisión bibliográfica.....	3
1. Ecosistemas y ecosistemas de pastizales	3
1.1 Introducción de especies de pastos en Cuba.....	4
1.2 Adaptación ambiental de las especies de pastos	4
1.3 Principales factores edáficos que influyen en la producción de los pastos	5
1.4 Influencia de los factores del clima en la producción de pastos.....	6
1.5 El clima de la provincia Granma.....	7
2. Los pastos cultivados.....	7
2.1 Potencial de rendimiento de materia seca de los pastos en Cuba.....	8
2.2 Producción de semillas	9
2.2.1 Factores que influyen en la producción de semillas	10
2.2.3 Sistemas de producción de semillas.....	11
2.3 Calidad del pasto.....	12
2.4 Incidencias de plagas	13
3. Establecimiento de pastizales	14
3.1 Prácticas agroecológicas útiles en el establecimiento de pastizales	15
3.1.1 Policultivos.....	15
3.1.2 Asociaciones de cultivos	16
3.1.3 Intercalamiento de cultivos	16
CAPITULO II. Metodología general	18
1. Plan de investigación.....	18
2. Procedimiento	19
2.1 Preparación del suelo	19
2.2 Tratamientos y tipos de semilla utilizada en la siembra	20
2.3 Descripción de las mediciones y observaciones realizadas.....	20
2.4 Análisis estadísticos.....	21
2.5 Discriminación de especies	21
CAPITULO III. Resultados	23
SECCION A. FASE I. Discriminación inicial de especies	23
Experimento 1. Evaluación y selección primaria de cuarenta accesiones de gramíneas tropicales en Campos Regionales de Evaluación Inicial (CREI) sobre suelo vertisol.....	23
1.1 Materiales y métodos.....	23
1.2 Resultados y discusión	23
Experimento 2. Evaluación y selección primaria de diez accesiones de leguminosas tropicales en Campos Regionales de Evaluación Inicial (CREI) sobre suelo vertisol.....	26
2.1 Materiales y métodos.....	26
2.2 Resultados y discusión	26
SECCION B. FASE II. Evaluación y selección de especies.....	28
Experimento 3. Evaluación de diez accesiones de gramíneas en las condiciones más representativas del Valle del Cauto	28
3.1 Materiales y métodos.....	28
3.2 Resultados y discusión	28
Experimento 4. Evaluación de cinco accesiones de leguminosas en las condiciones más representativas del Valle del Cauto	29
4.1 Materiales y métodos.....	29
4.2 Resultados y discusión	30
SECCION C. FASE III. Alternativas agroecológicas para el establecimiento de especies seleccionadas en fincas ganaderas.....	30
Experimento 5. Intercalamiento de cinco leguminosas temporales durante el establecimiento de tres accesiones de gramíneas seleccionadas en fincas ganaderas	30
5.1 Materiales y métodos.....	30
5.2 Resultados y discusión	31
Experimento 6. Intercalamiento de tres especies temporales durante el establecimiento de tres accesiones de leguminosas seleccionadas y su empleo como tutores para la producción de semillas en fincas ganaderas.	33
6.1 Materiales y métodos.....	33

6.2 Resultados y discusión	33
CAPITULO IV. Análisis económico	36
1. Análisis económico de los resultados	36
Capítulo V. Discusión general	40
Consideraciones finales	44
Recomendaciones	45
Novedad de la tesis	46
Bibliografía	47
Anexos	53

Índice de tablas

Tabla 1. Heterogeneidad de factores que actúan sobre una especie de pasto (Paretas y González, 1990).....	3
Tabla 2. Rendimiento anual de algunas especies de pastos en diferentes suelos de Cuba. (t MS ha ⁻¹ año ⁻¹).....	9
Tabla 3. Comportamiento del rendimiento de de cultivares de gramíneas en diferentes suelos de Granma (t MS ha ⁻¹ año ⁻¹).....	9
Tabla 4. Rendimiento medio de gramíneas de mejor comportamiento y pastos naturales en Cuba bajo diferentes condiciones ambientales. (Machado y Seguí, 1997) (t ha ⁻¹ año ⁻¹).....	9
Tabla 5. Potencial de rendimiento de MS de diferentes leguminosas en Cuba. (t ha ⁻¹ año ⁻¹).....	9
Tabla 6. Respuesta a la longitud del día bajo las condiciones de Cuba de las principales especies (Funes, <i>et al.</i> , 1998).....	11
Tabla 7. Producción de semillas de leguminosas tropicales en diferentes regiones de Cuba (Kg ha ⁻¹ año ⁻¹).	11
Tabla 8. Diferencias entre el valor nutritivo de gramíneas y leguminosas tropicales.	13
Tabla 9. Composición química de los suelos.	19
Tabla 10. Comportamiento de las principales variables climáticas en la región.....	19
Tabla 11. Relación entre variables e indicadores que explican la varianza (resultados promedio de dos años).....	24
Tabla 12. Acciones que pertenecen a cada grupo. (2 años).....	24
Tabla 13. Contribución de los indicadores a la formación de los grupos. (2 años).	24
Tabla 14. Contribución de las variables a la formación del grupo I.	26
Tabla 15. Contribución de las variables a la formación del grupo III.	26
Tabla 16. Relación entre variables e indicadores que explican la varianza (dos años).	27
Tabla 17. Relación de acciones que corresponden a los grupos formados (2 años).	27
Tabla 18. Contribución de las variables a la formación de los grupos (2 años).	28
Tabla 19. Comportamiento de 10 acciones de gramíneas evaluadas bajo corte en suelo Vertisol.	29
Tabla 20. Comportamiento de cinco acciones de leguminosas evaluadas bajo corte en suelo vertisol.	30
Tabla 21. Comportamiento del número de plantas/m ² de las especies de pastos según los tratamientos evaluados a los 45 días después de la siembra.	31
Tabla 22. Porcentaje de cobertura del pasto a los 180 días después de la siembra.	32
Tabla 23. Rendimientos de semillas de las especies de pastos según los tratamientos evaluados.....	32
Tabla 24. Rendimientos de granos de los cultivos temporales (kg ha ⁻¹).	32
Tabla 25. Rendimiento de granos de los cultivos temporales intercalados en sistema de policultivo con leguminosas y en unicultivo (t ha ⁻¹).	34
Tabla 26. Efectos de los factores estudiados sobre el porcentaje de semilla pura y la masa de 1000 semillas de las leguminosas.	34
Tabla 27. Rendimiento de semilla pura de las leguminosas estudiadas según tratamientos (Kg ha ⁻¹).....	35
Tabla 28. Producciones de semillas y granos obtenidas por cada cultivo involucrado, tanto en los sistemas de policultivos como en unicultivo	36
Tabla 29. Comportamiento del índice equivalente del uso de la tierra (IET) según las variantes de intercalamientos empleadas.....	36
Tabla 30. Balance financiero (gastos contra valor de la producción) y costo x peso según los tratamientos evaluados (experimento 5).	37
Tabla 31. Rendimientos medios de semillas y granos de las especies utilizadas.	38
Tabla 32. Valores del Índice Equivalente del uso la tierra (IET) en las combinaciones utilizadas.	38
Tabla 33. Valoración económica de los resultados obtenidos en el experimento 6.	39

Índice de figuras

Fig. 1. Agrupación de las acciones estudiadas en dos años de evaluación.	25
Fig. 2. Agrupación de las acciones estudiadas en dos años.	28

Índice de anexos

Tabla 1. Producción de semillas (kg ha ⁻¹) de gramíneas tropicales en diferentes regiones de Cuba.	53
Tabla 2. Definición de algunos conceptos y actividades inherentes a los experimentos realizados.	53
Tabla 3. Procedimiento para la discriminación de las especies.	54
Tabla 4. Tratamientos evaluados.	54
Tabla 5. Relación de tratamientos evaluados.	55
Tabla 5a. Marco de siembra y dosis de semilla pura germinable (SPG) empleada por especie.	55
Mapa 1. Isoyetas de precipitación en la Provincia Granma (mm anuales).	56

INTRODUCCIÓN

En su afán por lograr un mayor bienestar, el hombre se esfuerza cada día en la búsqueda de nuevos conocimientos que le permitan dirigir acciones encaminadas en ese sentido de una manera productiva y eficiente. Por esta razón, es imprescindible tener presente las relaciones e interrelaciones que existen entre los organismos biológicos y entre estos con el medio ambiente.

Dentro del amplio campo de la biología, los vegetales y los animales se encuentran estrechamente relacionados, pero estos últimos tienen una dependencia muy alta de los primeros para poder desarrollar sus procesos vitales y ambos grupos dependen totalmente del medio ambiente físico para poder vivir (Azzi, 1968).

Las condiciones físicas y químicas, están representadas por el clima, el suelo y la topografía en el entorno natural de los animales y vegetales y sus relaciones e interrelaciones con los organismos vivos constituyen la esencia del ecosistema (Corzo, García, Silva, Pérez y Geerkem, 1999).

Altieri (1997) expresó que los pastos tropicales son un recurso natural que manejados y explotados inteligentemente pueden constituir una opción para la producción animal sostenible.

Los pastos y los forrajes han ocupado un lugar cimero a nivel mundial como base de la alimentación del ganado y constituyen el cultivo más extendido en la agricultura cubana (Funes y Paretas, 1986; Valdés y Planas, 1999; Molina Valdés y Castillo, 2000) y contrario a otros cultivos que se explotan en condiciones homogéneas y con prácticas agro y fitotécnicas muy similares, esta plantas por su condición de cultivo permanente tienen que enfrentarse a una infinita diversidad de condiciones que les impone el medio, la economía y el hombre (Paretas, 1990), las cuales determinan una alta variabilidad en su comportamiento individual. De acuerdo con este último, las condiciones de suelo y clima que imperan en la explotación resultan decisivas y cuando son adversas pueden limitar el crecimiento y desarrollo de los pastizales, el que depende del grado de adaptación que presenten las especies y variedades en uso a los cambios bruscos que ocurren dentro y entre zonas ganaderas. Es por ello que en una ganadería basada en pastos y forrajes, el ecosistema de pastos resulta el elemento más importante porque en él se integran todos los factores a los cuales se enfrentan estos cultivos en el complejo interactivo suelo-planta-animal-hombre.

La concepción actual de la naturaleza permite visualizar a los pastizales como ecosistemas, los cuales se caracterizan por un conjunto de variables y atributos bióticos y abióticos que determinan propiedades y estados (Gallardo, Gastó y Contreras, 1988). Ello se corresponde con el concepto de ecosistema de producción, definido como la utilización integral del suelo, el clima, los insumos, la infraestructura y la mano de obra, en el cual lo óptimo es explotarlo todo convenientemente, situando los factores individuales en función del papel o grado de importancia que tiene en el ecosistema (Paretas y González, 1990).

El conocimiento de los ecosistemas de pastizales permite realizar investigaciones en lugares representativos de la producción donde los resultados que se obtengan pudieran ejercer alta influencia en el nivel de producción y estabilidad biológica de pastizal.

En los ecosistemas de pastizales naturales, las especies nativas o naturalizadas tienen características y propiedades que les permite adaptarse a las condiciones desfavorables que comúnmente se presentan en el medio ambiente, no obstante, se ha demostrado la incapacidad que tienen muchas de estas especies para cubrir los requerimientos de nutrimentos que demandan los animales para lograr una producción alta y eficiente, en ese caso, la introducción de especies surge como una necesidad de reemplazar ecotipos de bajo valor nutritivo y productividad (Machado y Seguí, 1997; Guillot, Vigil y Acuña, 2002). Pero todas las especies no tienen el mismo nivel de exigencia sobre los recursos ni el mismo grado de tolerancia a los agentes dañinos que pueden surgir espontáneamente en el medio ambiente, por lo que la valoración de los factores que influyen en la adaptación del pasto y en la cadena establecimiento producción-utilización-mantenimiento, así como sus posibles interacciones, tiene una importancia vital para hacer racional y estable la explotación de las áreas que se dedican a este cultivo.

La búsqueda de soluciones a los problemas existentes en la explotación ganadera basada en pastos, no solo debe ser de interés en relación con la variedad de factores externos que influyen en la productividad y persistencia de las especies en el medio en que viven, sino el de lograr un nivel adecuado de adaptación de nuevas y mejores especies que las existentes en los ecosistemas de alto impacto (Paretas, 1990).

De forma análoga es de suma importancia considerar todos los aspectos relacionados con la economía de los sistemas y la disminución de costos que se generan en los procesos de aplicación y transferencia de tecnologías.

El uso de alternativas agroecológicas viables tales como el uso del laboreo mínimo para la preparación de los suelos, la agrotecnia y el cultivo durante el proceso de transformación de pastizales nativos, el empleo de asociaciones de cultivos, la utilización del policultivo, y especialmente el intercalamiento de especies temporales con finalidades múltiples y la producción de semillas de manera simultánea durante el establecimiento de nuevas áreas de pastos, representa un línea de trabajo de apreciable valor en los momentos actuales de crisis económica, en la que el uso permite alcanzar adecuados dividendos en los resultados económico-financieros

(García-Trujillo, 1995; Vandermer, 1995; Padilla, Ruiz, Cino y Curbelo, 1999; Cordoví, Vieito y Estrada, 1999), así como para la creación de incentivos dirigidos al ahorro de recursos materiales y financieros, los que aún fuera de etapas críticas, sería muy necesario continuar ejerciendo para lograr un mayor ascenso en el desarrollo integral del país.

Es por ello que en las condiciones actuales en que se desarrolla la ganadería vacuna requiere de la implementación de un adecuado programa de trabajo para el mejoramiento de la base alimentaria de sus animales a través del uso de los pastos y forrajes de una manera más intensiva y económica.

El desarrollo de esta tesis, permite lograr un acercamiento dirigido a ese propósito, si se toma en consideración que define un grupo de accesiones, con rendimientos más elevados que la especie naturalizada más extendida en la región, al tiempo, que demuestra las posibilidades de ahorrar recursos y resarcir los costos que tradicionalmente se han empleado en los sistemas de de transferencias de tecnologías y resultados utilizados en la producción comercial.

Tomando en consideración los elementos antes expuestos, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

Los pastos cultivados adaptados a las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto, alcanzan mayor productividad y estabilidad biológica que las especies naturalizadas y pueden establecerse a bajos costos mediante el uso de prácticas agroecológicas.

Para dar respuesta a esta hipótesis se establecieron los objetivos siguientes:

Objetivo general

- **Determinar especies de pastos adaptadas al ecosistema ganadero más representativo del Valle del Cauto y lograr su introducción de una manera económica en estas condiciones.**

Objetivos específicos

1. **Seleccionar especies con adecuada adaptación y aceptables rendimientos en condiciones representativas de la ganadería del Valle del Cauto.**
2. **Reducir el costo de utilización de especies seleccionadas en fincas ganaderas mediante el uso de alternativas agroecológicas.**

CAPITULO I. Revisión bibliográfica

1. Ecosistemas y ecosistemas de pastizales

Los ecosistemas son los motores de la producción del mundo. Cada uno representa una solución al reto de la vida y nos enseña lecciones de eficiencia y supervivencia en la competencia de las especies por la luz solar, el agua, los nutrimentos y el espacio (López, Iturralde, Claro, Ruiz, Cabrera, Moleiro, Roque, Chamizo, García, Gerhartz, García, Pérez, Pino, Sentí, Borroto y Rodríguez, 2002).

El ecosistema es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales, microorganismos y medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (López, et al., 2002), aunque también ha sido definido como el conjunto de los organismos vivos, mutuamente acoplados que ocupan un área determinada como unidad reconocible (comunidad biológica o biocenosis) en el ambiente físico-químico en que éstos se desarrollan (biotopo) integrados ambos en una unidad estructural y funcionalmente definida cuyos componentes mantienen una estrecha interdependencia (García, Corzo y Cama, 1979). Las condiciones físicas y químicas, representan el clima, el suelo y la topografía en el entorno natural de los organismos vivos (Corzo, García, Silva, Pérez y Greerkem, 1999). Esas características modelan el tipo de comunidad biológica, determinan su adaptación al ambiente específico y también son modificados por la acción biocenótica.

La concepción sistémica actual de la naturaleza, permite visualizar a las praderas como ecosistemas; estos se caracterizan por un conjunto de variables y atributos bióticos y abióticos que determinan propiedades y estados (Gallardo, et al., 1988). Según estos autores, la diversidad de estados que puede presentar una pradera en el tiempo, determina que el sistema de clasificación se fundamente en las variables y atributos más permanentes por lo que se requiere establecer un ordenamiento de las variables, desde las más permanentes a las más circunstanciales y determinar el ordenamiento jerárquico de las mismas o de los componentes ecosistémicos.

La definición de ecosistema de pastos expresada por científicos cubanos guarda estrecha relación y similitud con los conceptos descritos anteriormente. Paretas y González (1990) definieron el ecosistema como el resultado de una combinación equilibrada de todos los factores que intervienen en el complejo suelo-planta-animal-hombre. En él inciden todos los factores que afectan la producción, utilización y permanencia del pasto y se diferencian de otro ecosistema, bien por el suelo o el clima donde se explotan, bien por los insumos que se destinan al suelo o al animal, bien por el propósito con que se explotan, bien por el tipo de especies forrajeras y también por la forma en que el hombre los maneja, lo que determina que los pastos, tengan que enfrentar en su ciclo de producción un gran número de factores (**tabla 1**), los cuales exigen una gran plasticidad de adaptación de las especies y variedades para poderlos superar.

Tabla 1. Heterogeneidad de factores que actúan sobre una especie de pasto (Paretas y González, 1990).

Factores	Variantes de intensificación	
	Utilización	
Propósito	Corte	Pastoreo
	<ul style="list-style-type: none"> • Forraje • Heno • Ensilaje 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Leche ○ Carne ○ Cría
Explotación	45–90 días	21–35 días
Intensidad de pastoreo	Media-baja	Alta-media
Labores agrotécnicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Subsolación ▪ Inetrcalamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Chapea ♦ Segregación
Siega	Diferentes equipos y maquinarias	Diferentes animales y peso vivo
Suelos	6 – 8 tipos	20–29 tipos
Categorías agroproductivas	1 y 2	3 al 10
Limitantes del suelo	Escasas	Numerosas
Nutrimentos (necesidad)	Alta	Media – baja
Relación N – P - K	4 – 1 – 2	8 – 1 – 2
Aplicación de fertilizantes	Alta - media	Baja – nula
Uso de Ori – excreta	Se aplica (homogénea)	Se recircula (heterogénea)
Aporte de hojas y tallos	2 – 5 %	21 – 30 %

Se debe añadir que este esquema solo señala una parte de los factores individuales que condicionan por sí mismos diferentes grados de explotación a los que se exponen las especies y variedades en su ciclo de producción, utilización y permanencia, pues no se mencionan otros factores del medio o del sistema de

explotación que podrían implicar mayor complejidad, tales como los factores del clima, la utilización de riego, entre otros.

Los factores señalados cuando actúan solos y relacionados y la complejidad de los mismos en el sistema de producción y uso de los pastos, conforman una diversidad de ecosistemas que permiten diferenciar las condiciones de explotación entre un lugar y otro, cuyo conocimiento constituye una base para la investigación y una valiosa información que puede ejercer una notable y positiva influencia en el nivel de producción y persistencia de los pastizales y con ello dar respuesta a múltiples variables presentes en las áreas comerciales (Paretas y González, 1990).

1.1 Introducción de especies de pastos en Cuba

Los estudios sobre la distribución de los pastos son de vital importancia para el desarrollo futuro de este cultivo, ya que es importante el conocimiento de la existencia de comunidades de plantas pertenecientes a las familias de las gramíneas y leguminosas y sus centros de origen a fin de obtener especies con una alta variabilidad para trabajos de selección y mejoramiento, así como su localización con el objetivo de conocer los ambientes en que se desarrollan y sus potenciales para esas condiciones (Hernández y Miret, 1983).

Poaceae y *Fabaceae* constituyen familias botánicas de gran importancia para el hombre por su potencialidad alimenticia como pastos, forrajes y granos nutritivos (Barreto, Catasús y Acosta, 1998).

Hartley (1950) presentó los mapas de distribución de las principales tribus de gramíneas, los cuales permiten conocer las regiones donde se encuentran mejor distribuidas sus especies, con lo que se logra un mayor grado de aproximación en los estudios de introducción, evaluación y selección y mayores posibilidades de éxitos al realizar nuevas introducciones en zonas con características similares.

Para los programas de introducción de plantas se han definido varios objetivos (Williams, Burt y Sterickland, 1976), los cuales han estado basados en los aspectos siguientes: a) Búsqueda de nuevas especies, variedades y ecotipos, que superen las deficiencias del material existente para diferentes propósitos tales como: resistencia a la sequía, tolerancia a la salinidad, buena persistencia, productividad bajo pastoreo y producción de semillas adecuadas; b) Suministrar un amplio rango varietal que contribuya al potencial para el mejoramiento.

En Cuba, a pesar de que las condiciones edafoclimáticas son favorables para el cultivo de los pastizales, no se cuenta con una gran diversidad de pastos indígenas o naturalizados que resulten importantes para la explotación ganadera (excepto en leguminosas), contando solo con algunas géneros excepcionales que responden a esos fines; por lo que la introducción y el intercambio con centros extranjeros especializados se convierte en una de las vías fundamentales para lograr gramíneas y leguminosas con alto potencial productivo y aceptable calidad (Machado, 1983).

1.2 Adaptación ambiental de las especies de pastos

La evolución y adaptación de las plantas están estrechamente relacionadas con los numerosos factores del hábitat de forma individual o de conjunto (Wilsis, 1990). Ello está dado por la incidencia de los factores ambientales y los efectos de la selección natural de los grupos de plantas que se interrelacionan dentro del medio que ocupan, determinando respuestas diferenciales de las especies y variedades (Seguí, 1996). Según esta autora, los factores climáticos, edáficos y bióticos son los elementos que influyen con mayor intensidad en la distribución, adaptación, producción y grado de utilización de las plantas cultivadas, aunque el nivel de exigencia de cada cultivo en particular tiende a limitar la influencia de los mismos.

Los pastos están definidos como la base alimentaria de los bovinos en Cuba. Del suelo y el clima toman los elementos para vivir y a su vez son la fuente de vida de los animales. Por ello es muy importante poseer un germoplasma en cantidad y calidad que se adapte adecuadamente a los diferentes agrosistemas existentes y a los requerimientos y potencial de los animales (Paretas, 1993).

El comportamiento relativo de los genotipos en los diferentes ambientes, ha sido objeto de estudio en varias ocasiones (Hernández, 1984; Estévez y Álvarez, 1987). Por ello se plantea que el potencial productivo y reproductivo de los pastos y los forrajes dependen de la capacidad individual de las especies y variedades, así como de las labores agrotécnicas, fitotécnicas y de manejo a las cuales son sometidas y sobre todo de las condiciones climáticas y edáficas donde estas se desarrollan.

En cuanto al suelo, se ha señalado la marcada heterogeneidad existente tanto entre grupos de suelos como entre los tipos existentes y entre las características que los definen, los cuales en muchos casos, presentan más de una deficiencia que limita su productividad (Paretas y Funes, 1988). Tales diferencias también fueron señaladas por Hernández (1996) a partir de las afectaciones porcentuales que cada limitante representa en los suelos ganaderos cubanos.

Todo ello impone la necesidad de hacer una selección minuciosa y casuística de las especies de manera que sean capaces de adaptarse, producir y mantenerse bajo esas condiciones, acorde a los sistemas de explotación creados y desarrollados en las empresas productoras (Seguí, 1996).

Con relación al clima, cada uno de los elementos que lo conforman, tienen su régimen espacio-tiempo característico, lo cual depende considerablemente de los biosistemas (Barranco, Paretas y Suárez, 1990), constituyendo la precipitación y las temperaturas los elementos fundamentales en las condiciones de Cuba, aunque no se debe dejar de considerar el rol importante de la insolación y la radiación solar. Blanco (1996) define el clima como un constituyente básico del medio ambiente, influyendo en todos los procesos biológicos y plantea que este fenómeno debe verse integralmente, interrelacionando los conceptos puramente climáticos con los aspectos fisiológicos, ecológicos y agrometeorológicos.

Es importante expresar que los factores mencionados no actúan de forma aislada, sino que interactúan entre sí, provocando como resultado la variedad fenotípica de los cultivos (Seguí, 1996).

Los pastos, como el resto de los cultivos, expresan la información genética que poseen a través de la expresión morfológica, fisiológica y la capacidad productiva (producción de MS y semillas, calidad y otros), pero esta a su vez, varía según la susceptibilidad o no a los efectos ambientales que sobre los cultivos influyen, lo que quiere decir que en una misma especie se pueden observar comportamientos diferentes entre sus cultivares dependiendo de la combinación génica que han alcanzado en el proceso evolutivo mostrado a través de la capacidad fenotípica.

En los estudios para determinar la interacción genotipo–ambiente, se expresa que aquellas especies que presentan un rango estrecho de variación para un carácter determinado, se denominan especies con estabilidad genética, la cual es muy importante conocer porque además se señala que no es buena ya que no se obtienen respuestas a ambientes favorables (fertilidad del suelo, precipitación y otros). Este conocimiento es de mucha utilidad para el productor, ya que de esta forma se puede hacer más eficiente el manejo que se le aplique al pastizal, lo que permite señalar que el estudio de la interacción genotipo–ambiente tiene gran importancia para los estudios regionales, ya que la respuesta biológica de los pastos depende del conjunto de factores edafoclimáticos y biológicos y en la medida que el hombre domine mejor el ecosistema, más productivos serán los pastizales y más económica su explotación.

También se indica que la adaptabilidad puede ser general o específica, dependiendo la misma de las características genéticas particulares de las plantas. Un cultivo es adaptado, cuando puede expresar todo su potencial genético en diferentes condiciones ambientales, mientras que cuando solo expresa un potencial para ambientes determinados su adaptabilidad es específica (Seguí, 1996). La adaptabilidad y la estabilidad son características importantes en las plantas cuando se quiere establecer una estructura de pastos para cada región. Las especies de adaptabilidad específica son muy importantes para regiones con determinados problemas (suelos bajos, salinos, ácidos, infértiles u otros).

En estudios realizados por Gerardo (1998) se encontró una respuesta variable en 13 cultivares evaluados en 10 ambientes diferentes, pero demostró estabilidad en 5 cultivares, y mencionan a **C. dactylon** No. 68 y **C. ciliaris** cv. **Biloela** con estabilidad específica la cual no permitió que las especies respondieran de forma sobresaliente al efecto favorable de la primavera en las diferentes localidades, mientras que el resto de los cultivares (8) expresaron rangos más amplios de producción vinculados a la inestabilidad agronómica.

Otros estudios realizados por Seguí y Machado (1986) en la especie **P. maximum** (49 cultivares) sometidos a dos condiciones de manejo (riego con fertilización y secano con fertilización en lluvia), se observó que esta especie presentó de forma general una estabilidad media, ya que del total de clones evaluados, 18 se mostraron inestables, 11 tenían capacidad para ambientes desfavorables, 7 para ambientes favorables y además 31 de los clones mostraron adaptabilidad general para ambas condiciones de manejo.

Por otro lado, Montgomery, Shorte y Ruth (1974) concluyeron que la mejor zona para discriminar variedades debe ubicarse donde se encuentra la mayor variación entre estaciones, así como que la selección de los individuos no es buena cuando la mayor variabilidad la aporta la interacción genotipo-año ya que llevaría a la elección de aquellos con una fuerte interacción con el ambiente dentro del año, los que posteriormente resultarían descartados, de modo que todo este conjunto de criterios para la elección de las localidades más adecuadas debe ser tomado en consideración en los criterios de selección.

1.3 Principales factores edáficos que influyen en la producción de los pastos

La diversidad de suelos existentes en la ganadería cubana ha sido causa diferencial de la productividad y persistencia de las especies de pastos, la que se sustenta a su vez en la variabilidad que presentan sus características y propiedades, originando lo que se conoce como factores limitantes para el crecimiento y desarrollo de las especies.

Machado y Seguí (1997) señalan que la presencia de 11 agrupamientos genéticos de suelos dentro de los cuales se incluyen 30 tipos y más de 70 subtipos distintos, cuya heterogeneidad en el caso particular de los suelos ganaderos es muy alta y en su mayoría con serias limitantes debidas a fluctuaciones amplias en cuanto a profundidad, retención de humedad. Esta gran diversidad de tipos de suelos se presenta de diferentes maneras en los territorios que comprenden la división político-administrativa por provincias que existe en Cuba. En la provincia Granma la mayor cantidad de las áreas de uso ganadero están ocupadas por suelos con características desfavorables para la mayoría de los cultivos incluyendo los pastos, en las cuales predomina el suelo vertisol (**anexo A**)

La FAO (2000), informó como principales factores limitantes de los suelos los siguientes: la acidez, la alcalinidad, la salinidad, la baja capacidad de intercambio de cationes (CIC), la fijación del fósforo y las propiedades de dilatación y contracción presentes en periodos muy húmedos o muy secos. Dentro de ellos se hace mucho hincapié en la acidez y la alcalinidad por ser factores estrechamente ligados a la CIC y a la fijación del fósforo, afectando la presencia de los cationes y demás nutrimentos en el complejo de absorción del suelo, lo que al mismo tiempo provoca desequilibrio en el suelo y por lo tanto se afecta el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Rowell, 1994).

Por otro lado, hay que tener presente también las condiciones que tienen los suelos dedicados a la agricultura: Profundidad, textura, consistencia, estructura y porosidad, densidad, contenido de nutrimentos, la materia orgánica y los organismos del suelo, las cuales son muy variables y conducen a cambios importantes en la productividad de la tierra (FAO, 2000).

En Cuba, se ha planteado que el 28, 23, 20 y 10 % de los suelos limitan su productividad en las áreas ganaderas por baja humedad, falta de nutrimentos, por ser muy superficiales o también por ser muy húmedos respectivamente (Paretas, Gallardo, López y López, 2001). Si se analiza bien esta aseveración, puede darse por asegurado que las interacciones existentes entre todos estos elementos pueden causar daños muy severos en algunas regiones de explotación continua en las cuales muchas veces no se aplican prácticas de manejo adecuadas.

1.4 Influencia de los factores del clima en la producción de pastos

La isla de Cuba presenta un clima tropical de sabana caracterizado por veranos lluviosos con temperaturas cálidas, e inviernos secos con temperaturas apacibles (Blumenstock y Thornthwaite, 1941; Trewartha, 1968)

La precipitación es el elemento climático de mayor variación en las condiciones del país y determina las dos estaciones del año: lluvia y seca. Hacia el centro del territorio nacional (de norte a sur), pueden aparecer ciertos elementos de continentalidad en el clima como son: mayor amplitud diaria y anual de la temperatura y el desplazamiento hacia el mes de julio de la máxima de agosto en comparación con las zonas costeras (Davitaya y Truzov, 1971). La lluvia promedio a nivel nacional en el período seco es de 316 mm, la cual representa solamente el 23 % del total anual.

Las variaciones estacionales de los elementos del clima juegan un importante papel en la producción y calidad de los pastos tropicales. En Cuba la mayor producción de los pastos se obtiene en la época de lluvias, y disminuye bruscamente en la época de seca donde las temperaturas y la radiación solar son más bajas y los días más cortos (Wollner y Castillo, 1968; Funes, 1977; Ramos, 1986). Dentro de estos factores se ha planteado que la distribución anual de las precipitaciones es el elemento que más afecta el crecimiento de las gramíneas en el trópico (Cooper, 1970). Con relación a este aspecto durante la seca se han reportado rendimientos de solo un 17 % del total anual en hierba elefante *Pennisetum purpureum* (Herrera y Suárez, 1974)

El agua tiene efectos directos e indirectos en la actividad metabólica de los pastos, de ahí que el rendimiento disminuye rápidamente al producirse una deficiencia de humedad en el suelo (Sprague, 1969),

Con relación a las temperaturas, se ha señalado que los valores bajos afectan severamente en crecimiento de los pastos cuando están entre 5 a 15°C, indicándose un rango óptimo entre 34 y 38°C (Whiteman, 1975). En este sentido se ha informado que los cloroplastos disminuyen su tamaño en aquellas plantas de crecimiento activo a temperaturas de 30°C y que *Digitaria decumbens* reduce su crecimiento a la tercera parte cuando la temperatura disminuye de 21 a 10°C (West, 1970)

También la radiación solar se considera un elemento de gran importancia, la cual determina el suministro calórico a la tierra, encontrándose una mayor distribución de las calorías/cm²/día en los meses de verano (Suárez y Herrera, 1986), de manera que este factor puede limitar la actividad fotosintética cuando los valores de la radiación diaria son inferiores a los 350 cal/ cm²/día.

Por otro lado la radiación puede afectar indirectamente el crecimiento de los pastos a través de la longitud del día. En relación con esto, Guzmán (1967) atribuyó en parte a los días cortos la disminución de los rendimientos en variedades de hierbas elefante durante el período invernal, También Funes *et al.*, (1986)

señaló los efectos indirectos de la radiación sobre la fotosíntesis y la reproducción de las especies en el pastizal.

1.5 El clima de la provincia Granma

El clima del Valle del Cauto ha sido clasificado como Tropical relativamente húmedo (Barranco y Díaz, 1989), siendo el tipo más extendido en las llanuras de Cuba excepto las costeras del Valle de Guantánamo y Santiago de Cuba, con una temperatura media anual de 26°C. La temperatura mínima promedio alcanza los 19.7°C y la máxima los 33°C. La humedad relativa es de un 77 % y las lluvias varían entre 900 y 1 200 mm anuales. Los vientos predominantes son del este–noroeste y del norte–noreste, con velocidades promedios de 11 km / hora (Rosell, Lemes, Jiménez, Peña y Milán, 2003).

Según la correlación que tiene lugar entre el clima y la vegetación (bioclima), también ha recibido la denominación de clima zenital de lluvias de verano con dos períodos secos (un largo período seco de invierno y uno corto de verano (Barranco, Grisell y Paretas, 1990).

La precipitación determina las dos estaciones del año: Lluvia y seca. Hacia la llanura del Cauto–Guacanayabo, disminuye la cuantía de la lluvia (1 000-800 mm) lo que es atribuible al efecto de continentalidad y a los sistemas de alturas que interceptan el flujo de los vientos cargados de humedad (Truzov, 1976; Truzov, Díaz e Izquierdo, 1989). En el **anexo A**, se muestran las isoyetas de las precipitaciones anuales históricas ocurridas en un período superior a 40 años.

2. Los pastos cultivados

Los pastos y forrajes constituyen la principal y más barata fuente de alimentos para la ganadería, y se considera el cultivo más extenso en la agricultura cubana (Funes y Paretas, 1986), los que tradicionalmente han estado constituidos por especies de gramíneas y leguminosas naturalizadas de bajo valor nutritivo y productividad (Funes, Febles y Pérez Infante, 1986).

Una de las formas de mejoramiento cuantitativo y cualitativo de la disponibilidad de alimento para consumo animal en las áreas de pastizales, consiste en la transformación de los pastos naturalizados poco productivos y de baja calidad por especies cultivadas de alto potencial productivo adaptadas a las condiciones edafoclimáticas y de manejo presentes en la ganadería.

Se ha comprobado en numerosas investigaciones realizadas en Cuba y en el trópico que las especies nativas o naturalizadas por lo general se adaptan bien a condiciones adversas presentes dentro de los ecosistemas ganaderos, que limitan su productividad. Sin embargo, no son capaces de dar una respuesta productiva satisfactoria cuando se les explota bajo condiciones adecuadas para su cultivo. De ahí la importancia de contar con especies mejoradas genéticamente adaptadas a condiciones representativas de la ganadería que puedan expresar un potencial productivo superior a las especies locales.

Paretas (1993), expresó que el pasto como cultivo ha transitado por etapas bien definidas en los sistemas de producción y utilización. Antes de 1959 se caracterizó por ser extensivo utilizando mucha tierra, escasos insumos y especies naturales de ningún valor de uso pecuario y especies naturalizadas como las de los géneros de *Paspalum*, *Dichanthium* y *Bothriochloa* de baja producción y mala calidad, constituyendo una excepción la *Panicum maximum* Común que ocupaba alrededor del 10–12 % de los suelos. Después de 1959, se creó un programa de transformación de los pastizales existentes por especies mejoradas introducidas y el cambio hacia sistemas intensivos de producción. Sin embargo, el esfuerzo realizado no brindó todas las posibilidades esperadas, pues el fomento y transformación de las áreas resultó muy costosa y la vida útil de las mismas muy baja, probablemente debido a la existencia de pocas especies para enfrentar las diversas condiciones agroecológicas existentes, la no inclusión de leguminosas en la estructura de especies y el manejo deficiente en las áreas.

Por ello este autor consideró que la ganadería del futuro tiene su base en la rectificación y utilización óptima de los recursos suelo–pastos–animal–hombre para asegurar su sostenibilidad. Estos criterios tienen relación con lo expresado por Rodríguez, Pérez y Fruchs (1995) sobre la inexistencia de variedades y probablemente tampoco en el futuro que responda a todas las exigencias y a todas las salidas, lo que indica que ello se debe a que los requerimientos respecto a un carácter determinado son diferentes de acuerdo a las condiciones ambientales y con la finalidad de su uso y estas a su vez cambien según sea el nivel técnico de la agricultura.

Esto confirma que el proceso de introducción de especies de pastos y forrajes debe continuar como una perspectiva para Cuba por considerarse además uno de los métodos de fitomejoramiento de mayor connotación científica, técnica y económica (Machado, y Seguí, 1997), sobre todo si se toma en consideración lo señalado por García–Trujillo (1983), cuando expresó que los pastos cultivados como

promedio son un 40 % más productivos que los pastos naturalizados, pudiendo alcanzar rendimientos de 12 t ha⁻¹ año⁻¹ en condiciones de secano y régimen pluvial inferior a 1 300 mm.

Este método se basa en la selección, la que ha sido definida como parte componente de todos los métodos de mejoramiento de plantas (Rodríguez *et al.*, 1995).

En otro orden se considera que la alimentación determina el 65 % o más de los costos de producción en la mayoría de los sistemas pecuarios, por lo que utilizar eficientemente los pastos, los forrajes, las leguminosas y otros alimentos adaptados a cada situación geográfica determinará los avances en este sector productivo (García, 1999) y afirmó que la profunda transformación en la tecnología vacuna en la década del 80, impidió pasar de una tecnología altamente dependiente de fertilizantes y granos a un sistema basado en recursos locales, generándose el concepto de unidades con autosuficiencia alimentaria.

Las pasturas de la zona tropical están representadas por variadas proporciones de pastos cultivados: pastos nativos. Las gramíneas forrajeras más representativas de los pastos cultivados son: ***Panicum maximum***, ***Brachiaria spp.***, ***Cynodon spp.***, ***Cenchrus ciliaris***, ***Chloris gayana***, ***Pennisetum purpureum***, ***Digitaria decumbens*** y ***Andropogon gayanus***, entre otras, mientras que la introducción de las leguminosas rara vez se observa en las fincas comerciales, con excepción de ***Stylosanthes spp.***, ***Desmodium spp.***, ***Centrosema spp.***, ***Neonotonia spp.*** y ***Teramnus spp.***

Valdés y Planas (1999), indicaron que más del 58 % del área agrícola de la ganadería cubana está cubierto por pastos naturales y plantean como una alternativa la transformación parcial o total del pastizal natural por especies mejoradas con la aplicación y actualización de todo lo relacionado con la regionalización de los pastos.

Chacón (1998), expuso el papel de las leguminosas en la producción animal, su contribución al mejoramiento del ecosistema de pastizal representada por la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y a través de su transferencia al suelo garantizar el crecimiento de las gramíneas acompañantes, además de incrementar el valor nutritivo y alimenticio de las pasturas.

El uso de gramíneas-leguminosas mejoradas es una opción biológicamente justificada en términos de productividad, conservación de recursos y consecuentemente sostenibilidad (Vela, Vázquez, Águila y Clavo, 1996).

2.1 Potencial de rendimiento de materia seca de los pastos en Cuba

El rendimiento de fitomasa que es capaz de producir una especie en comparación con otra es un aspecto que identifica su carácter promisorio para una región, en condiciones normales de explotación, y se considera como una de las características de mayor importancia para la selección.

En la **tabla 2**, se muestran resultados de evaluación de especies en diferentes tipos de suelos y similares condiciones de manejo, así como un resumen de la media de producción de los pastos naturalizados en Cuba en diferentes suelos y sistemas de manejo. Se distingue la superioridad en rendimientos de los pastos cultivados al compararlos con los pastos naturalizados.

Con relación a otros trabajos de evaluación de especies realizados en la provincia Granma en diferentes condiciones de suelo y clima y similares sistemas de manejo (**tabla 3**), los resultados obtenidos mostraron diferencias entre especies y tipos de suelos, poniéndose de manifiesto la interacción genotipo x ambiente demostrada en otros estudios (Machado y Seguí, 1997). Esto posibilita determinar especies con adecuada plasticidad para diferentes ambientes, así como especificidad para algunos de ellos en particular.

En un resumen de los resultados de evaluación de los pastos en Cuba, Machado y Seguí (1997), se muestra información acerca de la potencialidad productiva de los pastos bajo diferentes condiciones de manejo (**tabla 4**). En este análisis se expone el incremento de las especies mejoradas de acuerdo a su hábito de crecimiento con relación a los pastos naturales, alcanzándose para todas las condiciones más del 35 % de incremento.

Por otro lado, se informan resultados sobre el potencial de producción de un grupo de leguminosas que han mostrado un comportamiento destacado en diferentes regiones de Cuba, con rendimientos que van desde 8 hasta 17 t de MS ha⁻¹ año⁻¹ (**tabla 5**).

Tabla 2. Rendimiento anual de algunas especies de pastos en diferentes suelos de Cuba. (t MS ha⁻¹ año⁻¹).

Especies	Arenoso	Vertisol	Ferralítico Rojo	Pardo tropical
<i>Panicum maximum</i> cv Likoni	23.1	20.1	19.3	20.9
<i>Ch. gayan</i> cv Callide	18.9	19.0	-	14.0
<i>C. ciliaris</i> cv Biloela	13.8	17.9	-	15.5
<i>C. ciliaris</i> Formidable	14.3	19.2	-	15.6
<i>C. nlemfuensis</i> Jamaicano	11.1	-	17.7	16.3
<i>C. nlemfuensis</i> Panameño	23.4	-	-	17.6
<i>C. dactylon</i> cv Coastcross-1	19.5	15.1	10.89	14.7
<i>C. dactylon</i> cv Coastcross-2	18.6	15.7	11.8	18.2
Condiciones	Secano y fertilización con 240 kg N ha ⁻¹ año ⁻¹	Secano y fertilización con 240 kg N ha ⁻¹ año ⁻¹	Secano y fertilización con 240 kg N ha ⁻¹ año ⁻¹	Secano y fertilización con 240 kg N ha ⁻¹ año ⁻¹
Fuente	Menéndez y Gerardo (1980)			
Rendimiento medio de pastos naturales en Cuba	10.0 – 15.0	6.0 – 8.0	5.0 -7.0	-
Condiciones	Riego + (150–180 kg N ha ⁻¹ año ⁻¹)	Secano + (200 kg de N ha ⁻¹ año ⁻¹)	Secano y sin fertilización	-
Fuente	Machado y seguí (1997)			

Tabla 3. Comportamiento del rendimiento de de cultivares de gramíneas en diferentes suelos de Granma (t MS ha⁻¹ año⁻¹).

Especies	Fersialítico Pardo Rojizo	Aluvial	Oscuro Plástico no Gleyzado	Ferralítico Cuarítico amarillo lixiviado
<i>C. dactylon</i> cv Coastcross-1	14.2	11.6	21.8	9.4
<i>C. C. dactylon</i> cv Coastcross-2	17.9	-	24.4	11.5
<i>C. dactylon</i> cv No. 67	10.3	10.3	21.3	10.1
<i>C. dactylon</i> cv No. 68	12.1	10.7	20.3	9.8
<i>C. nlemfuensis</i> Jamaicano	12.0	12.1	23.5	9.8
<i>P. maximum</i> cv Likoni	-	14.7	19.2	11.5
<i>C. ciliaris</i> cv Biloela	16.6	-	18.5	14.2
<i>Ch. gayana</i> cv Callide	10.9	8.3	20.6	12.0
<i>D. decumbens</i> Común	10.1	8.6	17.1	9.7
<i>P. maximum</i> Común	7.9	-	16.4	10.1
Condiciones	Secano con fertilización a razón de 150 – 20 – 83 kg Ha ⁻¹ Año ⁻¹ de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O respectivamente.			
Fuente	Gómez y Cordoví (1989)			

Tabla 4. Rendimiento medio de gramíneas de mejor comportamiento y pastos naturales en Cuba bajo diferentes condiciones ambientales. (Machado y Seguí, 1997) (t ha⁻¹ año⁻¹).

Variedades	Rendimiento		
Macollosas	Riego + Fertilización (200kg deN Ha ⁻¹ Año ⁻¹)	Secano + Fertilización (150 kg de N Ha ⁻¹ Año ⁻¹)	Secano sin Fertilización
Rastreras (R)	15.50 – 21.70	11.60 – 19.5	10.0 – 12.0
Erectas (E)	13.8 – 20.1	8.0 – 16.5	8.0 – 10.0
(media)	15.6 – 22.1	9.8 – 16.0	9.0 – 11.0
Pastos naturales (PN)	10.0 – 15.0	6.0 – 8.0	5.0 – 7.0
Inc. Medio (R+E) / PN	39.3 – 32.2	39.2 – 50.0	44.5 – 36.4
Inc. Medio (%)	35.7	44.6	40.4

- *Hyparrhenia ruffa*, *Paspalum notatum*, *Dichanthium aristatum*, *Dichanthium annulatum*

Tabla 5. Potencial de rendimiento de MS de diferentes leguminosas en Cuba. (t ha⁻¹ año⁻¹).

Especies	Rendimiento
<i>Teramnus labialis</i> cv Semilla Clara	10.0 – 17.0
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv CIAT – 184	8.0 – 17.0
<i>Macrptilium atropurpureum</i> cv Siratro	11.0 – 12.0
<i>Medicago sativa</i> cv Gilboa africana	Hasta 27.0
<i>Leucaena leucocephala</i> cv Cunningham, Perú e Ipil - ipil	12.0 – 17.0
<i>Centrosema pubescens</i>	9.0 – 17.0

Fuente: Corbea, Hernández, Machado, Lamela y Cáceres, 1996)

2.2 Producción de semillas

Uno de los aspectos de mayor importancia en el desarrollo agropecuario de un país, lo constituye la producción de semillas de buena calidad de especies y variedades para respaldar las necesidades de los programas de transformación de la agricultura. En la actividad ganadera, es un aspecto básico, contar en los

programas de desarrollo de pastos y forrajes con especies que presenten características aceptables para su propagación de manera que puedan lograrse las ventajas biológicas y técnico - económicas de las siembras por semilla. Es por eso que la introducción de nuevas variedades debe tener muy presente este aspecto en el momento de reconsiderar los cultivos para su utilización a escala comercial, y es una condición necesaria si se aspira al desarrollo de una vegetación con buenos rendimientos, calidad y persistencia (Paretas, Ruiz, Navarro, Suárez, Febles, López y Díaz, 1996).

Los estudios realizados en Cuba sobre producción de semillas de pastos, han arrojado resultados de mucho interés para lograr buena eficiencia en esta actividad, tanto por las características que deben tenerse en cuenta para la selección del lugar y los sistemas de producción a emplear como por otra serie de aspectos desde la siembra, establecimiento y manejo del cultivo hasta la cosecha, beneficio y utilización (Funes, Yáñez y Zambrana, 1998). Según estos Autores, las gramíneas y leguminosas pueden crecer en una amplia gama de suelos, pero para la producción de semillas son preferibles los suelos de buena fertilidad. Suelos demasiado ácidos, salinos, inundables, pedregosos o con otros factores limitantes muy acentuados, no son recomendables para este propósito. La producción de semillas de pastos y forrajes es la mejor alternativa para la transformación de los pastizales poco productivos en una finca ganadera (Gómez, 2002).

2.2.1 Factores que influyen en la producción de semillas

Se considera que ningún sistema de producción de semillas será adecuado para todas las condiciones, si tenemos en cuenta que las regiones difieren en especialización, mecanización, insumo de capital, habilidades de manejo, control de la calidad y mercado (Humphreys y Riveros, 1986).

Cada país necesita de una o varias regiones geográficas para respaldar la producción de semillas de manera económica acorde con las necesidades de producción de diferentes especies y variedades con diferentes requisitos fisiológicos para el crecimiento, floración y madurez (Ferguson y Burbano, 1979), al tener en cuenta que el potencial biológico de producción de semillas de cada región geográfica es específico para las especies, en tanto lo determina el clima, el tipo de suelo y la incidencia de plagas y enfermedades (Ferguson, Tomas, Andrade, Costa y Jutzi, 1983).

El clima es el determinante primario del rendimiento y a diferencia de los nutrimentos y la humedad, puede ser modificado en muy poco margen por el productor, considerándose ideal si existe radiación, precipitación y temperatura adecuadas para el crecimiento vegetativo de una cosecha particular, fotoperíodo y temperatura favorable para la inducción floral y tiempo relativamente seco para la madurez (Humphreys, 1987).

Por otro lado el clima ideal para producir semillas es aquel que presenta precipitación, temperatura y radiación solar adecuadas para el desarrollo del cultivo, así como condiciones estables y secas al momento de la cosecha de la semilla.

La lluvia es considerada en muchas partes del trópico el factor climático más importante para la agricultura y determina el potencial de un área, los cultivos que pueden crecer y el sistema de producción que se emplee (Webster y Wilson, 1986). Se conoce que el estrés de humedad, particularmente durante la emergencia de la inflorescencia, puede reducir drásticamente el rendimiento y calidad de la semilla (Loch, 1988) y que la baja humedad durante la antesis produce una reducción notable en la producción de semillas, mientras el exceso puede conducir al encamado (Loch, 1982).

El suelo es considerado uno de los factores más importantes de adaptación de las especies a un ecosistema (Paretas, 1990), indicándose la fertilidad natural entre las características de mayor importancia en la producción de semillas cuando se trata de un suelo Ferralítico Rojo de buena fertilidad natural, en el que la aplicación de dosis de $50 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ de P_2O_5 es suficiente para obtener una adecuada producción de semillas (Pérez, Hernández, Matías y Reyes, 1985).

La provincia Granma se ha identificado entre las regiones que han mostrado buenas condiciones para producir semillas con un alto potencial para determinadas especies (Chávez, y Vieito, 1995; Funes, *et al.*, 1998).

Una característica muy importante a tener en cuenta en las especies introducidas es la respuesta al fotoperíodo (tabla 6).

Respuesta cuantitativa a días cortos muestran *Macroptilium atropurpureum*, *Teramnus labialis* y *Chloris gayana* cv Callide. Estas especies florecen en un amplio rango de fotoperíodos, pero lo hace más rápido cuando alcanza una duración del día crítica. De esta manera, producen unas pocas flores en los días largos del verano, pero florecen más rápido y profusamente en los días más cortos del año.

Entre las plantas neutrales la floración se produce independientemente de la longitud del día y en este grupo, *Panicum maximum* cv Likoni y *Cenchrus ciliaris* entre las gramíneas y *Leucaena leucocephala* entre las leguminosas como las más importantes.

Tabla 6. Respuesta a la longitud del día bajo las condiciones de Cuba de las principales especies (Funes, et al., 1998).

Nombre de la especie	Respuesta al fotoperíodo
Gramíneas	
<i>Andropogon gayanus</i>	Días cortos (DC)
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Neutrales (N)
<i>Brachiaria decumbens</i>	Días largos (DL)
<i>Panicum maximum</i> cv Común	DL
<i>Panicum maximum</i> cv Likoni	N
<i>Chloris gayana</i>	DC (También en D L)
<i>Zea mays</i>	N
<i>Sorghum bicolor</i>	N
Leguminosas	
<i>Centrosema pubescens</i>	DC
<i>Neonotonia wightii</i>	DC
<i>Pueraria phaseoloides</i>	DC
<i>Leucaena leucocephala</i>	N
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	DC (También en DL)
<i>Lablab purpureus</i>	DC
<i>Termnus labialis</i>	DC (También en DL)
Otras especies	
<i>Helianthus annuus</i>	N

2.2.2 Potencial de producción de semillas de diferentes especies de pastos

Los resultados experimentales obtenidos en la producción de semillas de pastos, han confirmado un comportamiento variable en diferentes regiones de Cuba (**anexo 1**). No obstante muchos de ellos se consideran aceptables para lograr los objetivos de propagación acelerada que se requiere de muchas especies a escala comercial. También en el caso de las leguminosas se produce una gran variabilidad en las producciones de semillas que se obtienen en diferentes ambientes y condiciones de explotación (**tabla 7**). Sin embargo, los rendimientos son aceptables para desarrollar un efectivo trabajo de propagación de estas plantas en las fincas de producción ganaderas.

Tabla 7. Producción de semillas de leguminosas tropicales en diferentes regiones de Cuba (Kg ha⁻¹ año⁻¹).

Especies	Guantánamo	Granma	Camagüey	Matanzas
<i>T. labialis</i> (Semilla Clara)	321	243	147	649 871 (**)
<i>N. wightii</i> cv Tinaroo	307	79	132	--
<i>C. pubescens</i>	--	643	--	637
<i>M. atropurpureum</i> (Siratro)	477	217	40	172
<i>L. leucocephala</i> cv Perú	1000 *	527 *	567 *	--
Condiciones	Suelo Aluvial, en seco y fertilización con 25 y 50 kg de P y K respectivamente. Clima semiárido.	Suelo Vertisol en seco. Fertilización con 100 y 60 kg de P y K respectivamente.	Suelo no Calcáreo, con riego y fertilización con 100 y 60 kg de P y K. respectivamente.	Suelo Ferralítico Rojo, en seco y fertilización con 25-60-120 kg ha ⁻¹ de N, P y K respectivamente.
Fuentes	Guillot, Arencibia y Aira (1990)	Gómez, Fernández y Arias (2001); Gómez y Cordoví (1989); Vieito, Cordoví, Funes y Fonseca (1996)	Figueredo, Curbelo, Guevara, Ramírez y Muñoz (1990)	Matías y Ruiz (1990) Machado y Roche (1998)

* Dato sumatoria de varias cosechas en el año

** Este resultado corresponde a los autores señalados en fuentes

2.2.3 Sistemas de producción de semillas

Para establecer un sistema de producción de semillas de pastos es necesario considerar todos los aspectos biológicos, tecnológicos y de manejo relacionándolos con cada especie en particular y la forma en

que estos interactúan (Funes, *et al.*, 1998). Entre estos sistemas se citan 3, cuyas características y potenciales son contrastantes, pero a la vez de gran utilidad.

Sistema 1. Tradicional para gramíneas

Se refiere al manejo y a la cosecha que se realiza en ciertas especies naturalizadas en las áreas de producción ganadera. En general, el ganadero no aplica prácticas especiales para producir semillas, sino que solamente limita el acceso de los animales durante ciertos periodos del año que coinciden con la floración y fructificación de las áreas.

La cosecha casi siempre se hace con técnicas rudimentarias o artesanales al igual que la limpieza o secado de la semilla.

Sistema 2. Gramíneas y leguminosas en pastizales

Se trata de especies que son sembradas en determinada región donde están bien adaptadas y producen altos rendimientos de forraje y semillas. El objetivo del productor es producir forraje para su ganado, pero se convierte en productor de semillas en determinada época del año. En este sistema la semilla también es una producción secundaria, las áreas casi siempre son bien manejadas y fertilizadas y la cosecha por lo regular se realiza de forma mecanizada o semimecanizada. El secado y la limpieza se realizan en dependencia de las condiciones existentes.

Este sistema ha sido utilizado por Gómez (2002) en áreas de bancos de proteína de *leucaena* de una finca ganadera del valle del Cauto, donde ha logrado cosechar hasta 70 kg/ha/año de semillas con una densidad de 100 árboles/ha y una altura promedio entre 3.5 y 4.6m de altura. También en áreas de producción combinada semilla-pastoreo, Matías, Iglesias y Pérez (1999), obtuvieron excelentes resultados con rendimientos de semillas de esta especie superiores a los 200 kg /ha /año.

Sistema 3. Leguminosas con soporte físico (tutores)

Este sistema sólo es posible utilizarlo con leguminosas de hábito de crecimiento voluble. Se siembran las leguminosas y luego se erige un sistema de soportes o tutores que ayudan a los tallos a trepar por estos.

El sistema de soportes puede ser inerte o vivo y se aplica según las posibilidades existentes en cada momento

El soporte físico constituye una vía práctica para aumentar inicialmente la cantidad de semillas de germoplasma promisorio en lo que la disponibilidad primaria es restringida para lograr índices de multiplicación altos y rápidos. Con el uso de este sistema se han realizados algunos trabajos en Cuba con buenos resultados. Entre estos se encuentran los llevados a cabo en las Tunas por Reyes y Rivero (2001), quienes lograron rendimientos superiores a los 600 kg/ha/año como promedio de dos años de evaluación en *Centrosema pubescens* con el ecotipo denominado *villanueva* utilizando soportes inertes en hileras de plantas orientadas de este a oeste. Por otro lado, Matías (1996) en suelo Ferralítico Rojo de Matanzas, encontró incremento significativo de los rendimientos de semillas en la leguminosa *Teramnus labialis* Semilla Clara con el uso del soporte físico inerte denominado espaldera, en relación con algunos soportes físicos estudiados, sin embargo los rendimientos alcanzado con el uso de *Leucaena* como soporte, aunque resultaron inferiores, fueron más factibles desde el punto de vista económico.

2.3 Calidad del pasto

Los recursos para la alimentación de los rumiantes, son clasificados en fibrosos (pastos nativos, pastos cultivados, residuos agrícolas fibrosos, entre otros.) y no fibrosos (harinas de origen vegetal o animal y nitrógeno no proteico (Escobar, 1993). Los recursos fibrosos son relativamente abundantes y de acuerdo a la clasificación nutritiva convencional, son de media o pobre calidad. A este nivel de tipificación, el objetivo general debe ser mejorar la calidad de los recursos fibrosos. Es evidente que esto es difícil de alcanzar a mediano y corto plazo, lo cual obliga a considerar armónicamente los progresos deseables y posibles para esta clase de recurso alimentario. En este contexto, se debe consolidar la introducción y explotación de las leguminosas en sistemas silvopastoriles o bancos de proteína para asegurar un adecuado suplemento proteico además de los efectos beneficiosos de estas plantas para el ecosistema y para la economía de la ganadería (Molina, Valdés y Castillo, 2000).

Es necesario precisar cuales son los factores determinantes del valor nutritivo de los recursos fibrosos: factores ecológicos (clima y suelo), la estructura de las pasturas y pautas de manejo son determinantes de la calidad de los forrajes, así como de sus variaciones estacionales. Durante el período de lluvias, la

disponibilidad es alta y la calidad es media; en contraste durante el período seco, los dos atributos son severamente deteriorados.

Una mayor productividad por animal crea la necesidad de una mayor suplementación alimentaria donde se puede considerar la opción del desarrollo de cultivos integrados a los sistemas de producción animal (Escobar, 1993), lo cual ofrece la posibilidad de solucionar la dificultad que representan los alimentos energéticos y de alto contenido de proteínas para la estabilidad de los sistemas de producción animal más productivos y para un uso más eficiente de los recursos forrajeros abundantes.

Los factores climáticos (precipitaciones, temperatura y radiación solar) son los que más afectan la producción y calidad de los pastos (Paretas, 1993). En la época de máxima precipitación (mayo-octubre) se crean las condiciones climáticas idóneas para el crecimiento y desarrollo de los pastos; concentrándose el 70–80 % de los rendimientos anuales en estos seis meses del año. En esta época los pastos maduran y se “pasan” con facilidad, perdiendo calidad lo que reduce el consumo animal sino son administrados eficientemente.

Una de las vías para desarrollar una base alimentaria con pastos y forrajes de mayor calidad y rendimiento, se logra cuando incluimos las leguminosas las cuales aportan más proteína y reducen el nivel de fibra de la ración (Franco, Vargas, Padrón y Molina, 2001). Asimismo, el uso de estas plantas pueden garantizar un equilibrio de nutrimentos para alcanzar una eficiencia adecuada de los pastizales (Senra, 2002).

Por otro lado, Chacón (1998), plantea que las leguminosas incrementan el valor nutritivo y alimenticio de las pasturas asociadas. En este sentido se informan resultados medios de algunos indicadores de calidad de las gramíneas y leguminosas tropicales más utilizadas como pastos en la ganadería (**tabla 8**).

Tabla 8. Diferencias entre el valor nutritivo de gramíneas y leguminosas tropicales.

Indicadores	Gramíneas	Leguminosas
Digestibilidad (%)	58.9	67.4
Proteína bruta (%)	10.80	21.0
Calcio (%)	0.58	1.88
Fósforo (%)	0.24	0.38

Tomado de Franco (1998)

Para lograr una salida científico-técnica que permita solucionar los problemas del desarrollo ganadero a base de pastos, Herrera (1983), consideró el estudio de la calidad de los pastos como un aspecto que adquiere cada día mayor vitalidad y vigencia. En este sentido realizó una revisión de un extenso número de trabajos desarrollados por diversos investigadores a nivel mundial, en la que resume los principales factores que afectan la calidad del pasto, entre los cuales cita y discute los siguientes: especies y variedades utilizadas; el tipo de suelo; el clima; la fertilización; la edad de la planta; los componentes morfológicos y el manejo (carga, altura de corte, el riego).

Se refirió además a lo sensible y susceptible que resulta la calidad en los pastos y la importancia que puede tener para el desarrollo de una ganadería científica el conocimiento de esa susceptibilidad y su posible cuantificación, en el que el dominio de los factores mencionados podría aportar criterios importantes para introducir y seleccionar nuevas especies, recomendar manejos adecuados que incluyan una utilización racional y eficiente del riego, la fertilización y se contaría con información suficiente para corregir o atenuar la influencia negativa que pueden ejercer sobre la calidad de este alimento.

2.4 Incidencias de plagas

La incidencia de plagas es causa de la pérdida de productividad en la mayoría de los cultivos agrícolas, incluyendo los pastos; razón por la cual es preciso conocer el grado de vulnerabilidad que presentan las diferentes especies, así como los tipos de incidencias para lograr un adecuado control, a la vez que permita identificar las más tolerantes y de mejores cualidades para el trabajo de selección. En este sentido, una buena selección, constituye una medida eficaz para evitar pérdidas económicas en la producción de los pastizales cultivados.

Las especies forrajeras, al igual que otros cultivos, se ven afectados por plagas (Enríquez, Meléndez y Bolaños, 1999). Dentro de las principales plagas que afectan las gramíneas están la mosca pinta o salivazo del tipo de insectos chupadores que comprende alrededor de 9 especies importantes con efectos dañinos fundamentalmente en *Brachiaria decumbens*, *Digitaria decumbens*, *Panicum maximum* y *Cenchrus*

ciliaris. El gusano falso medidor **Mocis latipes** del tipo masticadores que afecta a **Panicum maximum**, **Digitaria decumbens**, **Andropogon gayanus** y **Cynodon plectostachyus**. Las pulguillas con tres especies del tipo raspadores de la hoja, con efectos marcados en **Brachiaria decumbens**, **B. humidicola**, **B. brizantha** y **Panicum maximum** (Enríquez, *et al.*, 1999).

Resulta importante tener muy presente los daños que pueden originar las plagas en los pastizales y áreas forrajeras en el momento de acometer el mejoramiento de la alimentación animal mediante la siembra de especies mejoradas con mayor potencial de rendimiento. Por ello es necesario conocer las especies disponibles y las características de adaptación al suelo y al clima, ya que al diferir en sus requerimientos naturales pueden tener diferentes grados de susceptibilidad a esos agentes dañinos, lo cual puede conducirnos a una mala selección. Estas agravantes podrían ser superadas a través, del conocimiento de la agroecología y el diseño de prácticas en las que se empleen las rotaciones de cultivos y los policultivos, los cuales permiten disminuir la incidencia de las plagas y malezas (Lampkin, 1990; Leyva, 1993; Pérez y Vázquez, 2001).

3. Establecimiento de pastizales

El objetivo final del establecimiento de una pradera es mejorar el sistema de producción animal, para lo cual se requiere de conocimientos y astucia de manera que el proceso resulte ventajoso económicamente y rápido.

Existe una gran diversidad de alternativas que tradicionalmente se han utilizado para la siembra y establecimiento de pastizales y áreas forrajeras de la ganadería, logrando de diversas formas, en plazos distintos y con una connotación económica variable, el cumplimiento de los objetivos inicialmente propuestos; situación que atraviesa por un cúmulo de inconvenientes que usualmente hacen imprecisas las alternativas más idóneas para este tipo de actividad, además de las dificultades que a menudo se presentan al no existir un adecuado nivel de comprensión y de conocimientos por parte del personal designado para acometer las funciones relacionadas con estas tareas. De modo que la transferencia de tecnologías vinculadas al proceso de transformación de pastizales tiene que convertirse en una actividad de interés para el productor ganadero, a través de la cual se sienta seguro de las posibilidades de éxito del trabajo que está realizando al observar mejoría en su economía al utilizar las mejores alternativas.

A continuación se exponen algunos elementos de resultados obtenidos al nivel de la investigación sobre los métodos y alternativas de siembra y establecimiento de especies de pastos bajo diferentes condiciones.

En suelos de topografía llana la siembra en surcos sobre terreno preparado resulta más eficaz que espaciar las semillas a voleo ya que pueden colocarse las semillas justamente a la profundidad correcta y con ello se obtiene una mejor control de malezas durante la fase de establecimiento, especialmente cuando las leguminosas con hábito de crecimiento rastrero tienen lento crecimiento en el caso de glicine (Ruiz y Febles, 1986).

Para el establecimiento de asociaciones, una buena preparación del suelo es un aspecto fundamental a tener en cuenta, la cual dependerá de la abundancia de malezas y el ritmo de crecimiento de las especies a sembrar (Monzote, 1986).

Las siembras con semillas tiene la ventaja de que pueden ser realizadas en hileras o a voleo con similares posibilidades de éxito entre ambos métodos (Padilla, Sánchez, Sarroca y Febles, 1977).

Aunque la siembra en línea en suelos firmes y de topografía llana con máquinas sembradoras, tiene la ventaja de poder obtener una emergencia uniforme, utilizar menores densidades de siembra y hacer fertilización localizada (Padilla y Ayala, 1986), estas necesitan de una buena preparación del suelo que encarece el sistema. En este sentido Padilla (1981) encontró que la siembra a voleo por semilla tiene las ventajas de que se disminuye el empleo de fuerza de trabajo, reduce el gasto de combustible y disminuye el costo por cada ha de pasto sembrado.

También a las siembras con semilla se le concede la ventaja de que son más económicas que las siembras por partes vegetativas (Michelín, 1971; Padilla y Ayala, 1986), y en cuanto a los métodos de siembras utilizados en leguminosas estos comprenden desde la siembra sobre ceniza de las quemadas y preparación mínima del suelo hasta las siembras sobre terreno preparado (Monsalve, 1972; Padilla y Ayala, 1986).

La siembra y establecimiento de pastizales ha sido definida como una de las inversiones más costosas en nuestra ganadería (Padilla y Ayala, 1986), en la que las operaciones de desmonte, preparación del suelo, atenciones culturales y preparación de las semillas para la siembra son consideradas las actividades más determinantes, lo cual puede compensarse cuando se logra un buen establecimiento y una larga vida útil y productiva del pastizal, requiriéndose por lo tanto de una observación adecuada de los diversos factores que deben tenerse en cuenta para alcanzar ese logro entre los que sobresalen por su importancia los siguientes:

- ✚ La selección del área de siembra de acuerdo a la especie.

- ✚ Preparación del suelo.
- ✚ Aspectos dependientes de la semilla (edad, número de yemas, partes de tallo, calidad)
- ✚ Métodos de siembra y plantación.
- ✚ Época de siembra y plantación.
- ✚ Profundidad de siembras y plantación.
- ✚ Manejo durante el establecimiento.

En este contexto es preciso profundizar en los mejores métodos de siembra empleados en pastos que se propagan por semilla botánica considerando sus ventajas técnicas y económicas (Matías, comunicación personal).

3.1 Prácticas agroecológicas útiles en el establecimiento de pastizales

Los sistemas agroecológicos tienen como objetivo esencial integrar el agroecosistema de manera tal que aumente la eficiencia biológica general y se mantenga la capacidad productiva y autosuficiente del mismo (Altieri, 2001). Existen varias estrategias para restaurar la diversidad agrícola en tiempo y espacio incluyendo rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura, policultivos, intercalamiento de cultivos, integración ganadería-agricultura y otras similares.

El manejo agroecológico trata de optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales (Altieri, 2001). Entre las medidas de manejo agroecológico se encuentran consideradas la rotación de cultivos y los policultivos, las cuales además cumplen las funciones de control cultural (Pérez y Vázquez, 2001).

3.1.1 Policultivos

Los policultivos pueden definirse como la producción de dos o más cultivos en la misma superficie durante el mismo año. Es una forma de intensificar la producción agrícola mediante un uso más eficiente de los factores de crecimiento, del espacio y el tiempo (Casanova, Hernández y Quintero, 2001) mientras que el monocultivo se ha indicado como una de las prácticas incorrectas más frecuentemente utilizadas en el manejo de los suelos causando pérdida de la estructura granular y consecuentemente disminución de la fertilidad y del desarrollo radical de los pastos (Franco, 1998).

La siembra de cultivos anuales asociados con pastos es una estrategia económica para el establecimiento y renovación de praderas, pues permite proteger al suelo contra la erosión y reducir las labores de control de malezas y acelerar el retorno de la inversión (Cordoví, *et al.*, 1999).

Es la distribución en el espacio de las especies involucradas y tiene una influencia importante sobre el grado de competencia entre los cultivos, ya que puede afectar la eficiencia en el aprovechamiento de la luz y cubrimiento de suelo (Hernández, Santos y Casanova, 1998).

Es de vital importancia conseguir la distribución más adecuada acorde con el espacio vital que requieren las especies que van a ser utilizadas y el momento de la siembra de las mismas: También puede influenciar la productividad al afectar el grado de competencia entre ellas (Ranganathan, 1993). Este autor señala que en el arreglo espacial la siembra de mezclas en surcos separados por lo general ha dado mejores resultados que la siembra en el mismo surco.

Por otro lado se plantea que un aspecto interesante para lograr la eficiencia del policultivo está basado en la teoría de la facilitación, en la que debe considerarse que los cultivos utilizados no sean semejantes para lograr que el hábitat se expanda con el uso de la combinación de especies y en consecuencia las especies puedan vivir en partes del hábitat que no estaban disponibles en el monocultivo o lo que es lo mismo, otra especie facilita la utilización de una parte del ambiente no utilizado cumpliéndose el principio de la facilitación (Vandermer, 1998). Por ello resulta de mucho interés valorar los resultados obtenidos en las combinaciones que se diseñen y empleen.

Para las evaluaciones de la eficiencia biológica de los policultivos, lo cual se corresponde al mismo tiempo con la eficiencia del uso de la tierra, se ha propuesto el concepto: Uso equivalente de la tierra (UET); Índice Equivalente de la tierra (IET), en las que deben ser considerados individualmente los rendimientos de los cultivos tanto en policultivo como en monocultivo (Casanova *et al.*, 2001).

El IET expresa y evalúa las ventajas o desventajas en términos de producción biológica, comparando el policultivo con el monocultivo, la eficiencia o ineficiencia de un sistema con relación a otro respecto al uso de la tierra, la ventaja o desventaja de una combinación sobre otra. La ventaja o desventaja de una práctica agronómica sobre otra dentro del sistema y la competencia entre cultivos.

3.1.1.1 Beneficio de los policultivos

La tecnología de la multiasociación o policultivo consiste en la producción de dos o más cultivos en la misma superficie, la cual permite utilizar más eficientemente la tierra y los insumos disponibles, además de proporcionar beneficios agroecológicos, biológicos y económicos (Hernández, Santos y Casanova, 1998), entre los cuales sobresalen los siguientes:

- ✚ Ganancia al productor en función del ciclo de vida de los cultivos que se utilicen.
- ✚ Aseguramiento de la producción de alimentos.
- ✚ Cubierta vegetal para la protección del suelo y disminución de la evaporación.
- ✚ Reciclaje de nutrientes al cerrar los ciclos de energía, agua, desechos y nutrimentos.
- ✚ Protección contra plagas y enfermedades y contribución al control de malezas.
- ✚ Mejor uso de los insumos.
- ✚ Mejora el ambiente particular y el agroecosistema en general.

Es una forma de intensificar la producción agrícola con un uso más eficiente de los factores de crecimiento, el espacio y el tiempo (Hernández, *et al.*, 1998).

El empleo de esta práctica, está muy generalizada en las fincas de los campesinos cubanos, por los múltiples beneficios que reciben para sus predios.

3.1.2 Asociaciones de cultivos

Investigaciones en campos experimentales y su validación en fincas han demostrado la factibilidad de establecer pastos mejorados mediante la siembra asociada de especies forrajeras con nuevas variedades de arroz (CIAT, 1989).

Se ha encontrado efecto con el crecimiento acelerado de las gramíneas después de la cosecha de **Vigna ssp.** debido a la mayor incidencia en el cultivo base de la luz, ya que las hojas senescentes del cultivo intercalado caen a medidas que avanza el proceso de maduración, mejorando el contenido de materia orgánica seca y nitrógeno del suelo (Vandermeer, 1983).

Un estudio de cosechas mixtas incluye los mecanismos fisiológicos de competencia, es decir, sus causas y efectos en el rendimiento; el énfasis de los efectos abarca el análisis de la competencia Inter e intraespecífica, sin explorar necesariamente los mecanismos subyacentes (Ranganathan, 1993)

Se ha informado que la aplicación de adecuados esquemas de asociaciones de cultivos y el incremento de recursos fitotécnicos en los agroecosistemas con especies y variedades de interés ha permitido la sustitución de los pastos naturales por especies de mayor productividad y calidad, contribuyendo al mejoramiento de la fertilidad de los suelos, al incremento de la biodiversidad de microorganismos que habitan en él y al aumento de la producción de los pastizales (González, Ramírez y Vieito, 2002). También, Funes-Monzote y Del Río (2002) reconocen a los policultivos como una parte clave para el mantenimiento de una productividad constante en los sistemas de producción agrícolas, y además mencionan la rotación de cultivos y la eficiente utilización del terreno como otros elementos importantes que la componen.

Al sembrar policultivos, la estrategia agrícola acompaña la tendencia natural hacia la complejidad. El incremento de la biodiversidad del cultivo tanto sobre como debajo del suelo imita la sucesión natural y así se requieren menos insumos externos para mantener la comunidad del cultivo. El Policultivo es una estrategia tradicional para promover la generación de una producción, la reducción de riesgos al mínimo, la disminución de la incidencia de insectos y enfermedades, el uso eficaz de la mano de obra, la intensificación de la producción con recursos limitados y aumento al máximo de la rentabilidad con bajos niveles de tecnología (Altieri, 1997).

Si las siembras se realizan como monocultivos se usan recursos ambientales de distinta manera, pero si se siembran juntos, pueden complementarse entre sí y de esta forma hacer un mejor uso de los recursos que por sí solas. Así, los policultivos compuestos por especies que utilizan procesos fotosintéticos C4 y C3, pueden manifestar una complementación fisiológica ya que a menudo las plantas C4 se adaptan mucho mejor a ambientes soleados mientras que las plantas C3 se adaptan mejor a condiciones más sombreadas, que les permite un buen acoplamiento en sus combinaciones, constituyendo ejemplos las parejas maíz–frijol, sorgo–gandul y mijo–maní (Willey, 1990).

3.1.3 Intercalamiento de cultivos

Esta técnica ha sido utilizada durante el establecimiento de los pastos y forrajes fundamentalmente para incrementar el volumen total de masa verde por área plantada, lo que posibilita obtener cantidades

adicionales de alimento en el período comprendido entre la siembra y el establecimiento del pasto base (Padilla y Ruiz, 1986) y por otro lado, también se ha empleado para obtener producciones colaterales de granos de las especies intercaladas, con las que se logran rendimientos aceptables e ingresos financieros o equivalentes en valores que permiten sufragar gastos invertidos y ganancias para los agricultores.

Trabajos desarrollados en suelo Ferralítico Rojo han mostrado que con el empleo del girasol y sorgo como cultivos intercalados para la producción de granos se han logrado producciones entre 1.0 y 1.5 t (Padilla y Ruiz, 1986), asimismo, otro trabajo desarrollado en similares condiciones demostró que el uso de sorgo y maíz no afectó los rendimientos de leguminosas y malezas en mezclas múltiples de leguminosas herbáceas asociadas a gramíneas al compararlos con un control limpio (Ruiz, Febles y Castillo, 2001).

En Bayamo, sobre un suelo Vertisol de mal drenaje, el intercalamiento de ***Oriza sativa*** (arroz) en el establecimiento de ***Teramnus labialis*** no influyó negativamente durante el establecimiento de la leguminosa y el rendimiento de arroz permitió recuperar parcialmente la inversión realizada, demostrando que el intercalamiento permite obtener ventajas económicas y biológicas (Cordoví, Vieito y Estrada, 1999).

Al realizar estudios de intercalamiento de cultivos temporales durante el establecimiento de ***Leucaena*** y la recuperación de ***Cynodon nlemfuensis***, se logra un aporte de la producción de granos cuando se intercalan tres surcos de maíz o soya y constituye una opción para disminuir los costos de establecimiento de las especies de pastos (Padilla, Ruíz, Cino y Curbelo, 1999).

Otros autores han coincidido en que el intercalamiento de cultivos en la fase de establecimiento de pastizales es en general una práctica adecuada y constituye una base para la agricultura orgánica (García-Trujillo, 1995; Vandermer, 1995).

CAPITULO II. Metodología general

1. Plan de investigación

El plan de investigación concebido para la ejecución de esta tesis, contó con tres fases de trabajo. En cada una de ellas, se realizaron dos experimentos para un total de seis, en los que se evaluaron gramíneas y leguminosas en el ecosistema más representativo del Valle del Cauto del territorio que corresponde a la provincia Granma, las cuales se definen a continuación.

SECCION A. FASE I. Discriminación inicial de especies

Experimento 1. Evaluación y selección primaria de cuarenta accesiones de gramíneas en campo regional de evaluación inicial sobre suelo vertisol

Experimento 2. Evaluación y selección primaria de diez accesiones de leguminosas en campo regional de evaluación inicial sobre suelo Vertisol

SECCION B. FASE II. Evaluación y selección de especies

Experimento 3. Evaluación de diez gramíneas en las condiciones más representativas de la ganadería del Valle del Cauto

Experimento 4. Evaluación de cinco leguminosas en las condiciones más representativas de la ganadería del Valle del Cauto

SECCION C. FASE III. Uso de alternativas agroecológicas para el establecimiento de especies seleccionadas en fincas ganaderas

Experimento 5. Intercalamiento de cinco leguminosas temporales durante el establecimiento de tres accesiones de gramíneas seleccionadas.

Experimento 6. Intercalamiento de tres especies temporales durante el establecimiento de tres accesiones de leguminosas seleccionadas y su empleo como tutores para la producción de semillas de las leguminosas en fincas ganaderas

Suelo y clima

Los experimentos se condujeron sobre un suelo Vertisol (MING, 1999), los cuales son representativos de la ganadería del Valle del Cauto, provincia Granma. Estos suelos están representados por los Vertisoles Pélicos, Vertisoles Crómicos y Gleyes Vérticos, que en su conjunto agrupan alrededor del 50 % del total de áreas dedicadas a la agricultura en la provincia Granma. En la **tabla 9**, se muestra la composición química de estos suelos según los experimentos realizados. En los análisis para la determinación del contenido de P_2O_5 y K_2O se utilizó la técnica de Machiguin del servicio agroquímico. Teniendo en cuenta los rangos para la evaluación (Mesa y Naranjo, 1982), se detectó que el fósforo se encuentra en niveles de mediano a alto, mientras que el potasio aunque varía desde niveles bajos hasta altos, los valores bajos no son críticos para este rango y están cercanos al nivel medio por la proximidad de los datos a este. En cuanto al porcentaje de materia orgánica (MO), se considera en un nivel medio, mientras que el nitrógeno se corresponde con los rangos entre medio y alto, aunque este elemento es el más dinámico del suelo y está sujeto a mucha variación.

Para la obtención de los datos climáticos se registraron las precipitaciones ocurridas según las estaciones del año durante el período experimental. El resto de la información fue tomada de la Estación meteorológica más cercana (Estación Experimental del Arroz de Jucarito situada a 30 km).

Estos suelos correlacionan fundamentalmente con la serie Bayamo, donde se encuentran los tipos Oscuros Plásticos no Gleyzados (Bennett y Allison, 1966). Son de medianamente profundos a profundos en el horizonte A, formados sobre materiales aluviales de origen carbonático. En la profundidad de 0–15 cm la arcilla es de color pardo ligeramente oscuro, de estructura fragmentosa, terronosa, adhesiva, plástica y débilmente porosa. Posee consistencia ligeramente dura, en la que las plantas presentan buen desarrollo radical.

Tabla 9. Composición química de los suelos.

Experimentos	Mg/100 g de suelo		M.O. (%)	N total (%)	pH (KCl)
	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1. Discriminación en 40 gramíneas...	5.17	27.27	3.19	0.249	7.16
2. Discriminación en 10 leguminosas	7.77	21.81	3.34	0.288	7.08
3. Evaluación de diez gramíneas	4.4	23.63	3.24	0.263	7.12
4. Evaluación de cinco leguminosas	6.78	32.22	3.68	0.356	7.15
5. Establecimiento de tres gramíneas en una finca ganadera	2.6	48.0	2.91	0.272	7.02
6. Establecimiento de tres leguminosas en una finca ganadera	3.0	29.09	3.82	0.371	7.10

El clima de esta región, se clasifica como tropical relativamente húmedo (Barranco y Díaz, 1989), caracterizado por presentar dos estaciones bien definidas, una lluviosa y otra poco lluviosa con similares tiempo de duración. La **tabla 10**, muestra información de los datos de las principales variables climáticas registradas durante el período experimental y los datos históricos para los experimentos del 1 al 4. Los valores promedios estacionales y anuales de la lluvia ocurrida en el período de evaluación (2 años), se corresponden con los registros históricos de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Granma, para cuyo territorio, las isoyetas de las precipitaciones están dentro de los siguiente valores: 600–800 mm en el período lluvioso (Izquierdo, 1989); 200–300 mm en el período seco (Trusov, Díaz e Izquierdo, 1989) y 1 000–1 200 mm en el período anual (Gagua, Zarembo e Izquierdo, 1989).

Tabla 10. Comportamiento de las principales variables climáticas en la región.

Experimentos	Variables climáticas	Período experimental (media de 2 años)			Período histórico (20 años)		
		Lluvia	seca	año	Lluvia	seca	año
1 y 2	Precipitaciones (mm)	876	238	1114	801	257	1058
	Temp. máxima (°C)	33.2	30.9	32.0	33.2	30.9	32.0
	Temp. mínima (°C)	21.6	18.0	19.8	21.5	18.0	19.7
	Temp. media (°C)	27.4	24.2	25.8	27.3	24.2	25.7
	Hum. relativa (%)	77.9	75.2	76.5	76.9	74.2	75.5
3 y 4	Precipitaciones (mm)	792	247	1039	801	257	1058
	Temp. máxima (°C)	33.1	31.2	32.2	33.2	30.9	32.0
	Temp. mínima (°C)	21.8	17.4	19.6	21.5	18.0	19.7
	Temp. media (°C)	27.4	24.5	25.9	27.3	24.2	25.7
	Hum. relativa (%)	78.9	75.6	77.2	76.9	74.2	75.5

Temp. (Temperaturas)

Con relación a las temperaturas y la humedad relativa no se observan variaciones de consideración. En este sentido, la temperatura media anual está dentro del rango donde se sitúa la isoterma histórica (24–26°C) (La Pinel, 1989)

En cuanto a los experimentos 5 y 6, los valores de precipitaciones ocurridas en el período que duró la evaluación estuvieron por debajo de los niveles históricos que registra la región, con un comportamiento muy variable entre los diferentes meses que conformaron esta etapa, siendo particularmente escasa desde diciembre hasta marzo en que solo cayeron 49 mm.

2. Procedimiento

En el **anexo 2**, se exponen las principales actividades y las definiciones en términos numéricos de algunos conceptos tomados en consideración para la realización de los experimentos.

2.1 Preparación del suelo

En todos los casos se efectuó una preparación completa del suelo que consistió en la secuencia de las siguientes actividades: roturación, grada mediana, cruce, grada ligera y surca, las cuales se realizaron con un intervalo de 30 ± 10 días entre labores.

2.2 Tratamientos y tipos de semilla utilizada en la siembra

En los experimentos de discriminación, se compararon 40 accesiones de gramíneas correspondientes a 17 especies de los géneros **Cynodon**, **Brachiaria**, **Digitaria**, **Chloris**, **Andropogon**, **Panicum**, **Cenchrus**, **Setaria**, **Echinochloa** y **Bothriochloa** y 10 accesiones de leguminosas pertenecientes a 8 especies de los géneros **Centrosema**, **Teramnus**, **Macroptilium**, **Clitoria**, **Neonotonia**, **Pueraria** y **Vigna**. Para la siembra se empleó semilla vegetativa a razón de 2.0 t ha⁻¹ en el caso de las gramíneas de los géneros **Cynodon**, **Brachiaria**, **Digitaria**, **Setaria**, **Echinochloa** y **Bothriochloa**; de 0.8 a 1.2 kg de SPG ha⁻¹ en el resto de las gramíneas y de 1.8 a 6.0 kg de SPG ha⁻¹ en las leguminosas.

En los experimentos de evaluación se compararon 10 accesiones de gramíneas pertenecientes a 8 especies de los géneros **Cynodon**, **Brachiaria**, **Digitaria**, **Chloris**, **Andropogon**, **Panicum**, **Cenchrus** y 5 accesiones de leguminosas correspondientes a 4 especies de los géneros **Centrosema**, **Teramnus** y **Neonotonia**, utilizando similares dosis y tipos de semillas para la siembra que en los experimentos de discriminación tanto en gramíneas como en leguminosas.

2.3 Descripción de las mediciones y observaciones realizadas

Muestreo de suelo. Para el muestreo de suelos se tomaron 5 muestras de suelos en 5 puntos situados en las diagonales del área y en el punto de intersección de las propias diagonales. Estos puntos fueron equidistantes a partir del centro del terreno hasta cada uno de los ángulos externos (esquinas) del área experimental.

Conteo de plantas. Consistió en registrar el número de plantas germinadas en períodos diferentes después de la siembra y se expresó en plantas (m²)⁻¹.

Vigor del rebrote. Se valoró sobre la base del aspecto de las plantas: color, efectos producidos por varios tipos de estrés que producen marchitez, debilitamiento del vegetal y reducción del tamaño de sus órganos, calificándose de la siguiente manera: 1—malo, 2—regular, 3—bueno, 4—muy bueno.

Altura de las plantas. Esta medición se tomó en 5 puntos de cada parcela y con ella se determinó la altura promedio que alcanzó la especie en el período correspondiente. Este indicador se determinó en centímetros (cm).

Rendimiento de materia seca (t MS/ha⁻¹). Este indicador se determinó según metodología de los Campos Regionales de Evaluación Inicial (CREI) propuesta por Álvarez, Funes, Monzote y Hernández (1990). En cada parcela se cortaron 50 cm en cada lado, el que se desechó como efecto de borde y con una segadora lateral se realizó el corte del área restante (área cosechable), la cual se pesó inmediatamente y se determinó el rendimiento de Masa Verde (MV). Del material cosechado, se tomó una muestra, la cual se conservó en bolsas de nylon. De esta, posteriormente, se pesó una submuestra de 200 g, que fue secada en estufa a una temperatura de 60°C durante 48 horas; después fue pesada nuevamente y se calculó el porcentaje de MS a partir de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{Peso submuestra seca}}{\text{Peso submuestra verde}} \times 100$$

El valor obtenido se multiplicó por el rendimiento de MV y se obtuvo el rendimiento de MS.

Relación hoja – tallo (%) expresada como % de hojas. Esta estimación se realizó según la metodología de los CREI (Álvarez *et al.*, 1990). Se realizaron dos determinaciones por año, una en el corte de enero (período poco lluvioso) y otra en el corte de agosto (período lluvioso). Para ello se tomó en consideración de que la muestra tomada (200 g) no tuviera material muerto. A continuación, en el caso de las gramíneas se separó el limbo de la vaina y esta más el tallo fue considerada como tallo, mientras que como hoja solo se consideró el limbo. En las leguminosas, se consideró como hojas el foliolo más el pecíolo, posteriormente se secaron en la estufa y se pesaron en base seca, de donde se calcularon los componentes según las siguientes expresiones:

$$\% \text{ H} = \frac{\text{Psh}}{\text{P}} \times 100 \quad \% \text{ T} = \frac{\text{Pst}}{\text{P}} \times 100$$

Donde:

% H y % T ____ porcentajes de hoja y tallo respectivamente.

Psh y Pst ____ son los pesos secos de las submuestras de hoja y tallo respectivamente.

P ____ peso de la muestra total antes de separar los componentes.

Composición botánica (%). La composición botánica se realizó sobre la base del área cubierta por la especie cultivada. Para ello se utilizó el método rango de peso seco propuesto por t'Mannetje y Haydok (1963).

Plagas. Estas observaciones se realizaron en el momento de realizar los cortes y no se empleó tratamiento químico en ninguno de los casos en que se apreció afectación grave o severa. Para determinar la incidencia y el grado de afectaciones ocasionadas por las plagas se utilizó el método de evaluación por rango, otorgando calificaciones del 1 al 4, cuyas particularidades se detallan a continuación:

Plagas

A. Escala de daños para insectos masticadores

1. Presencia de algunos insectos (daño en el follaje inferior al 1 % o ausencia de daño)
2. Daño leve (daño en el follaje entre el 1–10 % del área foliar)
3. Daño moderado (daño en el follaje entre el 11–20 % del área foliar)
4. Daño grave (daño en el follaje por encima del 20 % del área foliar)

B. Escala de daños para insectos chupadores

1. Presencia de algunos insectos (daño en el follaje inferior al 1 % o ausencia de daño)
2. Daño leve (daño en el follaje entre el 1–25 % del área foliar)
3. Daño moderado (daño en el follaje entre el 25–75 % del área foliar)
4. Daño grave (daño en el follaje por encima del 75 % del área foliar)

Composición bromatológica. Para el análisis de la composición química del pasto se tomó una muestra de 200 g en el primer corte del período poco lluvioso (enero) y otra en el segundo corte de la lluvia (agosto), las cuales se secaron en la estufa durante 48 horas a la temperatura de 60°C, después se molieron y se les determinó contenido de proteínas y fibra bruta.

Análisis económicos. Para determinar la eficiencia en el uso de la tierra de las combinaciones de cultivos empleadas con relación al monocultivo, se calculó el "IET" (Índice equivalente del uso de la tierra) propuesto por Casanova, Hernández y Quintero (2001) según la fórmula siguiente:

$$IET = \frac{Px}{Ux} + \frac{Py}{Uy}$$

Px—Rendimiento del cultivo X en Policultivo.

Ux--- Rendimiento del cultivo X en Unicultivo

Py--- Rendimiento del cultivo Y en Policultivo

Uy--- Rendimiento del cultivo Y en Unicultivo

Sí IET>1, el policultivo es ventajoso; sí es <1, no es ventajoso y si es igual que 1, entonces resulta indiferente el modo de sembrar. Vandermeer (1981) expresó que el IET indica el área de monocultivo que se necesita para producir la misma cantidad de una hectárea de policultivo, utilizando la misma población de plantas.

En este trabajo, también se calcularon los gastos y la eficiencia de cada variante experimental durante el proceso de establecimiento de las especies seleccionadas, tanto en monocultivo como en policultivo. Para ello se tomaron los costos de los materiales actividades realizadas, depreciación de equipos y salarios empleados en los diferentes conceptos de trabajo que se llevaron a cabo durante todo el período de evaluación.

2.4 Análisis estadísticos

En los análisis estadísticos de los resultados se aplicó el paquete estadístico SPSS versión 10.0 tanto para la realización de las comparaciones de medias y como para el análisis mutivariado. En la discriminación de especies (Fase 1) se realizaron análisis de componentes principales y de conglomerados, utilizando en este último el método de Unión entre grupos con las distancias euclidianas como criterio de diferenciación entre los casos. En la evaluación y selección de especies (Fase 2), así como en su establecimiento (Fase III) se realizó un análisis de de varianza simple usando la Dócima de Duncan (1955) para la comparación múltiple de medias.

2.5 Discriminación de especies

En el proceso de discriminación se evaluó el comportamiento demostrado por cada especie en las cinco variables consideradas (**anexo 3**).

Se estableció que las especies discriminadas debían cumplir con 2 más de los criterios evaluativos considerados. Solo se escogieron para la próxima fase de evaluación aquellas especies que superaban al menos tres de los cinco requisitos planteados en los criterios de selección.

En el caso de las leguminosas se tomaron en cuenta sus características fisiológicas, las cuales le confieren mayores dificultades para mantener alta población en las plantaciones, así con el alto nivel de calidad que pueden aportar estas plantas a la dieta de los animales cuando pueden mantener un 50 % o más de la especie en sistemas asociados.

Se debe aclarar que la escala de valores para la evaluación de las variables rendimiento, % de hojas, % de pasto, vigor, altura y proteína se concibieron de menor a mayor, mientras que en el caso de las plagas y la fibra bruta, esa escala de valores es inversa, o sea que los menores valores corresponden a la evaluación más favorable para la especie, lo que indica que en su valoración se consideraron positiva las contribuciones que estaban por debajo de la media poblacional.

CAPITULO III. Resultados

SECCION A. FASE I. Discriminación inicial de especies

Experimento 1. Evaluación y selección primaria de cuarenta accesiones de gramíneas tropicales en Campos Regionales de Evaluación Inicial (CREI) sobre suelo vertisol

1.1 Materiales y métodos

Diseño. La evaluación se realizó en parcelas de 3 x 4m sin réplicas.

Siembra. La siembra de las especies se realizó al inicio de la estación lluviosa (mayo) en surcos separados a 60 cm.

Fertilización. El fertilizante aplicado se fraccionó de la forma siguiente: 50 – 40 – 60 kg ha⁻¹ de N – P₂O₅ – K₂O respectivamente después del último corte de la época poco lluviosa y 50 kg de N después del segundo corte del período lluvioso.

1.2 Resultados y discusión

Dentro de las premisas para establecer un Programa de Introducción de pastos en Cuba, se consideró como un aspecto de gran interés la escasez de gramíneas y leguminosas endémicas o naturalizadas adecuadas para la explotación de pastizales, dada la importancia que poseen estas especies en el volumen y la composición dietética de los rumiantes (Machado y Seguí, 1997). En este sentido se han realizado numerosas investigaciones en el país con resultados muy importantes, con el objetivo de alcanzar la suficiencia alimentaria en las fincas ganaderas. Sin embargo, aspectos de índole económicos han frenado el proceso de generalización en el establecimiento de las variedades liberadas que debían ser utilizadas según la Metodología de Regionalización de los Pastos en Cuba (Paretas, 1990).

Aunque en el Valle del Cauto, existen condiciones específicas muy diferentes al resto de las regiones de Cuba, las condiciones desfavorables existentes ameritan continuar la evaluación de accesiones que demuestren mayor especificidad adaptativa, de manera que se logre una estructura de pastos para esas particularidades y se logren cubrir las exigencias que aún no se han resuelto. Asimismo, se debe lograr un mayor grado de confiabilidad en los resultados de selección que permitan realmente lograr los frutos que se esperan en la práctica productiva.

La aplicación de las técnicas de análisis multivariados en diferentes etapas o fases del proceso de evaluación y selección de especies y/o variedades de pastos, ha sido considerada una herramienta de grandes posibilidades para perfeccionar y enriquecer los criterios del investigador en los trabajos de discriminación de variedades (Álvarez, 1982; Arzuaga, 1987; Torres, López y Noda, 1990). Estas constituyen una opción eficaz para evaluar la variabilidad fenotípica de los cultivos y al propio tiempo determinar la contribución relativa de distintos caracteres a la misma (González, 1991).

Teniendo en cuenta la utilidad y actualidad de estas técnicas, así como la naturaleza de este trabajo, se emplearon las mencionadas técnicas para lograr resultados más precisos en los procesos de discriminación y selección.

En el análisis de componentes principales realizado (tabla 11), se encontró una varianza acumulada del 89,77 %. Al respecto, en la primera componente, el vigor, el rendimiento y la cobertura (porcentaje del pasto) son las variables que mejor explican dicha varianza (55,57 %). Por su parte, la segunda componente que extrajo un 17,97 %, fue explicada por el porcentaje de hojas, mientras que la tercera extrajo una variabilidad del 16,23 %, estando su explicación en la incidencia de plagas. Tales resultados indican que los tratamientos utilizados fueron muy similares en estos dos últimos indicadores, no así para las tres primeras variables, en las que se detectó una gran heterogeneidad. No obstante, a partir de que el valor propio de las dos últimas componentes fue superior a 0,8, valor considerado como aceptable para tomar en consideración las variables mayor representadas en esas componentes (Philippeau, 1986), se decidió tomar todas las variables para agrupar las accesiones en función de sus valores (fig. 1).

En la tabla 12, se exponen las accesiones que conformaron cada grupo. Esta clasificación indica que el mayor número de accesiones forman parte de los grupos I y III, siendo estos los que agrupan las especies de mejor comportamiento.

Según la tabla 13, el grupo I con 17 accesiones tuvo un 100 % de aporte positivo, al mantenerse un equilibrio de todas las variables con valores superiores a la media poblacional, mostrando valores favorables en todas las variables estudiadas, particularmente en el rendimiento de biomasa, el porcentaje de hojas y la cobertura del pasto.

El grupo III con 11 accesiones, tuvo un 60 % de contribución positiva, presentando el peor comportamiento en el porcentaje de hojas, con un valor promedio inferior al 50 %. Los grupos de peor comportamiento fueron II y IV en las que las variables estudiadas solo contribuyeron positivamente en un 40 % y 0 % respectivamente.

Tabla 11. Relación entre variables e indicadores que explican la varianza (resultados promedio de dos años).

Indicadores	Componentes		
	CP1	CP2	CP3
Rendimiento ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$)	0.87	-0.12	0.12
Hojas (%)	0.40	0.91	0.05
Pasto (%)	0.86	-0.07	0.17
Vigor (1-4)	0.92	-0.20	0.20
Plagas (1-4)	-0.52	0.03	0.85
Valor propio	2.78	0.90	0.81
Varianza (%)	55.57	17.97	16.23
Varianza acumulada (%)	55.57	73.54	89.77

Tabla 12. Accesiones que pertenecen a cada grupo. (2 años).

Grupos	# de accesiones	Nombre
I	17	<i>B. decumbens</i> (CIAT-606), <i>P. maximum</i> (gigante azul, Likoni, Makueni, S-157, común, SIH-127, SIH-421), <i>A. gayanus</i> (CIAT-621), <i>B. ruziziensis</i> (ruziziensis, <i>B. humidicola</i> (CIAT-679), <i>D. decumbens</i> (A-32, A-24), <i>Ch. gayana</i> (común, S-161), <i>C. nlemfuensis</i> (jamaicano), <i>D. unfolozi</i>
II	7	<i>C. dactylon</i> (cv. Coastcross-1, Coastcross-2, Coastcross-67, Coastcross – 68), <i>B. purpuracens</i> (aguada), <i>E. polistachya</i> (zacate aleman), <i>B. Pertusa</i> (camagüeyana)
III	11	<i>C. dactylon</i> (cv. Coastal), <i>C. ciliaris</i> cv (Formidable, Biloela, Molopo), <i>Ch. gayana</i> cv. Callide. <i>C. nlemfuensis</i> (Panameño, Santo Domingo, Tocumen), <i>H. altissima</i> , <i>E. pyramidalis</i> (H. de corzo), <i>B. radicans</i> (tanner grass).
IV	5	<i>B. purpuracens</i> (aguada); <i>S. spaelata</i> , <i>C. dactylon</i> cv Callie, <i>P. maximum</i> (green panic). <i>D. decumbens</i> (común).

Tabla 13. Contribución de los indicadores a la formación de los grupos. (2 años).

Grupos	Rendimiento	% hojas	% pasto	Vigor	Plagas	% +	% -
I	16.71	63.98	81.29	2.94	1.41	100	0
II	9.93	47.51	79.71	2.29	1.28	40	60
III	17.10	42.69	84.64	3.32	1.73	60	40
IV	8.69	43.98	45.60	1.70	2.8	0	100
Media	14.63	52.75	77.48	2.78	1.65	--	--

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)
Rescaled Distance Cluster Combine

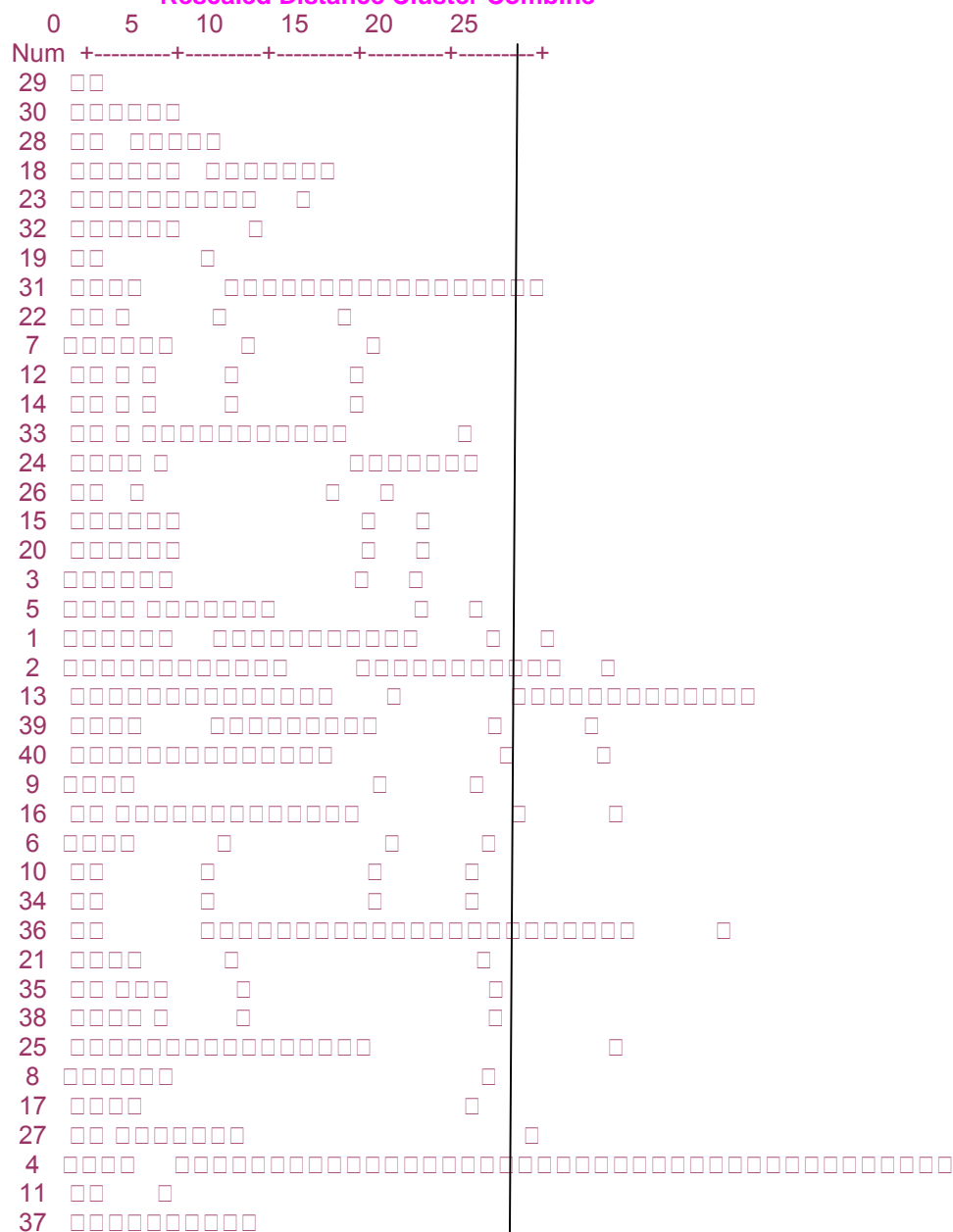


Fig. 1. Agrupación de las accesiones estudiadas en dos años de evaluación.

Debido al gran número de variedades que conformaron los grupos más destacados (I y III), se procedió a comparar los aportes positivos encontrados dentro de cada grupo (tablas 14 y tabla 15). Como resultado de este procedimiento se seleccionaron las variedades que recibieron un 80 % o más de contribución positiva al comparar los valores medios obtenidos en las diferentes variables con la media de cada grupo. Del grupo I se seleccionaron *B. humidicola* CIAT-679 *B. decumbens* (CIAT-606), *P. maximum* cvs. Likoni y Makueni, así como *A. gayanus* (CIAT-621); del grupo III se seleccionaron las accesiones *C. ciliaris* cv Biloela y Molopo) y *Ch. gayana* cv Callide. Estos resultados demostraron que fue posible seleccionar un 25 % de las accesiones, lo que se considera alentador en términos de posibilidades de adaptación para un amplio número de accesiones y están en el rango considerado como permisibles en esta etapa de trabajo en concordancia con el número de tratamientos iniciales (Machado, comunicación personal).

Tabla 14. Contribución de las variables a la formación del grupo I.

Grupos	Rendimiento	% hojas	% pasto	Vigor	Plagas	% +	% -
<i>P. maximum</i> SIH-127	11.94	79.7	81	2	1.5	20	80
<i>P. maximum</i> (común)	13.4	78.85	72	3	1.5	20	80
<i>P. maximum</i> S-157	13.01	76.0	96	3	1.5	60	40
<i>D. decumbens</i> A-32	11.31	57.45	60	2.5	1.5	--	100
<i>Ch. gayana</i> S-161	13.07	52	40	1.5	1.5	--	100
<i>P. maximum</i> SIH-421	18.02	73.45	70	3	1.5	60	40
<i>D. decumbens</i> A-24	18.79	55.05	72	3	1.5	40	60
<i>P. maximum</i> (gigante azul)	18.02	59.55	90	3	2.0	60	40
<i>Ch. gayana</i> común	16.14	55.5	70	2.5	1.5	--	100
<i>C. nlemfuensis</i> jamaicano	14.36	53	85	2.5	1.0	40	60
<i>B. humidicola</i> CIAT-679	22.26	62.45	98	3.5	1.0	80	20
<i>B. decumbens</i> CIAT-606	18.1	65.95	94	3.5	1.0	80	20
<i>P. maximum</i> cv. Makueni	19.32	68.55	98	3.5	1.5	80	20
<i>A. gayanus</i> CIAT-621	20.79	64.35	90	4	1.5	80	20
<i>P. maximum</i> cv. Likoni	23.22	70	98	4	1.0	80	20
<i>B. ruziziensis</i>	17.56	56.05	76	3	1.0	60	40
<i>D. unfoliozi</i>	14.78	61.8	92	2.5	1.0	20	80
Media	16.71	63.98	81.29	2.94	1.41	--	--

Tabla 15. Contribución de las variables a la formación del grupo III.

Grupos	Rendimiento	% hojas	% pasto	Vigor	Plagas	% +	% -
<i>C. nlemfuensis</i> (Santo Domingo)	13.69	46.4	94	3	2	40	60
<i>B. radicans</i> (tanner grass)	16.88	42.05	88	3	3	20	80
<i>C. dactylon</i> cv Coastal	14.99	45.4	96	3	2	40	60
<i>C. nlemfuensis</i> (Panameño)	13.35	43.55	84	3	3	20	80
<i>C. ciliaris</i> cv Biloela	22.81	44.25	98	4	1	100	0
<i>C. ciliaris</i> cv Molopo	20.1	44.7	92	4	1	100	0
<i>Ch. gayana</i> cv Callide	19.58	43.9	92	4	1.5	100	0
<i>C. ciliaris</i> cv Formidable	17.8	41.55	92	3	1	60	40
<i>E. piramidales</i> (hierba de corzo)	20.55	38.15	60	2.5	1	40	60
<i>H. altissima</i>	15.53	34.7	75	3	1	20	80
<i>C. nlemfuensis</i> (Tocumen)	12.8	44.85	60	3	2.5	20	80
media	17.10	42.69	84.64	3.32	1.73	--	--

Experimento 2. Evaluación y selección primaria de diez accesiones de leguminosas tropicales en Campos Regionales de Evaluación Inicial (CREI) sobre suelo vertisol.

2.1 Materiales y métodos

Diseño. La evaluación se realizó en parcelas de 3 x 4m sin réplicas.

Siembra. La siembra de las especies se realizó en el mes de julio (a mediados de la estación lluviosa) para disminuir el nivel de competencia con las malezas al inicio de las lluvias.

Fertilización. La dosis de fertilizantes utilizada fue aplicada en una sola ocasión después del último corte de la época poco lluviosa.

2.2 Resultados y discusión

La necesidad de una estructura de leguminosas con características deseables su adaptabilidad y también de su estabilidad (Seguí, 1996), requiere de estudios de discriminación para obtener información del comportamiento de las especies en diferentes ambientes. Estos resultados sirven de base para estimar la especificidad ambiental de las especies respecto a las variables más importantes, permiten conocer el grado de adaptación que han mostrado, así como la variabilidad existente para diferentes condiciones. En este caso la selección de especies con amplio rango de variación en la producción es considerada un aspecto positivo que

les permite exhibir buenas respuestas a las condiciones ambientales favorables (Seguí y Machado, 1986; Gerardo, 1988). A partir de este trabajo inicial, desarrollado en condiciones muy específicas en las que predomina el suelo vertisol, se determinaron las especies que mostraron mayor grado de adaptación.

A través de un análisis de componentes principales (ACP) se detectó una varianza acumulada del 71.87 % en las dos primeras componentes (tabla 16). Las variables que mejor explican la varianza en el CP1 (48.04 %) fueron el porcentaje de pasto, el rendimiento de MS y el vigor, las cuales estuvieron positivamente relacionadas. Mientras que la CP2 extrajo una varianza del 23.63 %, la que se explica por la altura y el porcentaje de hojas, las que se relacionaron de forma negativa.

El análisis de Cluster a los resultados medios de dos años de evaluación, formaron 4 grupos (tabla 17 y fig. 2), siendo el grupo I el más numeroso.

En los grupos formados, la mayor contribución positiva, se encontró en el grupo I, con un 83.3 % (tabla 18) y estuvo integrado por las accesiones *C. macrocarpum* (CIAT-5065), *C. híbrido* (CIAT-438), *Teramnus labialis* (Semilla Clara), *N. wightii* cvs. Tinaroo y Cooper, las que fueron seleccionadas para ser estudiadas en la siguiente fase de evaluación, mientras que las restantes especies muestran menos del 33 % de contribución positiva y por ello el peor comportamiento.

Esta respuesta en las accesiones de *T. labialis*, *N. wightii* y *Centrosema híbrido* CIAT-438 fueron muy interesantes y reafirman el excelente comportamiento que han mostrado en muchos trabajos que avalaron su inclusión y aceptación como variedades comerciales (Anon, 1987).

Tabla 16. Relación entre variables e indicadores que explican la varianza (dos años).

Indicadores	Componentes	
	CP1	CP2
Rendimiento ($t\ ha^{-1}a\ no^{-1}$)	0.94	0.22
Hojas (%)	0.28	-0.80
Pasto (%)	0.98	0.07
Plagas (1-4)	-0.46	-0.07
Vigor (1-4)	0.86	-0.04
Alturas (cm)	0.012	0.85
Valor propio	2.88	1.43
Varianza (%)	48.04	23.83
Varianza acumulada (%)	48.04	71.87

Tabla 17. Relación de accesiones que corresponden a los grupos formados (2 años).

Grupos	# de accesiones	Nombre
I	5	<i>C. macrocarpum</i> (CIAT-5065), <i>C. pubescens</i> (CIAT-438), <i>T. labialis</i> (Semilla Clara), <i>N. wightii</i> (Tinaroo y Cooper)
II	2	<i>P. phaseoloides</i> (kudzu CIAT-9900), <i>V. luteola</i>
III	2	<i>T. labialis</i> (Semilla Oscura). <i>C. ternatea</i> (conchita azul)
IV	1	<i>M. atropurpureum</i> (Siratro)

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

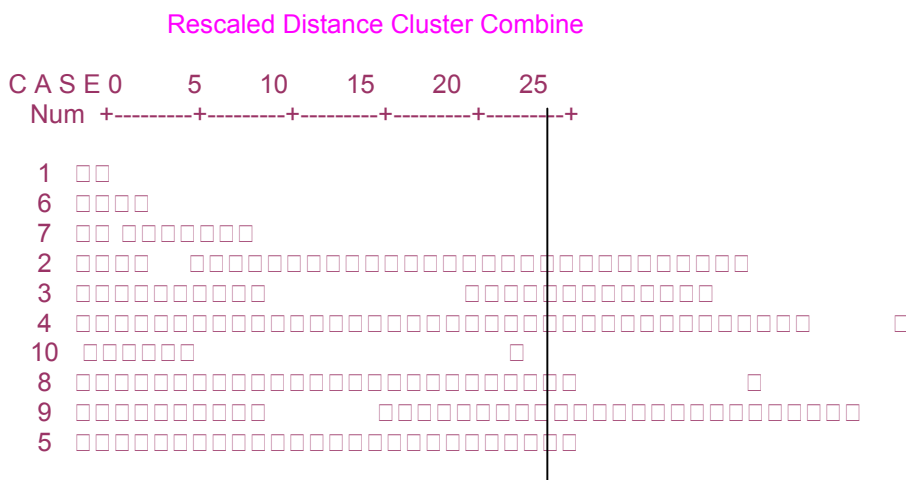


Fig. 2. Agrupación de las accesiones estudiadas en dos años.

Tabla 18. Contribución de las variables a la formación de los grupos (2 años).

Grupos	Rendimiento	% hojas	% pasto	Vigor	Plagas	Altura	% +	% -
I	8.93	60.1	85.4	3.3	1.8	31.55	83.3	16.7
II	3.58	59.12	53.0	1.75	2.5	27.2	16.7	83.3
III	4.55	59.0	63.0	2.5	2.0	29.0	33.3	66.7
IV	6.45	48.00	61.5	2.5	2.5	47.0	16.7	83.3
Media	6.74	58.47	72.05	2.75	2.05	31.7	--	--

SECCION B. FASE II. Evaluación y selección de especies

Experimento 3. Evaluación de diez accesiones de gramíneas en las condiciones más representativas del Valle del Cauto

3.1 Materiales y métodos

Diseño y tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas para evaluar diez accesiones de gramíneas seleccionadas a partir de la evaluación inicial de 40 en parcelas simples (experimento 1), las cuales constituyeron los tratamientos utilizados.

Siembra. La siembra de las especies se realizó al inicio de la estación lluviosa (mayo) sobre surcos separados a 60 cm en parcelas de 5 x 6m.

Fertilización. El fertilizante aplicado se fraccionó de la forma siguiente: 50 – 40 – 60 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N – P₂O₅ – K₂O, después del último corte de la época poco lluviosa y 50 kg de N después del segundo corte del período lluvioso.

3.2 Resultados y discusión

Las praderas naturales, están compuestas por especies de poco valor alimenticio y baja productividad (Paretas, 1993) y en Cuba, Valdés y Planas (1999) señalaron que las áreas de la ganadería cubana estaban ocupadas en más del 58 %, lo que sugiere continuar los estudios de selección de nuevas especies así como la evaluación de material ya seleccionado y liberado para su utilización comercial en aquellas zonas con características específicas en las condiciones ambientales para seleccionar en ellas las accesiones con adaptabilidad fenotípica específica.

El estudio en esta región de especies de gramíneas ya liberadas, responde a esos criterios, para no caer en el futuro en las mismas deficiencias que en los años de la década del 80, en que las siembras se hacían con un criterio técnico porque se pensó que los resultados de una o varias evaluaciones de pastos, ya eran suficientes para generalizar su uso en todas las condiciones y ello conllevó al deterioro prematuro de la gran mayoría de

las áreas establecidas de aquellas especies, que realmente no estaban adaptadas a muchas de esas condiciones.

No obstante, dentro de la concepción que se tiene sobre la utilización de las gramíneas en la alimentación animal, la literatura especializada le concede el mayor valor a estas plantas por sus altos rendimientos forrajeros, que permiten cubrir en una buena medida los requerimientos energéticos para el mantenimiento, la producción de leche y carne y para mantener una adecuada estabilidad del proceso reproductivo en el animal, lo cual se logra en un alto porcentaje cuando se emplean especies con alto potencial de producción y calidad (Machado y Seguí, 1997). Sin embargo se ha planteado que la calidad de las gramíneas en general resulta una limitante para alcanzar producciones altas y estables, lo que está dado por tenores más bajos en los indicadores fundamentales del valor nutritivo cuando se comparan con las leguminosas (Franco, 1998).

La **tabla 19**, recoge la información de las accesiones seleccionadas según las variables estudiadas en esta etapa de evaluación: El rendimiento de MS t ha⁻¹año⁻¹ fue superior en **Ch. gayana cv. Callide**, **P. maximum cv. Likoni**, así como en **C. ciliaris cv. Biloela** y **Molopo**, los que superaron significativamente ($P < 0.05$) al resto de los tratamientos; el porcentaje de hojas presentó el mejor comportamiento en **A. gayanus CIAT-621** y **P. maximum cv. Likoni**. Este comportamiento de **Andropogon** está en concordancia con lo señalado sobre la abundante producción de hojas largas anchas y de buen vigor alcanzada por esta especie al compararse con otras gramíneas (Hernández y Hernández, 1984), asimismo, **P. maximum cv. Likoni** ha sido señalada entre las accesiones más hojosas dentro del género **Panicum** (Gerardo, Delgado y Quincoses, 1984). En el caso de las gramíneas, por ser plantas que tienen menor valor nutritivo que las leguminosas se debe prestar una mejor atención al criterio de la relación hoja-tallo en el momento de la selección, porque generalmente las especies más hojosas presentan mayor porcentaje de proteína bruta y por otro lado, los animales tienen mayores posibilidades de hacer una mejor selección en el pastizal.

Tabla 19. Comportamiento de 10 accesiones de gramíneas evaluadas bajo corte en suelo Vertisol.

Tratamientos	Rendimiento	Hojas (%)		Pasto (%)		PB (%)		FB (%)	
		DT	DRT	DT	DRT	DT	DRT	DT	DRT
C. nlemfuensis (jamaicano)	14.5 b	0.69 f	40.5 f	1.39 a	96.8 a	0.30 ab	8.7 ab	0.66 ab	37.6 ab
B. humidicola	8.6 c	0.71 ef	42.5 ef	0.79 c	50.5 c	0.31 ab	8.2 ab	0.64 a	35.7 a
B. decumbens (CIAT-606)	9.95 c	0.77 cd	48.5 cd	0.97 bc	68.0 bc	0.30 ab	8.7 ab	0.64 a	35.7 a
D. decumbens (común)	11.10 bc	0.80 c	51.5 c	1.23 ab	88.8 ab	0.30 ab	8.7 ab	0.65 ab	36.6 ab
Ch. gayana CV Callide	16.70 a	0.68 f	39.5 f	1.22 ab	88.2 ab	0.31 a	9.3 a	0.69 a	35.0 a
A. gayanus (CIAT-679)	9.31 c	1.02 a	72.6 a	0.85 c	56.4 c	0.30 ab	8.7 ab	0.64 a	35.7 a
P. maximum CV Likoni	16.60 a	1.0 a	70.8 a	1.41 a	97.4 a	0.29 a	9.3 a	0.67 b	38.6 b
P. maximum CV makueni	15.40 b	0.93 b	64.3 b	1.37 a	96.0 a	0.31 a	9.3 a	0.65 ab	36.6 ab
C. ciliaris CV Biloela	15.90 a	0.78 b	49.5 b	1.15 ab	83.3 ab	0.29 b	8.2 b	0.66 ab	37.6 ab
C. ciliaris CV Molopo	15.0 a	0.74 de	45.5 de	1.39 a	96.8 a	0.28 b	7.6 b	0.67 b	38.6 b
ES x	0.56*	0.014**		0.038**		0.003**		0.004*	

* ($P < 0.05$), ** ($P < 0.01$); DT—Datos transformados; DRT—Datos retransformados. Para la transformación de los datos de las variables tomadas en por ciento (%) se utilizó la función $\arccos \sqrt{\%}$.

En cuanto a la persistencia los más altos valores se obtuvieron en **C. nlemfuensis (jamaicano)**, **D. decumbens (común)**, **P. maximum cvs. Likoni** y **Makueni**, **C. ciliaris cvs. Biloela** y **Molopo**, así como **Ch. gayana cv. Callide**, las que mantuvieron una cobertura por encima del 80 %. Mientras que el porcentaje de PB, tuvo muy poca variabilidad entre especies, siendo las accesiones de **C. ciliaris** las de peores resultados. Los resultados obtenidos en este trabajo, concuerdan con los informados por Gómez y Cordoví (1989) quienes encontraron un comportamiento destacado en las accesiones **P. maximum cv. Likoni**, **Ch. gayana cv. Callide** y **C. ciliaris cv. Biloela** en un trabajo de evaluación y comparación de especies, desarrollado en suelo Oscuro Plástico Gleyzado gris amarillento de la provincia Granma.

De acuerdo con estos resultados las mejores gramíneas para las condiciones en que se realizó la evaluación fueron **Ch. gayana cv. Callide**, **P. maximum cv. Likoni**, así como **C. ciliaris cvs. Biloela** y **Molopo**.

Experimento 4. Evaluación de cinco accesiones de leguminosas en las condiciones más representativas del Valle del Cauto

4.1 Materiales y métodos

Diseño y tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas para evaluar cinco accesiones de leguminosas seleccionadas de un ensayo de discriminación inicial (experimento 2), los cuales constituyeron los tratamientos.

Siembra. La siembra de las especies se realizó en parcelas de 5 x 6 m durante el mes de julio (a mediados de la estación lluviosa) para disminuir el nivel de competencia con las malezas al inicio de las lluvias.

Frecuencia de corte. Los cortes se realizaron durante los períodos lluvioso y poco lluvioso, haciéndolos coincidir aproximadamente con las fechas siguientes:

Período poco lluvioso. (15 – 30 de enero, 15 – 30 de abril).

Período lluvioso. (15 – 30 de junio, 15 – 30 de agosto, 15 – 30 de octubre).

Fertilización. La dosis de fertilizantes utilizada se aplicó en una sola ocasión después del último corte de la época poco lluviosa.

4.2 Resultados y discusión

La discriminación de especies realizada en el experimento 2 permitió seleccionar las accesiones de leguminosas a evaluar en esta segunda fase, cuyos resultados están resumidos en la **tabla 20**. Se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) para el rendimiento de MS ($t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), destacándose *C. híbrido* (CIAT-438) y *N. wightii* cv. Tinaroo que resultaron similares a *N. wightii* cv. Cooper y *T. labialis* (Semilla Clara) pero superiores a *C. macrocarpum* (CIAT-5065).

Tabla 20. Comportamiento de cinco accesiones de leguminosas evaluadas bajo corte en suelo vertisol.

Tratamientos	Rendimiento	Hojas (%)		Pasto (%)		PB (%)		FB (%)	
		DT	DRT	DT	DRT	DT	DRT	DT	DRT
<i>N. wightii</i> cv Cooper	4.74 ab	0.78 cd	49.5 cd	0.85	56.4	0.43 b	17.4 b	0.63 b	34.7 b
<i>N. wightii</i> cv Tinaroo	5.42 a	0.81 ab	52.5 ab	1.08	77.8	0.42 b	16.6 b	0.63 b	34.7 b
<i>T. labialis</i> (S. Clara)	4.9 ab	0.80 bc	51.5 bc	1.0	70.8	0.47 a	20.5 a	0.57 a	29.1 a
<i>C. híbrido</i> (CIAT-438)	6.56 a	0.75 d	46.5 d	1.09	78.6	0.42 b	16.6 b	0.65 c	36.6 c
<i>C. macrocarpum</i> (CIAT-5065)	2.98 b	0.84 a	55.4 a	0.80	51.5	0.42 b	16.6 b	0.65 c	36.6 c
ES x	0.37*	0.007**		0.05 NS		0.035**		0.005*	

* ($P < 0.05$); ** ($P < 0.01$); DT—Datos transformados; DRT—Datos retransformados. Para la transformación de los datos de las variables tomadas en por ciento se utilizó la función $2 \arccos \sqrt{\%}$.

Las leguminosas por lo general, son plantas que están destinadas a mejorar la calidad de la dieta de los animales por su alto contenido de proteína bruta y de otros elementos que las hacen más nutritivas. Franco (1998) señaló que las leguminosas superaban a las gramíneas en contenido proteico, digestibilidad, contenido de calcio y los tenores de fósforo.

En estudios realizados sobre suelos Montmorilloníticos de Las Tunas, Díaz, y Juan (1990) informaron un comportamiento destacado en *N. wightii* y *T. labialis*, por la alta disponibilidad de MS ($17.0 t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y estabilidad (91 %) alcanzadas. También en suelo Ferralítico Rojo de La Habana, *N. wightii* fue la especie más estable en rendimiento y composición botánica (Álvarez, Hernández y Valdés, 1990).

En cuanto al porcentaje de hojas, se destacaron *N. wightii* cv. Tinaroo y *C. macrocarpum* (CIAT-5065). Sin embargo, esta última presenta un aspecto negativo en las condiciones del Valle del Cauto debido a la pobre producción de semillas que presenta (Gómez *et al.*, 1991).

Mientras que en la persistencia cuyo aspecto es decisivo para la selección de las mejores especies, aunque no se detectaron diferencias estadísticamente, se observó una tendencia a ser mejores en las accesiones *C. híbrido* (CIAT-438), *N. wightii* cv. Tinaroo, *T. labialis* (Semilla Clara).

Los resultados encontrados en esta evaluación permitieron seleccionar como especies de mejor comportamiento a *C. pubescens* (CIAT-438) *N. wightii* cv Tinaroo *T. labialis* (Semilla Clara).

SECCION C. FASE III. Alternativas agroecológicas para el establecimiento de especies seleccionadas en fincas ganaderas

Experimento 5. Intercalamiento de cinco leguminosas temporales durante el establecimiento de tres accesiones de gramíneas seleccionadas en fincas ganaderas

5.1 Materiales y métodos

Diseño y tratamientos. Se empleó un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas para evaluar 18 tratamientos, los cuales se definieron a partir de las combinaciones obtenidas al intercalar cinco variedades de *Vigna spp.* en la siembra de tres gramíneas tropicales y un testigo de cada una de estas sin intercalar, los que aparecen relacionados en el **anexo 4**.

Tamaño de parcela. La parcela mayor fue ocupada por las gramíneas y sus dimensiones fueron de 10 m x 12 m = 120 m², mientras que la parcela menor tuvo un área de 20 m² y correspondió a los cultivos intercalados.

La siembra se realizó por semilla en todos los cultivos, utilizando las dosis de 0.8, 3.4 y 7.6 kg ha⁻¹ de SPG en las especies de gramíneas, *V. Radiata* y *V. unguiculata* respectivamente.

Los surcos se dispusieron a 50 cm de separación, sembrando un surco con la especie de pasto y de forma alterna el otro surco con el cultivo temporal; de modo que cada surco de gramínea quedó a 1.0 m de separación entre si y a similar distancia las accesiones de *Vigna spp.* utilizadas.

Análisis económico. En este experimento se le realizó análisis económico para determinar los costos de establecimiento, el balance financiero (gastos contra valor de la producción), el costo x peso y la eficiencia biológica del uso del intercalamiento de cultivos temporales durante esta fase.

5.2 Resultados y discusión

La siembra de cultivos anuales en pastos ha sido reconocida como una estrategia económica para el establecimiento y renovación de praderas (Cordoví *et al.*, 1999), pero se argumenta que en las mezclas de especies, según el principio de la producción competitiva, debe procurarse que los cultivos involucrados tengan alguna diferencia en sus requerimientos si se quiere lograr la coexistencia competitiva con rendimientos ventajosos

(Vandermeer, 1992; Kolman y Vázquez, 1997), asimismo, se enfatiza en el arreglo espacial de los cultivos, de manera que el cultivo intercalado o asociado lejos de limitar la disponibilidad de nutrientes, agua y aire del cultivo base, debe contribuir a proveerle parte de esos elementos haciendo un uso eficaz del espacio que no es utilizado por el otro y del espacio vertical. Para esto deben utilizarse cultivos de porte erecto, adecuar las densidades, distancias y momentos de siembra, acorde con los ciclos de vida de cada especie vegetal que se emplee (Ranganathan, 1993).

Este autor encontró que la siembra de los cultivos en surcos separados aportó mejores resultados productivos que la siembra en el mismo surco y señaló que con espacios anchos entre surcos se eleva el potencial para integrar cosechas sin afectación en la producción del sorgo cuando se intercala con *Desmanthus*, *Clitoria* y *Stylosanthes*. También es interesante conocer que el uso del intercalamiento de cultivos temporales (leguminosas) en especies de pastos que van a ser utilizadas para la producción de semillas aumenta la eficiencia y los resultados económicos, los cuales permiten sufragar los gastos generados en los procesos de siembra, establecimiento, cosechas y beneficio de las mismas (Vieito, 2001).

Los resultados que se presentan en esta primera parte de la Fase III, corresponden al intercalamiento de cinco accesiones del género *Vigna spp.* en el proceso de establecimiento de tres gramíneas seleccionadas de los experimentos anteriores. En este caso se evaluó el establecimiento de los pastos y la producción de semillas de estos y de granos en los cultivos intercalados. Para la elección de las accesiones de *Vigna spp.* como cultivos para intercalar se tomaron en consideración los siguientes aspectos: son leguminosas que tienen la propiedad de desarrollar la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, ofertan una adecuada contribución al reciclado de nutrientes en el suelo, realizan un alto aporte de residuos y rastrojos útiles para el mejoramiento de la fertilidad del suelo y además ha sido considerado el aporte de granos (Cabello y Rivero, 1996).

Durante el establecimiento, el número de plantas/m² a los 45 días, difirió significativamente ($P < 0.05$) entre tratamientos, observándose el mejor comportamiento para *P. maximum cv. Likoni* combinada con cualquiera de los cultivos intercalados e incluso con el testigo de la gramínea (tabla 21).

Tabla 21. Comportamiento del número de plantas/m² de las especies de pastos según los tratamientos evaluados a los 45 días después de la siembra.

Factor A	<i>P. maximum</i> cv Likoni (1)	<i>C. ciliaris</i> cv Biloela(2)	<i>Ch. gayana</i> cv Callide (3)	ES Inter. ±
Factor B				
<i>V. radiata</i> S-2	23.7 a	14.0 bc	11.2 bc	
<i>V. unguiculata</i> variedad C-666	23.2 a	13.0 bc	12.0 bc	
<i>V. unguiculata</i> variedad lina	21.5 a	12.5 bc	12.2 bc	
<i>V. unguiculata</i> variedad INIFAT-93	22.2 a	11.8 bc	10.5 c	
<i>V. unguiculata</i> variedad IITA precoz	21.0 a	14.8 b	13.0 ab	
Testigo	21.5 a	12.7 bc	12.2 ab	
ES Inter ±				0.61*

*($P < 0.05$), Duncan (1955).

La **tabla 22**, muestra los resultados de la composición botánica de los pastos en estudio. En esta variable los resultados más sobresalientes se alcanzaron en el pasto ***P. maximum* cv. Likoni** cuando se combinó con ***Vigna radiata*** y en el tratamiento testigo de la especie, aunque las demás combinaciones jerárquicamente resultaron mejores que las variantes similares utilizadas con las otras dos especies de pastos. Este comportamiento pudo estar relacionado con el mayor número de plantas/m² (**tabla 21**) que les permitió un mayor porcentaje de cobertura del área a los 180 días posteriores a la siembra. Sin embargo, aunque hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, biológicamente es aceptado en la literatura especializada que más de un 80 % de cobertura en los pastos al final del establecimiento es un resultado satisfactorio para iniciar su explotación.

Tabla 22. Porcentaje de cobertura del pasto a los 180 días después de la siembra.

Factor A \ Factor B	<i>P. maximum</i> cv. Likoni (1)		<i>C. ciliaris</i> cv. Biloela (2)		<i>Ch. gayana</i> cv. Callide (3)		ES Inter. ±
	DT	DRT	DT	DRT	DT	DRT	
<i>V. radiata</i> S-2	1.42 ab	95.9	1.3 de	92.7	1.25def	90.2	
<i>V unguiculata</i> var C-666	1.37 bc	94.4	1.29 def	91.8	1.27 def	90.9	
<i>V unguiculata</i> var lina	1.32 cd	93.7	1.23 efg	89.1	1.24 efg	89.3	
<i>V unguiculata</i> var INIFAT-93	1.27 def	91.1	1.18 gh	85.1	1.26 def	90.6	
<i>V unguiculata</i> var IITA precoz	1.28 def	91.5	1.24 efg	89.3	1.22 fg	88.5	
Testigo	1.44 a	98.4	1.22 fg	88.3	1.13 h	82.0	
ES Inter. ±							0.01**

** (P<0.01), Duncan (1955). DT—Datos transformados; DRT—Datos retransformados. Para la transformación de los datos de las variables tomadas en por ciento se utilizó la función $\arcsen \sqrt{\%}$.

Con relación al rendimiento de semillas se encontró interacción altamente significativa (P<0. 001) y los mayores rendimientos de semillas se produjeron en todas las variantes con ***P. maximum* cv Likoni** y el testigo de esta especie, mientras que los peores se hallaron en todas las variantes con ***C. ciliaris* cv Biloela** y dos variantes de ***Ch. gayana* cv Callide**, en las que se incluyó el testigo de esta accesión (**tabla 23**).

Tabla 23. Rendimientos de semillas de las especies de pastos según los tratamientos evaluados.

<div><div></div><div>Factor A</div></div>	<i>P. maximum</i> cv. Likoni (1)	<i>C. ciliaris</i> cv. Biloela (2)	<i>Ch. gayana</i> cv. Callide (3)	ES Inter.±
<div><div></div><div>Factor B</div></div>				
<i>Vigna radiata</i> S-2	121.7 a	52.2 cde	64.8 b	
<i>Vigna unguiculata</i> var C-666	116.6 a	52.0 cde	60.8 bc	
<i>Vigna unguiculata</i> var lina	112.7 a	51.4 cde	57.7 bcd	
<i>Vigna unguiculata</i> var INIFAT-93	118.4 a	48.4 de	60.1 bc	
<i>Vigna unguiculata</i> var IITA precoz	118.7 a	46.2 e	56.0 bcde	
Testigo	115.4 a	51.2 cde	52.9 cde	3.62***
ES Inter.±				

*** (P<0.001), Duncan (1955).

En cuanto al rendimiento de granos, ***Vigna radiata* S-2**, mostró el mejor en rendimiento de granos y superó significativamente (P<0. 0.001) al resto de los cultivos **particularmente cuando se intercaló en el cv. Likoni y cv. Callide** (**tabla 24**).

Tabla 24. Rendimientos de granos de los cultivos temporales (kg ha⁻¹).

Factor A \ Factor B	<i>P. maximum</i> cv. Likoni (1)	<i>C. ciliaris</i> cv. Biloela (2)	<i>Ch. gayana</i> cv. Callide (3)	ES Inter.±
<i>Vigna radiata</i> S-2	971.2 ab	882. b0	1082.2 a	
<i>Vigna unguiculata</i> variedad C-666	209.5 efgh	213.0 efgh	196.5 fgh	
<i>Vigna unguiculata</i> variedad lina	123.0 h	139.5gh	213.0	
<i>Vigna unguiculata</i> variedad INIFAT-93	340.5 de	323.2 def	541.8 c	
<i>Vigna unguiculata</i> variedad IITA precoz	323.5 def	276.8 defg	373.5 d	
ES Inter.±				40.47***

*** (P<0.05), Duncan (1955).

Estas producciones están en correspondencia con resultados reportados por Zamora, Santiesteban, Gómez, López, Céspedes, Zamora y Hernández (2001), aunque fueron bajas con un valor promedio general de 0.41 t ha^{-1} , lo que pudo estar dado por las condiciones climáticas adversas predominantes en esta región, dominadas fundamentalmente por la baja cantidad de precipitaciones ocurridas en el período experimental y a las altas temperaturas, así como también al marco de siembra empleado que en este caso fue a una distancia entre surcos mayor que la empleada por ellos (1.0 m vs. 0.70 m). Sin embargo se consideran cumplidos los objetivos trazados ya que se incrementó la eficiencia en el uso de la tierra (tablas 29 y 32), se contribuyó a la alimentación humana (trabajadores de la finca y sus familiares), pudieran comercializarse los excedentes e incrementar el nivel de ingresos y también debieron transferirse nutrimentos al suelo si se consideran los criterios informados sobre estos sistemas por Cabello y Rivero (1996) acerca de los aportes de las vinas a la fertilidad de los suelos.

Experimento 6. Intercalamiento de tres especies temporales durante el establecimiento de tres accesiones de leguminosas seleccionadas y su empleo como tutores para la producción de semillas en fincas ganaderas.

6.1 Materiales y métodos

Diseño y tratamientos. Se empleó un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas para evaluar 12 tratamientos (anexo 5), los cuales se definieron a partir de las combinaciones de tres leguminosas forrajeras con cuatro variantes de intercalamiento de cultivos temporales, los que se muestran en la relación siguiente:

Las leguminosas forrajeras empleadas en este trabajo constituyen especies promisorias para condiciones de suelo y clima existentes en esta región a partir de otros trabajos realizados con anterioridad al evaluarlas en suelos aluviales en comparación con otras accesiones (Gómez, González y Arias, 1991; Gómez y Espinosa, 1999).

Procedimiento experimental. Se efectuó una preparación del suelo como se indica en el Capítulo II. La surca se realizó el día antes de la siembra a una distancia de 80 cm de camellón. La siembra se efectuó a inicios del mes de julio, para ello se plantaron dos hileras de la leguminosa y una hilera del cultivo temporal, quedando los cultivos intercalados a una distancia entre hileras de 2.4 m, mientras que en los tratamientos testigos, la leguminosa fue depositada en todos los surcos. En el anexo 5a, se muestran las distancias y dosis de siembra empleadas para cada tipo de cultivo utilizado.

Mediciones y observaciones. En las leguminosas se realizaron observaciones sobre el número de plantas/m² a los 30 y 45 días, composición botánica a los 90 y 180 días, rendimiento de semillas puras, porcentaje de semillas puras y masa de 1000 semillas, mientras que en los cultivos intercalados, se midió solamente el rendimiento de granos.

Análisis económico. Se le realizó análisis económico y se determinaron los costos de establecimiento, el balance financiero (gastos contra valor de la producción), el costo x peso y la eficiencia biológica del uso del intercalamiento de cultivos temporales durante la fase de establecimiento de las leguminosas forrajeras así como el efecto de los restos del cultivo temporal en la función de tutores para la producción de semillas de dichas leguminosas.

6.2 Resultados y discusión

La baja calidad de los alimentos que se producen en los pastizales cubanos actuales, constituye una limitante para lograr buenos resultados en la producción animal a partir de los pastos y forrajes.

Una alternativa para incrementar los niveles proteicos y el valor nutritivo de la dieta alimenticia de los animales consiste en elevar el grado de utilización de las leguminosas forrajeras en las áreas de pastoreo.

Sin embargo, muchas veces esta acción se ha visto frenada por los elevados costos que se producen durante el establecimiento de estas plantas, tanto por el incremento en el número de labores agrícolas que es necesario realizar en la preparación de los suelos como por la baja disponibilidad de semillas existentes en el mercado. Por consiguiente se requiere del empleo de alternativas viables que permitan disminuir los costos y elevar la eficiencia económica de esos procesos, de manera que se pueda incrementar el uso de estos cultivos en las unidades ganaderas, lo cual puede conseguirse mediante la aplicación de prácticas agroecológicas de probada utilidad (Altieri, 1997).

La consolidación de la agroecología en los sistemas agropecuarios, promete un futuro exitoso para la ganadería cubana (Funes, 2001). En este sentido, el uso de los policultivos ha demostrado ser una práctica agroecológica eficiente para elevar las respuestas en los rendimientos agrícolas de diferentes tipos de plantas así como para elevar la eficiencia en el uso de la tierra (Willey, 1990; Altieri, 1997; Beltrán y Leyva, 1997).

Tradicionalmente el intercalamiento de cultivos durante la siembra y establecimiento de otros cultivos, se ha convertido en una alternativa agroecológica de uso común por agricultores y campesinos con resultados promisorios en nuestro país.

En este trabajo, el intercalamiento de los cultivos temporales sorgo, girasol y maíz durante la siembra de las leguminosas centrosema, teramnus y neonotonia, no produjo afectación en el establecimiento de estas últimas, ya que en todos los casos el área cubierta fue superior al 84 % a los 180 días de realizada la plantación (tabla 31), aunque se destacó por su mayor agresividad la especie *Centrosema pubescens* que alcanzó el 94.7 % y fue superior significativamente ($P < 0.05$) a *Neonotonia* y *Teramnus*.

Tabla 25. Rendimiento de granos de los cultivos temporales intercalados en sistema de policultivo con leguminosas y en unicultivo ($t\ ha^{-1}$).

FACTOR B FACTOR A		Cultivos temporales (CT) en policultivo			Es Int. \pm
		Sorgo	Girasol	Maíz	
A Leguminosas	Centrosema	2.97 a	2.04 b	1.92 c	
	Teramnus	2.98 a	2.12 b	2.10 b	
	Neonotonia	2.88 a	2.10 b	1.91 c	
	(CT) en unicultivo	3.10 a	2.50 ab	2.20 b	
Es Int. \pm					0.036 *

- ($P < 0.05$); Duncan (1955);

En cuanto al efecto de las variantes de intercalamiento, aunque hubo diferencias en el número de plantas/m² de las leguminosas a las edades de 30 y 45 días a favor del tratamiento donde se incluyó el sorgo, esto no influyó de manera significativa en el área cubierta por las leguminosas.

Para el rendimiento de granos de los cultivos intercalados, se encontró interacción ($P < 0.05$) entre los factores estudiados, alcanzándose la mejor respuesta en las combinaciones del sorgo con las tres leguminosas empleadas (tabla-26).

Tabla 26. Efectos de los factores estudiados sobre el porcentaje de semilla pura y la masa de 1000 semillas de las leguminosas.

FACTOR A	Semilla pura (%)	Masa de 1 000 semillas
Centrosema	92.3 (2.6006) a	32.2 a
Teramnus	89.0 (2.4881) a	7.7 b
Neonotonia	78.4 (2.1919) b	6.2 c
Esx \pm	0.042 **	0.24 **
FACTOR B		
Testigo sin intercalar	84.3 (2.3567)	14.4
Sorgo	84.4 (2.3675)	14.9
Girasol	84.1 (2.4475)	15.2
Maíz	90.5 (2.5358)	14.1
Esx \pm	0.102 NS	0.61 NS

- ** ($P < 0.01$), Duncan (1955); Números entre paréntesis (transformados según la función $\arccos \sqrt{\%}$)

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Castro, Marrero y Arias (2000), quienes informaron rendimientos entre 2.2–2.4 $t\ ha^{-1}$ en condiciones de bajos insumos con resultados de hasta 3 $t\ ha^{-1}$ en la variedad UDG-10. Asimismo es interesante conocer que el sorgo es el quinto cereal más importante del mundo y en los sistemas de producción intensiva, los rendimientos oscilan entre 3 y 5 $t\ ha^{-1}$ (Oramas y Sánchez, 2002) aunque existen resultados de algunos autores sobre la resistencia de *Sorghum bicolor* (L. Moench) al estrés hídrico (Oramas y Sánchez, 2002) y a las condiciones adversas del suelo y clima (Jaramillo, 1994).

También se han informado resultados importantes con rendimientos de 2.2–3.54 $t\ ha^{-1}$ de semilla pura en la variedad ISIAP dorado sin la aplicación de fertilizantes y de 2.2 $t\ ha^{-1}$ con el uso del barbecho (vegetación natural) como cultivo precedente (González, Vieito, Clavel y Arzola, 2003).

El cultivo del girasol en sistemas de policultivos ha mostrado comportamientos variados frente a diferentes cultivos económicos estudiados en condiciones controladas, obteniéndose eficiencia en el análisis del IET en la asociación soya-girasol (Beltrán y Leyva, 1997), lo que concuerda con los resultados alcanzados por las combinaciones girasol- centrosema, girasol-neonotonia y girasol-teramnus en las producciones de granos y semillas para estas condiciones (tabla 32).

En sistemas de producción intensivos, se han indicado rendimientos de granos en sorgo entre 3 y 5 t ha⁻¹ (Oramas y Sánchez, 2002), mientras que en condiciones de bajos insumos, Castro, Marrero y Arias (2000), informaron rendimientos entre 2.2 y 2.4 t/ha. Con esta peculiaridad del sorgo, al alcanzar rendimientos satisfactorios con bajas exigencias, no hay dudas que puede ser un cultivo al que se le debe prestar mayor atención para su explotación en los sistemas agrícolas por las amplias posibilidades que ofrece su uso.

En cuanto al maíz, Permuy (1997), señaló rendimientos de granos entre 2.5 a 3.7 t ha⁻¹ en seis variedades comerciales considerando estos valores como la expresión de un 70 % de potencial para la especie en el período de lluvia, lo cual resulta superior a los resultados obtenidos en este trabajo, además, de considerarse que un mayor marco de siembra, pudo tener incidencia en el déficit de humedad que afectó a todos los cultivos temporales en la etapa inicial de establecimiento, cuya influencia sobre esa variable ha sido indicada por otros autores (De Juan, Fabeiro, Martín y López, 1999).

El porcentaje de semilla pura de las leguminosas difirió significativamente ($P < 0.01$) por el efecto del factor A (tabla 26), donde centrosema y teramnus presentaron valores similares entre sí, pero superiores a neonotonia, mientras que en la masa de 1000 semillas centrosema superó al resto de las leguminosas.

Los rendimientos de semilla pura de las leguminosas (tabla 27), también presentaron interacción ($P < 0.01$) entre los tratamientos estudiados con resultados relevantes en las combinaciones centrosema-girasol y centrosema-maíz.

Tabla 27. Rendimiento de semilla pura de las leguminosas estudiadas según tratamientos (Kg ha⁻¹).

<div>FACTOR A</div> <div>FACTOR B</div>		B (Variantes de intercalamiento).				Es Int. ±
		Testigo	Sorgo	Girasol	Maíz	
A Leguminosas	Centrosema	643 b	665.7 b	1045.9 a	987.8 a	
	Teramnus	326.4 c	143.6 cd	335.0 c	155.7 cd	
	Neonotonia	78 cd	76.2 cd	61.6 cd	78.2 cd	
	Es Int. ±					5.12 **

** ($P < 0.01$), Duncan (1955);

El uso de los tallos de los cultivos temporales como tutores en la producción de semillas de las leguminosas después de la cosecha de los granos, permitió elevar los rendimientos y la eficiencia en la producción de semillas de estas plantas, lo cual corrobora los resultados realizados por Matías (1996); Funes, Yáñez y Zambrana (1998).

Según estos resultados, el intercalamiento de cultivos temporales en las siembras nuevas de **Centrosema**, **Teramnus** y **Neonotonia**, no afectó el establecimiento de las leguminosas. Los cultivos sorgo y maíz como tutores en combinación con centrosema, resultaron los mejores tratamientos para la producción de semillas de leguminosas, aunque el método de intercalamiento se comportó ventajoso con índices de aprovechamiento de la tierra superiores a la unidad para todas las variantes utilizadas, convirtiéndose el sorgo en el cultivo temporal más productivo al mostrar el mejor comportamiento que maíz y girasol en los sistemas de policultivos estudiados.

CAPITULO IV. Análisis económico

1. Análisis económico de los resultados

En la **tabla 28**, se muestran los rendimientos de granos y semillas obtenidos en los tratamientos utilizados (**anexo 4**). Esta información sirvió de base para el cálculo de la eficiencia biológica de los cultivos combinados y en unicultivo (**tabla 29**). Se encontró que la eficiencia biológica de los tratamientos donde se empleó el policultivo, fue mayor que la unidad (1), lo que demuestra que el uso del intercalamiento de cultivos en siembras nuevas de pastos con especies temporales productoras de granos aporta ventajas productivas, económicas, ecológicas y sociales, lo que ha quedado evidenciado en este trabajo.

Tabla 28. Producciones de semillas y granos obtenidas por cada cultivo involucrado, tanto en los sistemas de policultivos como en unicultivo

Factor A \ Factor B	<i>P. maximum</i> cv. Likoni (1)	<i>C. ciliaris</i> cv. Biloela (2)	<i>Ch. gayana</i> cv. Callide (3)	Testigo
<i>V. radiata</i> S-2	121.75 (971.25)	52.2 (882.25)	64.8 (1082.25)	(1256.00)
<i>V. unguiculata</i> C-666	116.55 (209.50)	52.05 (213.00)	60.85 (196.50)	(312.00)
<i>V. unguiculata</i> Var. lina	112.70 (123.00)	51.37 (139.50)	57.95 (213.0)	(278.00)
<i>V. unguiculata</i> Var. INIFAT-93	118.45 (340.50)	48.50 (328.25)	60.12 (541.75)	(712.00)
<i>V. unguiculata</i> Var. IITA precoz	118.72 (323.50)	46.17 (276.75)	56.05 (393.50)	(456.00)
Testigo	115.40	51.25	52.95	

Cifras Sin ()---Rendimiento de semillas de las gramíneas para pastos (Kg ha⁻¹ en 1 cosecha)
Cifras Con ()--- Rendimiento de granos de cultivos temporales (Kg. ha⁻¹ varias cosechas)

Tabla 29. Comportamiento del índice equivalente del uso de la tierra (IET) según las variantes de intercalamientos empleadas.

Factor A \ Factor B	<i>P. maximum</i> cv. Likoni (1)	<i>C. ciliaris</i> cv. Biloela (2)	<i>Ch. gayana</i> cv. Callide (3)
<i>V. radiata</i> S-2 (a)	1.83	1.72	2.08
<i>V. unguiculata</i> C-666 (b)	1.68	1.68	1.78
<i>V. unguiculata</i> Var. Lina (c)	1.42	1.50	1.86
<i>V. unguiculata</i> Var. INIFAT-93 (d)	1.50	1.41	1.89
<i>V. unguiculata</i> Var. IITA precoz (e)	1.74	1.51	1.92

Resultados similares fueron encontrados por Sistach y Curbelo (1991); Cordoví, *et al.*, (1999); Vieito (2001); lo que corrobora la factibilidad económica de esta práctica agroecológica para alcanzar el desarrollo agrícola sostenible. El uso de estas alternativas cobran mayor importancia aún si se aprovechan eficientemente otras oportunidades que ofrecen los propios cultivos y procesos, tales como la producción de semillas viables por parte de las especies involucradas, el uso de los cultivos temporales de porte erecto como tutores en la producción de semillas de leguminosas con tallos volubles, el uso de leguminosas para enriquecer los suelos y además como posibilidad de un proceso que ofrece oportunidades para el aprovechamiento es el establecimiento de los pastos, ya que por lo general se extiende entre 4 y 6 meses para las gramíneas y hasta 1 año para las leguminosas, tiempo en el que se pueden introducir variadas alternativas que contribuyan a utilizar mejor los recursos empleados, para minimizar los gastos inútiles que muchas veces se hacen y lograr sistemas agropecuarios verdaderamente sostenibles.

A partir de los resultados de ese experimento (5) se determinaron los índices equivalentes del uso de la tierra (IET) para las combinaciones de cultivos empleadas (**tabla 29**), los que permiten valorar la factibilidad de su uso

en las fincas ganaderas. En todos los casos la combinación de cultivos durante la fase de establecimiento de los pastos resultó ventajosa

La mejor combinación en este indicador correspondió a *Vigna radiata* con *Ch. gayana* cv. *Callide* lo que pudo estar determinado por la alta producción de granos que se obtuvo en la leguminosa (tabla 28), variable en la cual esta accesión también presentó el mayor valor.

En la tabla 3 se muestran los resultados del análisis de los gastos generados por cada variante empleada., los cuales se incrementaron con el uso del intercalamiento y es un aspecto lógico, pero si se comparan estos con los resultados del valor de la producción mercantil (PM) se observa que la eficiencia no es igual en todos los casos y esto conlleva a tener que determinar en cual aspecto de la cadena de los procesos que intervienen en la investigación y transferencia de la tecnología se pierde o se gana en eficiencia partiendo de los resultados del balance financiero y el costo x peso. En este sentido se puede apreciar que los mejores resultados se logran en las combinaciones de las especies de pastos con *Vigna radiata* en las cuales, la obtención de un peso de producción mercantil se logra con menos de 40 centavos a pesar de las condiciones adversas en que se realizó el estudio, las que fueron enunciadas en el capítulo II de esta tesis.

De los tres testigos que formaron parte de este experimento, dos de ellos (*C. ciliaris* cv. *Biloela* y *Ch. gayana* cv. *Callide*) presentaron balances financieros negativos (tabla 30), lo cual se expresa en el costo x peso superior a la unidad que se obtiene en ambos casos (se gasta más que el valor de la producción mercantil obtenido), aunque el solo hecho de introducir la producción de semillas como alternativa agroecológica en este proceso, permitió resarcir los gastos generados en un 81 y 79 % respectivamente y en el caso de *P. maximum* cv. *Likoni*, se logró enmendar el 100 % de los egresos con un balance positivo de \$376.80 ha⁻¹ en esta especie, lo que se señala en un círculo, para que se observe su predominio sobre las demás variantes y lo ventajoso que sería emplear aunque fuera esta sola alternativa en el establecimiento de esta accesión en las fincas comerciales, lo que por otro lado significaría garantizar cantidades de semillas para la transformación paulatina del resto de las áreas que estén ocupadas por especies naturalizadas de baja productividad y calidad.

Los resultados alcanzados proveen al agricultor de aceptables producciones de granos para consumo humano y para los animales, como un producto extra del proceso; se obtienen cantidades de semillas de las accesiones de gramíneas utilizadas que pueden representar un triple valor para las fincas (ingresos, garantía para siembras nuevas e intercambio) y la economía del proceso indudablemente resulta un incentivo para generalizar los resultados de las mejores especies seleccionadas a nivel de investigación.

Tabla 30. Balance financiero (gastos contra valor de la producción) y costo x peso según los tratamientos evaluados (experimento 5).

Tratamientos	Gastos totales Generados (\$)	Valor de la producción Mercantil (PM) (\$)			Balance Financiero (\$)	Costo x peso (\$)
		Granos (\$)	Semillas (\$)	Total (\$)		
1 (1a)	954.0	1942.50	974.00	2916.50	1962.50	0.32
2 (1b)	706.0	419.00	932.40	1351.40	645.40	0.52
3 (1c)	698.0	246.00	901.60	1147.60	449.60	0.61
4 (1d)	801.0	681.00	947.60	1328.60	827.76	0.60
5 (1e)	794.0	647.00	949.76	1596.76	802.76	0.50
6 (1t)	546.20	—	923.20	923.00	376.80	0.59
7 (2a)	846.0	1765.00	417.60	2182.60	1336.60	0.39
8 (2b)	768.0	426.00	416.40	842.40	74.40	0.91
9 (2c)	646.0	279.00	410.96	689.96	43.96	0.94
10 (2d)	782.0	656.00	388.00	1044.00	262.0	0.75
11(2e)	770.0	553.50	369.36	892.36	122.36	0.86
12 (2t)	506.16	—	410.00	410.00	-96.0	1.23
13 (3a)	864.0	2164.50	518.40	2682.50	1818.5	0.32
14 (3b)	796.0	393.00	486.80	879.80	83.80	0.90
15 (3c)	785.0	426.00	463.60	889.60	104.60	0.88
16 (3d)	836.30	1083.50	480.96	1564.46	728.16	0.53
17 (3e)	802.4	787.50	448.40	1235.90	433.90	0.65
18 (3t)	534.70	—	423.60	423.60	26.38	1.26

La clave de los tratamientos está descrita en anexo 4

En la tabla 31, se muestran los rendimientos de granos y semillas de las especies utilizadas en el experimento 6. A partir de esta información se, realizaron los cálculos del IET para las combinaciones de policultivos empleados.

Tabla 31. Rendimientos medios de semillas y granos de las especies utilizadas.

Factor A \ Factor B	Cultivos temporales intercalados			
	Sorgo (A)	Girasol (B)	Maíz (C)	Testigos
<i>Centrosema</i> (1)	(665.7) - 2.97	(1054.9) - 2.04	(987.8) - 1.80	761.3
<i>Teramnus</i> (2)	(143.6) - 2.98	(335.05) - 2.10	(155.7) - 2.12	326.4
<i>Neonotonia</i> (3)	(76.20) - 2.88	(61.60) - 2.10	(78.20) - 1.81	78.0
Testigos	3.10	2.50	2.20	

Valor con ()-- rendimiento de semillas de las leguminosas (Kg. ha⁻¹ en 1 cosecha)

Valor sin ()-- rendimiento de granos del cultivo intercalado (t ha⁻¹ en 1 cosecha)

En todos los casos en que se realizó la combinación de cultivos, la eficiencia productiva fue superior sobre el monocultivo, determinándose valores en el Índice Equivalente de la Tierra (IET) superiores a la unidad (1) (tabla 32), aunque los mejores índices se obtienen con las combinaciones *Neonotonia*–maíz, *Centrosema*–girasol y *Centrosema*–maíz.

Tabla 32. Valores del Índice Equivalente del uso la tierra (IET) en las combinaciones utilizadas.

Factor A \ Factor B	Cultivos temporales intercalados		
	Sorgo(A)	Girasol(B)	Maíz (C)
Leguminosas			
<i>Centrosema</i> (1)	1.83	2.20	2.16
<i>Teramnus</i> (2)	1.40	1.87	1.43
<i>Neonotonia</i> (3)	1.91	1.51	1.95

Esto demuestra que la combinación espacial y temporal de los cultivos permitió un mejor uso de la tierra en los sistemas de policultivos, en concordancia con los resultados informados por Reyes, Iglesias, Ojeda; Fernández y Rodríguez (1994); Hernández, Lascaiba y Rolo (1996) y Muñoz (2001). Sobre este aspecto, Vieito (2001), logró incrementar la eficiencia en el uso de la tierra durante dos años consecutivos en un 98 y 97 % respectivamente en la producción de semillas de guinea Likoni en policultivo con *Lablab purpureus*.

Por otro lado se ha planteado que las ventajas relativas del rendimiento dependen de las relaciones de competencia entre las cosechas en mezclas, según lo cual es aceptado que si dos especies ocupan el mismo nicho y sus requerimientos son similares, dado un lapso de tiempo, una de las dos especies se extinguirá, o si hay alguna diferencia en sus requerimientos, competirán débilmente. Lo primero es el principio de la exclusión competitiva; lo segundo el de la coexistencia competitiva, por lo cual se debe buscar un mecanismo de diferenciación de nicho como vía para el diseño práctico (Vandermeer, 1992). Por otro lado Ranganathan (1993) expresó que la clave para entender el incremento de la productividad en las cosechas mixtas está en el conocimiento de la interacción entre las cosechas en mezcla, de manera que es muy importante que en lo posible se deban asociar cultivos con características vegetativas y con desarrollo radical diferentes. En este caso la parte aérea de la planta debe permitir el aprovechamiento de la luz, así como el espacio disponible en lo vertical y lo horizontal y el ordenamiento estructural del sistema debe buscar también máxima cobertura del suelo (Kolman y Vázquez, 1996).

Con los resultados obtenidos en este trabajo, se demuestra que *Centrosema híbrido* CIAT-438 es una de las accesiones que mejores características presenta en las condiciones experimentales, corroborando lo señalado por Menéndez (1994).

El costo x peso, resultó más bajo en todos los casos cuando se establecieron los policultivos, presentándose las mejores opciones para las combinaciones donde intervino el sorgo (tabla 33).

La utilización de los sistemas de asociaciones y el uso del intercalamiento de cultivos en sistemas de pastizales ha demostrado eficiencia económica, productividad y sostenibilidad en otros trabajos realizados (Vela, Vázquez, Águila y Clavo, 1996; Cordoví, Vieito y Estrada, (1999), lo que confirma los logros aquí alcanzados.

Tabla 33. Valoración económica de los resultados obtenidos en el experimento 6.

Tratamientos	Costos totales generados	Valor de la producción mercantil (\$).				Costo x peso (\$)
		Granos (\$)	Semillas (\$)	Total (\$)	Balance financiero (\$)	
1 (1T)	927.67	--	5144.64	5144.64	4216.97	0.18
2 (1A)	1819.17	2972.4	4904.00	7876.4	6057.23	0.23.
3 (1B)	1702.28	2046.0	7690.40	9736.40	8034.12	0.17
4 (1C)	1646.12	1925.1	6976.00	8901.00	7254.88	0.18
5 (2T)	974.32	--	1945.6	1945.6	971.28	0.50
6 (2A)	1587.54	2977.9	2048.0	5025.90	3438.36	0.31
7 (2B)	1675.62	2119.8	2171.2	4291.00	2615.38	0.39
8 (2C)	1437.92	2039.8	1091.20	3131.00	1693.08	0.46
9 (3T)	650.90	--	360.0	360.00	-290.90	1.80
10 (3A)	1586.22	2883.0	544.8	3427.80	1841.58	0.46
11 (3B)	1347.23	2100.1	437.6	2537.60	1190.37	0.53
12 (3C)	1342.51	1810.6	595.20	2405.80	1063.29	0.56

La clave de los tratamientos está descrita en **anexo 5**

Capítulo V. Discusión general

Los pastizales naturalizados o nativos conforman la mayor parte de los organismos vegetales que hoy se encuentran presentes en los ecosistemas ganaderos cubanos: estos poseen características genéticas de resistencia desarrolladas que les permite adaptarse a las condiciones desfavorables que comúnmente existen en el medio ambiente. Sin embargo, se ha demostrado la incapacidad que tienen la mayoría de estas especies para lograr producciones de alimentos en la cantidad y calidad que requieren los animales vacunos (Pérez-Infante, 1986; Paretas, 1993; Funes, Febles; Machado y Seguí, 1997).

Por otro lado, las áreas ganaderas de Cuba, presentan muchas limitantes en lo referente al suelo, como son: problemas de drenaje, acidez, salinidad, erosión, fertilidad natural y pedregosidad, entre otros, y solamente un 9 % no presenta problemas para el desarrollo de los pastos (Hernández, 1996), mientras que con relación al clima, se ha indicado su influencia en todos los procesos biológicos al ser un constituyente básico del medio ambiente (Blanco, 1976), vinculado a los aspectos fisiológicos de los seres vivos, a la ecología y a la agro meteorología.

Este último autor señala la marcada estacionalidad que presenta el clima de Cuba, cuyos elementos resultan muy importantes para la interpretación del comportamiento estacional de las especies de pastos como uno de los aspectos que más afecta la distribución anual de los rendimientos: Sobre este aspecto se ha planteado la necesidad de la búsqueda de un espectro varietal con características deseables de producción y adaptación a las condiciones imperantes que contribuyan más eficientemente a resolver los problemas de la base alimentaria vacuna (Machado y Seguí, 1997). Asimismo, se ha indicado la necesidad de contar con especies que sean capaces de adaptarse a los agroecosistemas existentes y cubran los requerimientos de la alimentación vacuna acorde con su potencial productivo (Paretas, 1993).

Una de las especies naturalizadas que sustentan la ganadería en Cuba es la ***B. pertusa*** conocida como camagüeyana, la que ocupa junto a otros pastos naturalizados como ***Dichanthium caricosum***, ***D. aristatum*** y ***Paspalum notatum*** grandes extensiones de tierra (Machado, 1983). Esta planta se adapta a una amplia gama de suelos y a zonas de baja precipitación, pero se caracteriza por presentar un fuerte desequilibrio en la producción anual y su forraje no es de buena calidad.

Es importante por lo tanto la introducción de nuevas especies y variedades de alto potencial productivo y poco exigentes que no constituyan una limitante para lograr una estabilidad productiva adecuada a las diferentes condiciones ambientales y de manejo a que son sometidas (Paretas y González, 1990). En esto que juega un papel importante el conocimiento de la interacción genotipo-ambiente (Seguí, 1996), aspecto que explica como los numerosos factores del hábitat de forma individual o de conjunto están estrechamente relacionadas con la evolución y adaptación de las plantas (Wilsis, 1970).

Es importante además poder determinar la adaptabilidad y estabilidad genética de las especies para lograr un proceso de selección satisfactorio que permita establecer la estructura de pastos para cada región donde el conocimiento de todos los factores que interactúan con cada genotipo, dentro del ecosistema, puedan ser dominados por el hombre para lograr una mejor expresión fenotípica de las variedades de mayor conveniencia, con lo cual se incremente la productividad de los pastizales y se haga más económica su explotación (Seguí, 1996).

La realización de este trabajo, el cual fue desarrollado en tres etapas, permitió la selección de especies de alta productividad y persistencia y que en el caso de las gramíneas, superaron a todas las variedades estudiadas y al pasto naturalizado de mayor extensión en la región (***B. pertusa***), con la cual fueron comparadas.

No obstante se debe señalar que el Valle del Cauto presenta condiciones especiales poco favorables para la explotación de los pastos, debido a que las áreas más importantes de la ganadería están ubicadas sobre suelo Vertisol (Hernández, et al., 1999). Este suelo está caracterizado por presentar deficiencias en cuanto a los niveles de permeabilidad, alto grado de compactación y plasticidad que se produce con el exceso de humedad, lo que limita el laboreo y las actividades de atención agrícola y cultural que requieren los pastos. Además se presenta un clima que no es muy abundante en precipitaciones (800-1 200 mm) anuales en el cual la estación de más baja ocurrencia de lluvias suma de 4 a 6 meses en el año, que unida a las altas temperaturas y a la radiación solar intensa del verano provocan altas tasas de evaporación en los suelos y evapotranspiración en los cultivos desencadenando con ello otra serie de problemas que afectan severamente las plantaciones y los pastizales.

Entre las leguminosas se logran resultados muy similares en ***C. híbrido CIAT- 438***, ***T. labialis*** (Semilla Clara), especie naturalizada en Cuba y ***N. wightii*** cv. **Tinaroo** que ha mostrado un comportamiento destacados en otras condiciones de esta provincia (Gómez. Gonzáles y Arias, 1991), mientras que las gramíneas ***P. maximum*** cv. **Likoni**, ***C. ciliaris*** cv. **Biloela** y ***Ch. gayana*** cv. **Callide**, accesiones muy conocidas por los buenos resultados que han demostrado en diferentes ambientes y sistemas de manejo en que han expresado un alto potencial de producción de fitomasa y también de semillas (Gómez y cordoví, 1989; Gómez, Cordoví,

Fernández y Vieito, 1989; Paretas, 1990; Machado y Seguí, 1997; Pérez, Matías, González, y Alonso, 1997; y Guillot, Vigil y Acuña, 2002), constituyen las mejores opciones.

Muy pocas veces se han encontrado resultados desfavorables en estas especies, salvo en algunas condiciones muy específicas de baja fertilidad de los suelos o de acidez, como es el caso de los suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillos Lixiviados de la Isla de la Juventud donde se compararon 19 gramíneas y se encontró que **C. ciliaris cv. Biloela** mostró el peor comportamiento con solo 13.7 t ha⁻¹año⁻¹ y 13 % de esa producción en la seca. Sin embargo, se obtuvo un resultado bueno en **P. maximum cvs. Likoni y Makueni** e incluso en **D. decumbens Común** de la cual se conoce su marcada estacionalidad (Gerardo, Delgado y Quincose, 1984). Mientras que en la zona Sur de Guantánamo, donde existen condiciones climáticas adversas, **C. ciliaris cv. Biloela** ha demostrado un comportamiento destacado (Guillot, *et al.*, 2002). Esto tiene mucha relación con la adaptabilidad específica de las especies a ciertas condiciones (Seguí, 1996) lo que fue comprobada con un grupo de 49 clones de **P. maximum** (Seguí y Machado, 1986).

En cuanto a las leguminosas, las especies seleccionadas en este trabajo fueron ampliamente estudiadas en Cuba y sus resultados, desde el punto de vista de su comportamiento, han tenido poca variación entre regiones. Sin embargo la respuesta no sido igual en la expresión fenotípica debido a la influencia que tuvieron los factores ambientales sobre las variables de mayor valor agronómico y pecuario.

Una de las variables que mayor rango de amplitud ha mostrado ha sido el rendimiento de biomasa seca, alcanzándose valores que fueron desde 10.0 hasta 17.0 t ha⁻¹año⁻¹ en **T. labialis (Semilla Clara)**, desde 9.0 hasta 17.0 en **C. híbrido CIAT-438**, y de manera análoga en otras accesiones que indistintamente han manifestado un comportamiento destacado como es el caso de **Stylosanthes guianensis CIAT-184** desde 8 hasta 17.0 t ha⁻¹año⁻¹ y en tres accesiones arbóreas de la especie **Leucaena leucocephala** desde 12 hasta 20 (Machado y Seguí, 1997).

Es importante destacar que en este trabajo, los rendimientos obtenidos estuvieron por debajo del límite inferior citado en el párrafo anterior, lo que probablemente se debió a las condiciones desfavorables para la agricultura que predominan en el Valle del Cauto.

Los análisis estadísticos para el procesamiento de la información, fueron elegidos a partir de la necesidad de llegar a conclusiones más precisas en el proceso de discriminación y la selección de las accesiones de mayor connotación desde el punto de vista de la capacidad fenotípica expresada en las variables estudiadas. Por ello, se aplicaron las técnicas del análisis multivariado para la comparación, las cuales han sido reconocidas como una herramienta útil tanto para evaluar la variabilidad fenotípica como para conocer la contribución de los distintos caracteres a la misma (González, 1991) y por otro lado clasificar diferentes tratamientos mediante un grupo de variables que a su vez aportan una información más exhaustiva en el proceso de clasificación y selección de especies (Álvarez, 1982). En este sentido se plantea que las investigaciones, como las de la rama agrícola, en que se presentan varios factores interactuando con los organismos vivos, no se deben analizar según los análisis univariados para cada una de las variables, ya que en ellos se ignoran las estructuras de correlación y en ocasiones se pueden dar lugar a resultados finales con interpretaciones sesgadas sobre el asunto (Linares, Acosta y Sistach, 1986).

Otro aspecto importante de este trabajo consistió en la aplicación práctica de los resultados en una finca de producción para lo cual se diseñó una investigación dirigida al establecimiento de las especies seleccionadas, de manera que resultara lo más económica posible. En este sentido se planificó el uso de alternativas agroecológicas capaces de generar valores en productos agrícolas con los cuales se pudiera alcanzar un nivel de utilidades necesarias para las fincas en cuestión, pero más que eso, se perseguía que el método o los procedimientos adoptados fueran factibles económicamente de forma tal que los productores tuvieran un incentivo para reiniciar la actividad de establecimiento de la base alimentaria en sus fincas utilizando una vía que le resultara relativamente fácil y que además le aportase beneficios económicos, ambientales y sociales.

La ampliación del espectro de aplicación de la agroecología en los sistemas agropecuarios cubanos, parece constituir una clave para el desarrollo exitoso de la ganadería cubana en el futuro (Funes, 2001). En este sentido, el uso de los policultivos han demostrado ser una práctica agroecológica eficiente para elevar las respuestas en los rendimientos agrícolas de diferentes tipos de plantas así como para elevar la eficiencia en el uso de la tierra (Willey, 1990; Altieri, 1997; Beltrán y Leyva, 1997). (González, Vieito, Clavel y Arzola, 2003). Tradicionalmente el intercalamiento de cultivos durante la siembra y establecimiento de otros cultivos, se ha convertido en una alternativa agroecológica de uso común por agricultores y campesinos con resultados promisorios en nuestro país. (González, *et al.*, 2003).

Las leguminosas forrajeras y las gramíneas tropicales pueden constituir una opción para incrementar los tenores proteicos y energéticos de la dieta que consumen los animales en las áreas de pastoreo. Sin embargo, los costos que se generan con el incremento del laboreo y la atención cultural de los cultivos durante su establecimiento, así como la escasez de material de propagación adecuado en el mercado resultan agravantes que tienden a frenar el accionar del productor dirigido al mejoramiento de la suficiencia alimentaria de las fincas ganaderas. Esta situación afecta sensiblemente los niveles productivos actuales, con saldos negativos en la

condición corporal y salud de los animales, lo que sugiere la combinar el uso de prácticas agroecológicas poco complejas de probada utilidad (Altieri, 1997) con los resultados más significativos logrados en la investigación sobre el uso de especies de alto potencial forrajero y buena calidad como medida para incrementar los valores de la producción mercantil en la fase de establecimiento de las especies de pastos.

La siembra de arroz en la etapa de establecimiento de *T. labialis* en suelo Vertisol fue examinada como una alternativa que permite lograr producciones extras del cultivo anual y establecer las leguminosas en el mismo lapso de tiempo en que lo hizo el testigo sin intercalar y similares resultados en cuanto al porcentaje de cobertura alcanzado, lo cual se ha indicado como una estrategia económica para la sustitución de pastizales naturalizados de poco valor por especies mejoradas más productivas (Cordoví, *et al.*, 1999).

Es muy importante tomar en consideración el principio de la producción competitiva para lograr rendimientos ventajosos con el uso de los policultivos. Debe gestionarse un diseño que involucre cultivos diferentes en cuanto al nivel de exigencias de los principales factores de crecimiento de los vegetales (Azzi, 1968): nutrimentos que necesitan y los requerimientos de agua y luz, es decir, los cultivos deben ubicarse en base a un arreglo espacial (Rannathan, 1993) en el cual se produzca algún grado de competencia, que implique la utilización de las habilidades que poseen para acelerar su desarrollo, pero prevenir el uso de especies con similitud en sus requerimientos, ya que se podría afectar la disponibilidad de alguno de los factores de crecimientos mencionados y conllevar a la exclusión de uno de los cultivos (Vandermeer, 1992; Kolman y Vázquez, 1997). Sobre ello se indica que en el arreglo espacial de los cultivos, es necesario adecuar las densidades, distancias y momentos de siembra acorde con los ciclos biológicos de las plantas a emplear. Resultados obtenidos en este campo concluyen que la siembra de las especies involucradas en surcos separados ofrecen mejores ventajas productivas que cuando se utiliza la siembra sobre el mismo surco, lo que se encuentra en correspondencia con los trabajos realizados por Carongal, Rebancos, Armada y Tengco (1992), quienes determinaron que los espacios anchos entre hileras elevan el potencial para la integración de cosechas sin la afectación de la cosecha de grano de sorgo cuando se intercaló con leguminosas. En el caso de este trabajo, los resultados alcanzados fueron satisfactorios con el uso de distancias entre surcos de 50 cm entre las vignas y las especies de gramíneas (experimento 5), así como la separación entre hileras de 80 cm cuando se intercalaron cultivos de porte erecto dentro de las leguminosas forrajeras en que se sembró una hilera del cultivo temporal alternada con dos hileras de las leguminosa (experimento 6).

Por otra parte la producción de semillas de pastos en áreas especializadas, conlleva a la concentración de una adecuada cantidad de recursos que muchas veces no se tienen por no contar con el financiamiento necesario para adquirirlos en el mercado internacional. Se ha indicado que el uso del intercalamiento de cultivos temporales (leguminosas) en especies de pastos que van a ser utilizadas para la producción de semillas aumenta la eficiencia y los resultados económicos, los cuales permiten sufragar los gastos generados en los procesos de siembra, establecimiento, cosechas y beneficio de las mismas (Vieito, 2001).

Debido a los costos elevados de los recursos y a las medidas más estrictas que se deben cumplir en las fincas de semillas, los costos de producción generalmente resultan altos y no siempre se dispone de las semillas que el productor necesita y en el momento que se requieren. Es por ello que deben trazarse estrategias para lograr producciones en cantidades que de acuerdo al lugar sean necesarias y con la calidad requerida para su utilización en las fincas, en las que se propongan lograr el establecimiento de las especies recomendadas combinado con la obtención de material regenerativo y el uso de otras alternativas que generen producto utilizables y comercializables. Es muy importante señalar que cuando se emplean cultivos de porte erecto para utilizar como tutores en leguminosas para la producción de semillas, se debe tratar que la cosecha de las semillas de estas no se aleje mucho en el tiempo de las cosechas de granos de los cultivos intercalados para evitar que ocurra debilitamiento y caída de los vástagos, lo cual se podría considerar como una de las causas de la baja respuesta que en algunos casos se obtuvo en la producción de algunos tratamientos empleados en este trabajo.

Los restos de plantas de los cultivos temporales que permanecieron en el campo después de la cosecha de los granos, fueron utilizados como tutores para la producción de semillas de las leguminosas. En cuanto a las características de estos restos, se debe argumentar como se comportó su consistencia y la permanencia en estado erecto a través del tiempo hasta el momento de la recolección de las semillas de cada leguminosa.

El sorgo fue la planta, que mantuvo la mayor consistencia a través del mantenimiento de su condición erecta durante todo el tiempo, lo que se tradujo en el desempeño de un mejor papel como tutor; el girasol perdió rápidamente la rigidez de los tallos y un gran porcentaje de ellos cayeron al suelo por debilitamiento de la base de los vástagos; el maíz presentó una consistencia intermedia entre el girasol y el sorgo y solo alrededor de un 30 % de las plantas se doblaron y presentaron menor superficie vertical para la asimilación de los tallos volubles de las leguminosas.

El comportamiento diferente entre las especies pudo influir en la efectividad del girasol y el maíz principalmente cuando se intercalaron en las leguminosas *teramnus* y *neonotonia* por presentarse en estas especies una maduración más tardía de las semillas (febrero y marzo respectivamente) que en *centrosema*

(enero), lo cual puede ser motivo de investigación para determinar la magnitud de tiempo en que cada una de ellas puede mantenerse erguida después de la cosecha y con ello diseñar momentos de intercalamientos más precisos para incrementar la capacidad de resistir altos volúmenes de follaje de las leguminosas volubles como garantía para elevar las producciones de semillas de estas plantas.

Los resultados alcanzados proveen al agricultor de aceptables producciones de granos para consumo humano y para los animales como un producto extra del proceso; se obtienen cantidades de semillas de las accesiones de gramíneas utilizadas que pueden representar un triple valor para las fincas (ingresos, garantía para siembras nuevas, intercambio) y la economía del proceso indudablemente resulta un incentivo para generalizar los resultados de las mejores especies seleccionadas a nivel de investigación.

En este trabajo, se ha puesto de manifiesto que bajo las condiciones económicas actuales y en condiciones ambientales desfavorables, se puede impulsar la aplicación de los resultados que se han obtenido en la investigación. Para ello es necesario adecuarlos a la disponibilidad de recursos y establecer como norma que el gasto de un determinado financiamiento debe ser recuperado con las producciones mercantiles que se generen mediante la combinación adecuada de las alternativas agroecológicas aplicables en cada momento y en cada condición, lo que permitirá explotar esos conocimientos y habilidades convenientemente.

Es conocido, que los procesos agrícolas de establecimiento y de producción de semillas de las especies de pastos son costosos y requieren de recursos financieros iniciales para poder reactivar un programa en ese sentido. Sin embargo, queda demostrado con estos resultados, que el uso de prácticas complementarias a estos procesos, tales como: el intercalamiento de cultivos y el uso de estos permite aprovechar sus características en la función de tutores, pueden resarcir los gastos generados en ambos procesos y obtener un balance positivo por hectárea de pasto sembrado.

El uso correcto de los procedimientos debe conducir a la creación de fondos de resarcimiento dentro de las cooperativas ganaderas que resultan de gran utilidad para enfrentar un proceso de continuidad en la aplicación de los resultados de la investigación y la obtención de producciones mercantiles comercializables.

Consideraciones finales

- ✚ El proceso de discriminación de especies, permitió seleccionar cuatro gramíneas y tres leguminosas destacadas dentro de un número relativamente alto de accesiones, cuyos resultados productivos fueron superiores al pasto naturalizado más extendido en la región del Valle del Cauto.
- ✚ Se logró determinar siete especies promisorias para el ecosistema más representativo de la ganadería en la provincia Granma, cuya especificidad requiere de una estructura de pastos con adaptabilidad fenotípica específica.
- ✚ El empleo de prácticas agroecológicas de intercalamiento de cultivos y la producción de semillas y granos durante el establecimiento de los pastos, resultó un método factible para establecer un nexo viable entre el resultado de investigación y su aplicación.
- ✚ Con la aplicación de los principios agroecológicos, se lograron resultados económicos de apreciable valor, lo que permite reactivar la mejora de la base alimentaria de la ganadería al utilizar eficazmente los recursos naturales y las tecnologías más apropiadas para la sostenibilidad en este ecosistema.

Recomendaciones

1. Utilizar los resultados obtenidos en el proceso investigación–transferencia de de tecnología como pauta y método de trabajo para la transformación de la base alimentaria en las fincas ganaderas existentes en esta región.
2. Considerar el uso de las prácticas agroecológicas como una necesidad para lograr saltos productivos y económicos superiores en los sistemas actuales de producción de alimentos en la ganadería de la región del Cauto.
3. Utilizar los resultados mostrados en este documento como material didáctico en la enseñanza pre y posgraduada, escuelas de capacitación, proyectos vinculados a la capacitación de productores, así como para uso general de consulta de los trabajadores afines con la ganadería vacuna.
4. Proyectar investigaciones para determinar el tiempo mínimo en que los tallos de las diferentes especies temporales con posibilidades de uso como tutores pueden mantener su rigidez después de las cosechas de granos que permitan planificar el momento óptimo para el intercalamiento en áreas de leguminosas volubles que van a ser utilizadas en la producción de semillas.

Novedad de la tesis

- Define las mejores especies y variedades de gramíneas y leguminosas forrajeras para el ecosistema más representativo de la producción ganadera en el Valle del Cauto acorde con sus marcadas características de especificidad.
- Se logra la implementación del un método Investigación–Innovación tecnológica con una secuencia estructurada que permite alcanzar la transformación de pastizales naturales con especies mejoradas de aceptable productividad y calidad a nivel de fincas.
- Constituye un documento con sólidas bases científicas que establece el uso de alternativas económicas para la utilización y establecimiento de pastos seleccionados en el Valle del Cauto.

Bibliografía

- Altieri, M. A. 1997. El agroecosistema: determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. En: Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. **Copyright Casa editora CLADES. 3ra edición.**
- Altieri, M. A. 2001. Agroecología: Principios y estrategias desde la perspectiva cubana. En: Transformando el campo cubano. **Casa editora ACTAF, 1ra edición, La Habana, Cuba.** 284 p.
- Álvarez, Mirian. 1982. Una aplicación del método de la I-distancia a la selección de grupos de variedades de piña (*Annan comosus* L. Merr). **Cultivos Tropicales.** 4(3): 427-435
- Álvarez, A.; Funes, F.; Monzote, Martha & Hernández A. 1990. Metodología de campos regionales de evaluación inicial (CREI), **IIPF, MINAG.** (Mimeo).
- Álvarez A.; Hernández A. & Valdés. 1990. Evaluación de leguminosas en suelo Ferralítico. **Res. Evento cient. Téc. XX Aniv. del IIPF, La Habana, Cuba.** p32
- Arzuaga, J. 1987. Clasificación de seis variedades de papa por su resistencia a *Alternaria solani* mediante un método de clasificación automática. **Cultivos Tropicales.** 9(2): 59-63
- Azzi, G. 1968. Definición y principios de ecología agraria En: **Ecología Agraria. Edición Revolucionaria, Cuba.** 441 p.
- Barranco, Grisell & Díaz L. R. 1989. Clima En: **Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Inst. Geogr. ACC; ICGC, MINFAR; Inst. Geogr. Nac. España.** VI. 1. 2.
- Barranco, Grisell, Paretas J. J. & Suárez J. J. 1990. Características generales y regionales del clima de Cuba En: Ecosistemas y Regionalización de los pastos en Cuba. **Ed. Univ de La Habana, Cuba.** 178p.
- Barranco, Grisell; Paretas, J. J. & Suárez, J. J. 1990 a. Características regionales de los suelos En: Ecosistemas y Regionalización de los pastos en Cuba. **Ed. Univ. de La Habana, Cuba.** 178p
- Barrera, C.; Zoraida Catalá & Ortega E. 1990. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas en Sancti Spíritus. **Res. Evento Cient. Téc. XX Aniv. del IIPF, La Habana, Cuba.** p34.
- Barreto, Adelaida; Catasús L. & Acosta Zoe. 1998. Gramíneas y Leguminosas naturales y/o naturalizadas de la provincia de Camagüey, Cuba. **Pastos y Forrajes.** 21(1):15
- Beltrán, A. & A. Leyva. 1997. Estudio del potencial alelopático del girasol (*Helianthus annuus* (L) sobre diferentes cultivos económicos en sistemas de policultivos. **III Encuentro Nac. de Agric. Org. Villa Clara, Cuba.**
- Bennett, H. H. & Allison R. V. 1972. Los suelos de Cuba. **Ed Rev., La Habana. Cuba.**
- Blanco, F. 1996. El clima y la producción de pastos. Fundamentos de la producción de pastos. **Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. Mimeo.**
- Blumenstock, D. I. y Thornthwaite, C. W. 1941. En: Climate and Man. **Year book agric. USA. Washington.**
- Cabello, R. y Rivero, I. 1996. Efecto residual de *Vigna unguiculata* y *Sesbania* sobre el rendimiento agrícola del arroz. **I Taller Cient. Prod. sobre el cultivo de Vigna en Cuba. I Taller Intern. del cultivo de Vigna en el trópico, Holguín, Cuba.** 39
- Casanova, A.; Hernández, A. & Quintero, P. L. 2001. Policultivos. En: Transformando el campo cubano. **Casa editora ACTAF, 1ra edición, La Habana, Cuba.** 284 p.
- Castro, A., L. Marrero & A. Arias. 2000. Potencial productivo y composición nutritiva del grano de cuatro variedades cubanas de sorgo cultivadas en condiciones de bajos insumos. **Resúmenes XII Sem. Cient. 38 Aniv. del INCA, La Habana, Cuba.**
- Carongal, V. R., Rebancos, E. T., Armada, E. C., and Tengco, P. L. 1992. Integration of food forage and green manure production systems. **Paper presented at the Internacional Rice Research. Conference 25-29 April. Los Baños, Filipinas (sp).**
- CIAT, 1989. Recuperación de pasturas. Trópico húmedo. En: Informe anual. Programa de pastos tropicales. 1998. **Documento de trabajo No. 57, Cali, Colombia.** p. 12 – 19.
- Cooper, J. P. 1970. **Herb. Abstr.** 40:1
- Corbea J. A.; Hernández Martha; Machado R.; Lamela L. & Cáceres O. 1996. Variedades comerciales de pastos y forrajes para el desarrollo ganadero en Cuba. **Res. X Sem Cient. Téc. de Pastos y Forrajes I. Hatuey, Matanzas, Cuba.** p. 118.
- Cordoví E.; Vieito E. L. & Estrada L. I. 1999. Efecto del intercalamiento de arroz durante la etapa de establecimiento de *Teramnus labialis*. **Pastos y Forrajes,** 22:253.
- Corzo J. A.; García L. A.; Silva J. J.; Pérez E. & Geerkem C. 1999. El ecosistema agropecuario en Zootecnia General Un enfoque ecológico. **Editora Félix Varela, La Habana, Cuba.** 155 p.
- Chacón, E. 1998. La investigación con leguminosas arbustivas y árboles forrajeros en Venezuela. Enfoques metodológicos. **Memorias III Taller Intern. Silvopastoril. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.** p2.
- Chávez, A. & Vieito, E. 1995. Producción de semillas de leguminosas en la provincia Granma. **Res. Taller Intern. de producción animal, Bayamo, Granma, Cuba.** p. 16.

- Davitaya, F. F. y Trusov, I. I. 1971. En: Los recursos climáticos de Cuba. **2da edición Inst. Cubano del Libro, La Habana.**
- De Juan J. A.; Fabeiro C.; Martín F. J. & López H. 1999. Efecto del déficit de suministro de agua en el rendimiento y calidad de un cultivo de maíz dulce. **Rev. ITEA**, Vol 95, N° 3, p218.
- Díaz T. & Juan R. 1990. Regionalización de leguminosas en suelos Montmorilloníticos. **Res. Evento Cient. Téc. XX Aniv. del IIPF, La Habana, Cuba.** p. 31
- Enríquez, J. P., Meléndez, F. & y Bolaños, E. D. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. **Libro técnico No. 7 Veracruz México.** 262 p.
- Escobar, A. 1993. Novedades en los sistemas de alimentación del ganado destinado a la producción de leche en América Latina y el Caribe. **Rev. ACPA.** Año 12 (1): 5
- Estévez, Ana & Álvarez, Mirian. 1987. Uso de la interacción genotipo ambiente y Cluster análisis para la clasificación de ambientes en papa (*Solanum tuberosum* Lin). **Rev Cultivos tropicales.** 8(2)23
- FAO, 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. **FAO, Roma.** 220 p.
- Ferguson, J. E. & Burbano, E. A. 1979. Regiones geográficas en la producción de semillas forrajeras tropicales. **Trabajo sometido a presentación en "X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas".** p. 7
- Ferguson, J. E.; Tomas, D.; Andrade, R. P., De Costa, N. S. & Jutzi, S. 1983. Seed production potentials of eighth tropical pasture species in regions of Latin America. **Proc. XIV International Grassland Congress, Lexington Ky.** p. 275
- Figueredo R.; Curbelo L.; Guevara R. Ramírez F. & Muñoz D. 1990. Comportamiento de la producción de semillas de varias leguminosas en la cuenca lechera de Jimaguayú. **Res. VI Reunión de ACPA, Matanzas, Cuba.** p. 53.
- Franco, R. 1998. Explotación de los pastos En: **Producción bovina sostenible. Editora Félix Varela, La Habana, Cuba.**
- Franco, R.; Vargas, S.; Padrón, Yeny & Molina, S. 2000. La leucaena: una opción para la alimentación de los terneros. **Rev. ACPA.** Año 20 (1): 47
- Funes, F. 1977. En: Introducción y evaluación inicial de gramíneas en Cuba. Tesis Cand. Dr. en Ciencias Agrícolas. **ISCAH. La Habana.**
- Funes, F.; Febles, G. & Pérez-Infante, F. 1986. Los pastos y el desarrollo ganadero en Cuba. En: Los Pastos en Cuba. **EDICA, 2da edición. T-1. Producción.** 801p
- Funes F. & Paretas J. J. 1986. IIPF. MINAG. **Revista ACPA** № 4: 37.
- Funes, F.; Yáñez, S. & Zambrana, Teresa. 1998. Semillas de pastos y Forrajes tropicales. Métodos prácticos para su producción sostenible. **Ed. ACPA, La Habana, Cuba.** 138.
- Funes, F. 2001. Alternativas agroecológicas para incrementar la producción de alimento animal. **I Simp. Internac. Sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. La Habana.** p. 11.
- Funes Monzote, F. & Del Río J. 2002. Experiencia agropecuaria sostenible en una finca cubana. **Rev. Agroecológica LEISA.** 18(1)18.
- Gagua, G.; Zarembo, S. & Izquierdo, A. 1989. Clima (precipitación mm media anual de 41 años período 1931 a 1972). **Atlas Nacional de Cuba. Inst. Geogr. ACC; ICGC, MINFAR; Inst. Geogr. Nac. España VI.3.1.**
- Gallardo, S.; Gastó, J. & Contreras, D. 1988. Bases metodológicas para la clasificación de ecosistemas de praderas. **RES. XI Reunión ALPA, La Habana, Cuba.** p. 69.
- García, L.; Corzo J. A. & Cama M. 1979. Ecología de los animales de granja. **Editora Mes, La Habana, Cuba.** 385 p.
- García, L. 1999. Retos y perspectivas de la producción de proteína animal en el siglo XXI. **Revista ACPA** Año 18 (2)37
- García-Trujillo, R. 1983. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche En: **Los pastos en Cuba. EDICA. MES. T-2.** 672
- García-Trujillo R. 1995. El papel de los animales en los sistemas agrícolas. **Sem. Cient. Intern. XXX Aniv. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.** p. 44
- Gerardo, J. 1988. Papel de la introducción en el mejoramiento de los pastos en Cuba. **Conferencia EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.** Mimeo.
- Gerardo, J.; Delgado, Daysi & Quincose, G. 1984. Evaluación de pastos introducidos en Cuba. Isla de la Juventud. **Pastos y Forrajes,** 7:37
- Gómez, I. 2002. La producción de semillas *in situ*: estrategia agroecológica para pequeñas fincas ganaderas en Cuba. **Rev. Agroecológica LEISA.** 18(1): 31.
- Gómez I., Espinosa R. & Arias R. 2001. Uso combinado de recursos filogenéticos en áreas de producción de semillas de leguminosas forrajeras herbácea. **Memorias IV Taller Intern. Fitogen '01, Sancti Spíritus, Cuba.** 120.

- Gómez, I. & R. Espinosa. 1999. Evaluación primaria de leguminosas nativas en el Valle del Cauto. **Res. III Taller Intern. Fitogen'99, Santic Spiritus, Cuba**. p. 41
- Gómez, I.; R. González & R. Arias. 1991. Evaluación de leguminosas tropicales en suelo aluvial I. Empresa pecuaria 14 de junio. **Rev. Zootecnia de Cuba**. 1(1-2)
- Gómez I.; Cordoví E., Fernández J. L. & Vieito E. L. 1989. **Memoria Estación Experimental de Pastos y Forrajes Granma 1976-1988**. (Mimeo). 54 p.
- Gómez I. & Cordoví E. 1989. Estudio regional de selección de especies de pastos en la provincia Granma. **Rev. Cienc. Téc. Agric. Serie Pastos y Forrajes**. V.12 (2): 7
- Gómez I. Espinosa R. & Fernández J. L. 1989. Evaluación de gramíneas bajo pastoreo rotacional simulado en suelo Montmorillonítico. **Cienc. Téc. Agric. Serie Pastos y Forrajes**. V. 12 (2): 45
- Gómez I.; Cordoví E & Vieito E. L. 1988 Evaluación de nueve gramíneas tropicales en Suelo Montmorilloníticos. **Res XI Reunión de ALPA, La Habana, Cuba**, p. 72
- González, Mayra E. 1991. Análisis de datos en la interpretación del rendimiento en una encuesta agrícola. Tesis en opción al grado de Dr en Ciencias Agrícolas. ISACA.
- González, F.; Escamilla, E. & Crisóstomo, A. 2002. Una estrategia para lograr la sustentabilidad campesina. La recuperación del suelo. Revista de Agroecología LEISA. Vol 18 (3):17
- González P. J.; Ramírez J. F. & Vieito E. 2002. Trabajo participativo en la recuperación de agroecosistemas frágiles. **Rev Agroecológica LEISA** 18(3):20
- González, P. J.; Vieito, E. L.; Clavel, N. & Arbola, J. 2003. Efecto de tres antecedentes culturales y tres niveles de N en la producción de semillas de sorgo. **Pastos y Forrajes**. 26: 119
- Guillot J.; Arencibia Mirian & Aira A. 1990. Potencial de producción de semillas de seis leguminosas en condiciones de Guantánamo. **Res. VI Reunión ACPA, Matanzas, Cuba**. p. 55-56
- Guillot, J. 1996. Condiciones que presenta la producción de semillas de pastos en Guantánamo. **Res. X Sem. Cient. de Pastos y Forrajes, Matanzas, Cuba**. p. 17
- Guillot, J.; Vigil, María del Carmen & Acuña, Bárbara. 2002. Hierba buffel: una solución para la ganadería del la franja costera Sur de Guantánamo. **Rev. ACPA**. Año 21(3):14
- Hartley, W. 1950. The global distribution of tribes of the gramínea in relation of historical and enviromental factors. **Aust. J. Agric. Res.** 1: 355 – 373
- Hernández Neice & Miret, R. 1983. Distribución mundial de pastos En: Introducción y mejoramiento de pastos. **Ed. Cient. Univ. Matanzas, MES, Cuba**. 338p.
- Hernández, Neice & Hernández, J. E. 1984. Evaluación inicial de 19 gramíneas. **Pastos y Forrajes** 7:23.
- Hernández, R. 1984 Evaluación agronómica de gramíneas en regiones ganaderas bajo diferentes ambientes. Tesis en opción al grado de C. Dr C. **ICA, La Habana, Cuba**
- Hernández, I.; Lascaiba, T. & Rolo, R. 1996. Efecto de diferentes proporciones de semillas en la siembra asociada del *Teramnus labialis*. **Pastos y Forrajes**. 18:43.
- Hernández, A.; Santos, R. & Casanova, A. 1998. Clasificación y principios básicos de los sistemas de cultivos múltiples o policultivos. **Rev. Agric. Org.** Año 4 No. 2.
- Herrera, D. y Suárez, J. J. 1974. Proc. XII Int. Grassland Congr. Part. I:192
- Herrera, R.S. 1983. La calidad de los pastos En: **Los pastos en Cuba**. Ed. ICA 59 – 85.
- Humphreys, L. R. and Riveros, F. 1986. Tropical pasture seed production. **FAO. Rome**. 203 p.
- Humphreys, L. R 1987. Tropical pastures and fodder crops. **Ed. W. J. A. Wayne. Second edition**. 155 p.
- Izquierdo, A. 1989. Clima (precipitación mm media del período lluvioso desde 1964 a 1983). **Atlas Nacional de Cuba. Inst. Geogr. ACC; ICGC, MINFAR; Inst. Geogr. Nac. España** VI.3.3
- Jaramillo, M. 1994. Sorgos uraníferos altos en taninos. Características químicas y digestibilidad de nutrientes en aves. **II Encuentro Regional de Nutrición y Alimentación de Monogástricos. ICA, La Habana** p 32
- Juan R.; Díaz T. & Rivero J. L. 1990. Adaptación de leguminosas en Las Tunas. **Res. Sem. Cient. Intern. XXV Aniv. Del ICA**. 36.
- Kolman, E. & Vázquez D. 1996. **Manual de Agricultura ecológica**. 222 p.
- Lampkin, N. 1990. Rotation design for organic system. En: **Organic Farming. Pub., Farming Press Book. United Kingdom**. 125 – 160
- La Pinel, B. 1989. Clima (temperatura media anual del aire). **Atlas Nacional de Cuba. Inst. Geogr. ACC; ICGC, MINFAR; Inst. Geogr. Nac. España** VI.2.4
- Leyva, A. 1993. Las asociaciones y las rotaciones de cultivos. Primer curso de Agricultura Orgánica, **Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana**
- Linares, Gladis.; Acosta, Liliam & Sistach, Vivian. 1986. Estadística matemática multivariada. La Habana. **Univer. De La Habana**. 319 p.
- Loch, D. S. 1982. Selección del medio y el sistema de cultivo para la producción de semillas de gramíneas forrajeras. **Información Express. Pastos y Forrajes**. 6 (23):8

- Loch, D. S. 1988. Nitrogen fertilizing for grass seed tropical pasture and fodder seed production. **International Course**. p. 44 – 46
- López, C. M.; Iturralde, M. A.; Claro, R.; Ruíz, Lourdes; Cabrera, G. J.; Moleiro, Roque, Martha; Chamizo, Ada R.; García, Lidia; Gerhartz, J. L.; García, G.; Pérez, Heidi; Pino, Alicia; Sentí, Martha M.; Borroto R. & Rodríguez Yamilé. 2002. Introducción al medio ambiente En: **Tabloide Universidad para todos. Editora ACC**. 31 p.
- Machado R. 1983. Programa Nacional para la Introducción de Pastos En: Introducción y mejoramiento de pastos. **Ed. Centro Univ. Matanzas, Cuba**. 338 p.
- Machado, R. & Seguí Esperanza. 1997. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. **Pastos y Forrajes**. 20:1
- Machado, R. & Roche, R. 1998. Variedades comerciales. ***Teramnus labialis* Semilla Clara. Pastos y Forrajes**. 21(1):93
- Machado, R. 1999. Comportamiento de accesiones de ***Centrosema ssp.*** asociadas a ***Andropogon gayanus* CIAT – 621** durante la etapa de establecimiento. **Pastos y Forrajes**. 22: 17
- Marín, R.; Soto, Rafaela & Pérez, Grisell. 1998. Comportamiento de variedades cubanas de Habichuelas arbustivas ***Vigna unguiculata* (L)**. III Taller de Extensión Rural AGRONAT'98, Cienfuegos, Cuba. p. 46.
- Matías C.; Pérez A.; González Yolanda & López J. M. 1990. Influencia de distintos factores que inciden en la producción y calidad de la semilla de ***Brachiaria decumbens* y *Andropogon Gayanus***. **Res. VI Reunión ACPA, Matanzas, Cuba**. p54-55
- Matías, C. 1996. Efecto de los soportes en la producción de semillas de ***Teramnus labialis* cv Semilla Clara**. II Densidad y distancia de siembra. **Pastos y Forrajes**. 19:137
- Matías, C.; Iglesias, J. & Pérez, A. 1998. Producción combinada de semillas forrajeras con ganadería como alternativa agrosilvopastoril sostenible. **Memorias III Taller Intern. Silvopastoril. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba**
- Menéndez, J. & Gerardo, J. 1980. Regionalización de pastos en Cuba. **Res. IV Sem Cient. Téc. De Pastos y Forrajes, I. Hatuey, Matanzas, Cuba**. p. 7
- Menéndez, J. 1994. Biogeografía de *Centrosema* en Cuba. **Rev. Pastos y Forrajes**. 14: 193
- Mesa, A. & Naranjo, M. 1982. Manual de interpretación de los suelos. **Editorial Científico – Técnica, Ciudad de La Habana**. 136p
- Michelin, A. 1971. Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia. ***Panicum maximum* Jacq Ed. Inst. Colombiano Agropecuario. Asistencia Técnica Manual**. No. 10
- MINAG, 1999. Nueva clasificación genética de los suelos Agrícolas de Cuba. **Editora AGROINFOR, La Habana, Cuba**. 67p.
- Molina, A.; Valdés, G. & Castillo, E. 2000. Alternativas tecnológicas para la producción de leche y carne en las actuales condiciones de Cuba. **Rev. ACPA. Año 19 (1): 39**
- Mungomery, V.; Shorter, E. R. & Tyth, D. E. 1974. Genotipe and enviroment. Interaction and enviromental adaptation. Pastern análisis Spplied to soya been population. **Aust. J. Agric**. 25:59-72
- Monzote, Martha. 1986. Establecimiento y utilización de asociaciones gramíneas – leguminosas **En: Pastos tropicales. Curso de postgrado. EDICA, MES, La Habana, Cuba**. 95 – 121.
- Muñoz, E. 2001. Principios y fundamentos de los sistemas de uso de tierras integrando cultivos y crianzas con bases agroecológicas. **IV Encuentro de Agric. Orgánica. La Habana, Cuba**. P 42
- Oramas G. & Sánchez. 2002. ISIAP Dorado, una alternativa en la seguridad alimentaria familiar. **Rev. ACPA Año 21 (3) 17**
- Padilla, C. 1981. Siembra y establecimiento del pasto guinea común (***P. maximum* Jacq**). Tesis presentada en opción al grado de C. Dr. Ciencias Agrícolas. **ISCAH, ICA, La Habana, Cuba**
- Padilla C.; Ruiz T. E. & Cino, Delia. 1985. El girasol como planta forrajera. **EDICA MES, ISCAH, Cuba**
- Padilla C.; & Ayala, J. R. 1986. Siembra y establecimiento de gramíneas En: Pastos Tropicales, Curso de Postgrado. **EDICA, MES, La Habana, Cuba**. 25-64
- Padilla C. & Ruiz T.E. 1986. Sorgo forrajero como cultivo temporal o intercalado en pastos. **EDICA. MES**. 54 p.
- Padilla, C.; Ruiz T. E.; Cino, Delia M. & Curbelo, F. 1999. **Rev. Cub. Cienc. Agric**. 33:331
- Paretas, J. J. y Funes, F. 1988. Caracterización de áreas dedicadas a la ganadería vacuna y regionalización de pastos, En: Fomento y explotación de los pastos tropicales. **Compendio de conferencias EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba**. p. 91
- Paretas, J.J. 1990. **Ecosistemas y Regionalización de los Pastos en Cuba**. Editora Univ. De La Habana. 178 p.
- Paretas, J.J. & A. González. 1990. Ecosistemas de pastos En: **Ecosistemas y Regionalización de los Pastos en Cuba**. Editora Univ. De La Habana. 178 p.
- Paretas J. J.; Gutiérrez A.; Yáñez S.; Rivero R.; Suárez J. D. & Pérez A. 1990. **Res. VI Reunión ACPA, Matanzas, Cuba**. p. 66

- Paretas, J.J. 1993. Producción bovina en Cuba. **Rev. ACPA**. Año 12 (1):13.
- Paretas, J. J.; Ruíz, J.; Navarro, G. Suárez, J. J.; Febles, G.; López, Mirta & Díaz, J. A. 1996. Situación de los pastos en Cuba y algunas consideraciones para aumentar la producción de alimentos. Res X Seminario Científico EEPF "I. Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 112.
- Paretas, J.J.; Gallardo, L.; López, Mirtha & López, G. 2001. Agua, suelo, Vegetación en la ganadería y el medio ambiente. **Rev. ACPA**. Año 20(3):33
- Pérez, A.; Hernández, C.; Matías, C. & Reyes, Isabel. 1985. Influencia de diferentes dosis de fósforo en la producción de semillas de **Buffel cv Biloela, Pastos y Forrajes**. 8(3):389
- Pérez, A. 1996. Influencia de la densidad de siembra sobre la producción de semillas de **Vigna unguiculata**. **Res. X Sem Cient. Téc. de pastos y Forrajes I. Hatuey, Matanzas, Cuba**.
- Pérez, A, C.; Matías, C. González. & Alonso, O.1997. Tecnologías para la producción de semillas de gramíneas tropicales. **Pastos y Forrajes**. Tomo 20(1, 2, 3): 21
- Pérez, Nilda & Vázquez, L. L. 2001. Manejo ecológico de plagas. En: Transformando el campo cubano. **Casa editorial ACTAF, 1ra edición, La Habana, Cuba**. 284 p
- Pérez, E.; Ortiz, Tamara & Valencia, F. 2003. Una breve síntesis, una gran historia, una experiencia en Casas Blancas, trabajo rural femenino en Michoacán, México. Revista de Agroecología LEISA. Vol 18 (4):7
- Permuy, Nécida. 1997. El maíz (**Zea mays**), su cultivo y utilización. **Proyecto Cuba-7, Holguín, Cuba, Plegable** (Mimeo)
- Philippeau, G. 1986. Comment interpreter les resultsts d'un analyse in components principales. **Service des Etudes Statistiques ITCF. Lusignan, France**.36p
- Ramos, N. 1986. Aspectos de introducción de pastos tropicales En: **Pastos Tropicales. Curso de Postgrado. EDICA. MES, La Habana, Cuba** 1-23.
- Ranganathan, Radha, 1993. Analyses of yield advantage in mixed cropping. 93 p.
- Reyes, F.; Iglesias Ojeda, J.; Fernández, E. & Rodríguez, O. 1994. Estudio de la densidad y patrones de siembra en una asociación de dolichos (**Lablab purpureus**) y maíz (**Zea mays**). **Pastos y Forrajes**. 17:137
- Reyes, J. C. & J. L. Rivero. 2001. Influencia de la orientación de las hileras en la producción de semillas de **Centrosema pubescens Villanueva** con tutores. **Memorias IV Taller Internacional sobre colecta y utilización de recursos fitogenéticos. Santi Spíritus, Cuba**. p75.
- Rodríguez, C.; Pérez, J. & Fuchs, Armin. 1995. Fundamentos de la mejora por selección En: **Mejora de plantas. Ed Felix Varela**. 293.
- Rosell, P. A.; Lemes, Blanca N.; Jiménez, A.; Peña, S. & Milán C. 2003. Diagnóstico Urbano-Ambiental. Ciudad de Bayamo. **Ed. OPM Bayamo, Granma, Cuba**. 134.
- Rowell, H. L. 1994. Soil Science: Methods and applications. **London. Longman**. 350 p.
- Ruiz, T. E. & Febles, G. 1986. Establecimiento y manejo de leguminosas tropicales. Conceptos teóricos y aplicación práctica En: **Pastos tropicales. Curso de postgrado. EDICA, MES, La Habana, Cuba**. 65 – 94.
- Ruiz, T. E.; Febles, G. & Castillo, E. 2001. Posibilidades de las mezclas múltiples de las leguminosas herbáceas asociadas a gramíneas. **Res. IV Encuentro de Agric. Org. ACTAF, La Habana, Cuba**.
- Seguí, Esperanza & Machado, Hilda. 1986. Estimación de la estabilidad y adaptabilidad en 49 clones de **Panicum maximum** Jacq. **Pastos y Forrajes**.9:210
- Seguí, Esperanza. 1996. Introducción y regionalización de variedades forrajeras. **Programa de maestría en Pastos y Forrajes: curso fundamentos de la producción de pastos. EEPF "Indio Hatuey". S/N**.
- Senra, A. 2002. Manejo del pasto y la recuperación lechera. **Rev. ACPA**. Año 21(3):31.
- Sprague, H. 1969. En: **Grasslands. Bailey Bros. And Swinfen Ltd**.
- Suárez, J. J. y Herrera, J.1986. El clima de Cuba y la producción de pastos En: Los pastos en Cuba. **EDICA, 2da edición MES. Tomo I**. 801p
- t'Manntje, L. T.; & Haydoch, K. P. 1963. The dry wight – rank metod for the botanical analisis of pasture. **J. Br. Gras. Soc**. 18:268.
- Torres, Verena; López, Verena & Noda, Aida. 1990. Ejemplos de aplicación de técnicas multivariadas en diferentes etapas del proceso de evaluación y selección de pastos. **Res. Sem. Cient. Internacional XXV Aniversario del ICA, C. de La Habana, Cuba**.p55
- Trewartha, G. T. 1968. En: An introduction to climate. N. Y. H. H. Mc Graw Ltd 4th Ed. **N. York**.
- Trusov, I. J. 1976. Las precipitaciones en la Isla de Cuba. **Ed. Instituto del libro, La Habana**. 67.
- Trusov, I. J.; Díaz, L. R. & Izquierdo, A. 1989. Clima (precipitación mm media del período seco desde 1931 a 1972). **Atlas Nacional de Cuba. Inst. Geogr. ACC, ICGC, MINFAR, Inst. Geogr. Nac. España**. VI.3.2.
- Vandermeer J. H. 1981. The interference production principle an ecological theory for agriculture. **Bioscience**. 31:361-364.
- Vandermeer J. H. 1983. Una teoría de siembra intercalada. **Ciencias de la Agricultura**. 15:117-12.
- Vandermeer J. H. 1992. Policultivos. La teoría y evidencia de su factibilidad. **Department of Biology University of Michigan. EEUU**. 40:109

- Vandermeer J. H. 1995. Efecto y respuesta, competencia y facilitación. Conceptos claves para analizar los policultivos. **Conferencia Curso policultivos. Inst. Inv. Hortícolas** Liliana Dimitrova, La Habana, Cuba (Mimeo).
- Vandermeer, J. 1998. Policultivos: La teoría y la incidencia de su efectividad. **Rev. Agric. Org.** Año 4 No. 2.
- Valdés L. R.; Gutiérrez A.; Paretas J. J.; Suárez J. D.; Pérez R. & Martínez H. L. 1990. Adaptación edáfica y explotación de *Pueraria phaseoloides* en Cuba. **Res. Sem. Cient. Intern. XXV Aniv. Del ICA.**34.
- Valdés, G. & Teresa Planas. 1999. Ganadería de cría y alimentación. **Rev. ACPA.** Año 18 (1): 47.
- Vela, J. W.; Vázquez, M.; Águila, R. & Mirilla Clavo. 1996. Sistema de siembra y época de control de malezas en el establecimiento de pasturas asociadas con arroz en Pucalpa, Perú. **Pasturas tropicales.** 18(2):19.
- Vieito E. L.; Cordoví E.; Fernández J. L.; Funes F. & Fonseca E. 1996. Producción de semillas de gramíneas forrajeras en la llanura del Cauto. **Res. X Sem Cient. Téc. De pastos y Forrajes I.** Hatuey, Matanzas, Cuba.78.
- Vieito, E. L. 2001. Uso del policultivo en la producción de semillas de hierba de guinea. Tesis presentada en opción al grado de Master en Ciencias. **Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". EEPF "indio Hatuey". Matanzas, Cuba.**
- Vieira, M. & Van, J. 2002. Agricultura de conservación y desarrollo rural. Revista de Agroecología LEISA. Vol 18 (3):11
- Webster, C. and Wilson, P. N. 1986. Agriculture in the tropics. Longman. Reprinted. **Eds D. Rhind and G. Wrigley.** 640 p.
- West, S. H. 1970. **Proc. XI Int. grassland. Congr. Old. Australia:** 514
- Wilsis, C.P. 1970. Cultivos: Aclimatación, distribución. **Ed. Revolucionaria, Instituto del libro, La Habana.** 29-34
- Willey R. W. 1990. Resource use in intercropping systems. **AGRIC. Water Manage.** 17:215 – 231
- William, R. J.; Burt, R. L. and Strickland, R. W. 1976. **Tropical Pasture Research. Principle and method. Bull.** 51:77
- Wollner, H. E. & Castillo, J. L. 1968. **Revista cubana de Ciencia agrícola.** 2:227
- Zamora, A.; Santiesteban, R.; López, R.; Céspedes, Natividad; Zamora, W. & Hernández L. 2001. Validación de Variedades y Tecnologías de producción del frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) por vía sostenible. **Informe final de Proyecto IIA. Jorge Dimitrov, Granma. Mimeo.**

Anexos

Anexo 1

Tabla 1. Producción de semillas (kg ha^{-1}) de gramíneas tropicales en diferentes regiones de Cuba.

Especies	Guantánamo	Granma	Sancti Spiritus
<i>P. maximum</i> cv Likoni	300	298	740
<i>A. gayanus</i> cv CIAT-621	160	308	433
<i>C. ciliaris</i> cv Biloela	80	-	245
<i>C. gayana</i> cv Callide	50	91	-
<i>B. decumbes</i> cv CIAT-606	-	-	251
Condiciones experimentales	Suelo aluvial, pH neutro a ligeramente alcalino; en seco	Suelo vertisol; en seco y fertilización: 50 kg ha^{-1} de N después de cada cosecha y 100 y $150 \text{ kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ al inicio de la época de lluvias	Suelo Pardo con carbonatos; en seco y fertilización 300 - 100 - $120 \text{ kg}^{-1}\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente
Fuente	Guillot (1996)	Vieito, Cordoví, Fernández, Funes y Fonseca (1996), Gómez, Cordoví, Fernández y Vieito (1989).	Barrera, Catalá y Ortega (1990).

Anexo 2

Tabla 2. Definición de algunos conceptos y actividades inherentes a los experimentos realizados.

Conceptos y actividades.	Fase I Experimentos 1 y 2	Fase II Experimentos 3 y 4	Fase III	
			Experimento 5	Experimento 6
Tamaño de parcela.	3 x 4m	5 x 6m	10 x 20m en las parcelas y 4 x 5 m en las subparcelas.	10 x 20m en las parcelas y 4 x 5 m en las subparcelas.
Distancia de siembra del pasto.	60 cm entre surcos.	60 cm entre surcos.	100 cm entre surcos alternos con cultivos temporales (CT).	80 cm entre surcos, tres surcos de las leguminosas y uno del CT.
Pasillos	1.5 m entre parcelas de una misma réplica y 2.0 m entre réplicas	1.5 m entre parcelas de una misma réplica y 2.0 m entre réplicas	2.0 m entre las parcelas mayores.	2.0 m entre las parcelas mayores.
Área cosechable	6.0 m^2	20.0 m^2	12.0 m^2	12.0 m^2
Frecuencia de corte	60 días en lluvia y 90 días en seca.	60 días en lluvia y 90 días en seca.	1 corte para semillas.	1 corte para semillas.
Fertilización	100-40-60 $\text{kg Ha}^{-1}\text{Año}^{-1}$ de NPK en gramíneas y 40-60 kg de PK en leguminosas.	100-40-60 $\text{kg Ha}^{-1}\text{Año}^{-1}$ de NPK en gramíneas y 40-60 kg de PK en leguminosas.	50-40-60 kg de NPK en la siembra.	40-60 kg de PK en la siembra.
Duración	2 años	2 años	6 meses	9 meses

Anexo 3

Tabla 3. Procedimiento para la discriminación de las especies.

Variables de discriminación	Criterios considerados	
	Gramíneas	Leguminosas
Rendimiento de MS anual (t/ha)	< de 18 t/ha/año	< que 8 t/ha/año
Composición botánica al finalizar la evaluación	< de 80 % del pasto	< que 50 % de la especie
Plagas	moderada o severa (valores 3 y 4 de la escala)	moderada o severa (valores 3 y 4 de la escala)
Vigor de la plantación durante la evaluación	Vigor de regular a malo (valores 1y2 de la escala)	Vigor de regular a malo (valores 1y2 de la escala)
Relación hoja-tallo (% de hojas)	< de 40 % en lluvia < de 50 % en seca	< de 50 % en lluvia < de 50 % en seca

Anexo 4

Tabla 4. Tratamientos evaluados.

No.	Tratamientos
1 (1a)	<i>Panicum maximum</i> cv. Likoni + <i>Vigna radiata</i> variedad S-2
2 (1b)	<i>Panicum maximum</i> cv. Likoni + <i>Vigna unguiculata</i> variedad C-666
3 (1c)	<i>Panicum maximum</i> cv. Likoni + <i>Vigna unguiculata</i> variedad Lina
4 (1d)	<i>Panicum maximum</i> cv. Likoni + <i>Vigna unguiculata</i> variedad INIFAT- 93
5 (1e)	<i>Panicum maximum</i> cv. Likoni + <i>Vigna unguiculata</i> variedad IITA (precoz)
6 (1t)	<i>Panicum maximum</i> cv. Likoni (testigo)
7 (2a)	<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela + <i>Vigna radiata</i> variedad S-2
8 (2b)	<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela + <i>Vigna unguiculata</i> variedad C-666
9 (2c)	<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela + <i>Vigna unguiculata</i> variedad Lina
10 (2d)	<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela + <i>Vigna unguiculata</i> variedad INIFAT- 93
11(2e)	<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela + <i>Vigna unguiculata</i> variedad IITA(precoz)
12 (2t)	<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela (testigo)
13 (3a)	<i>Chloris gayana</i> cv. Callide + <i>Vigna radiata</i> variedad S-2
14 (3b)	<i>Chloris gayana</i> cv. Callide + <i>Vigna unguiculata</i> variedad S-666
15 (3c)	<i>Chloris gayana</i> cv. Callide + <i>Vigna unguiculata</i> variedad Lina
16 (3d)	<i>Chloris gayana</i> cv. Callide+ <i>Vigna unguiculata</i> variedad INIFAT- 93
17 (3e)	<i>Chloris gayana</i> cv. Callide+ <i>Vigna unguiculata</i> variedad IITA (precoz)
18 (3t)	<i>Chloris gayana</i> cv. Callide (testigo)

Anexo 5.

Tabla 5. Relación de tratamientos evaluados.

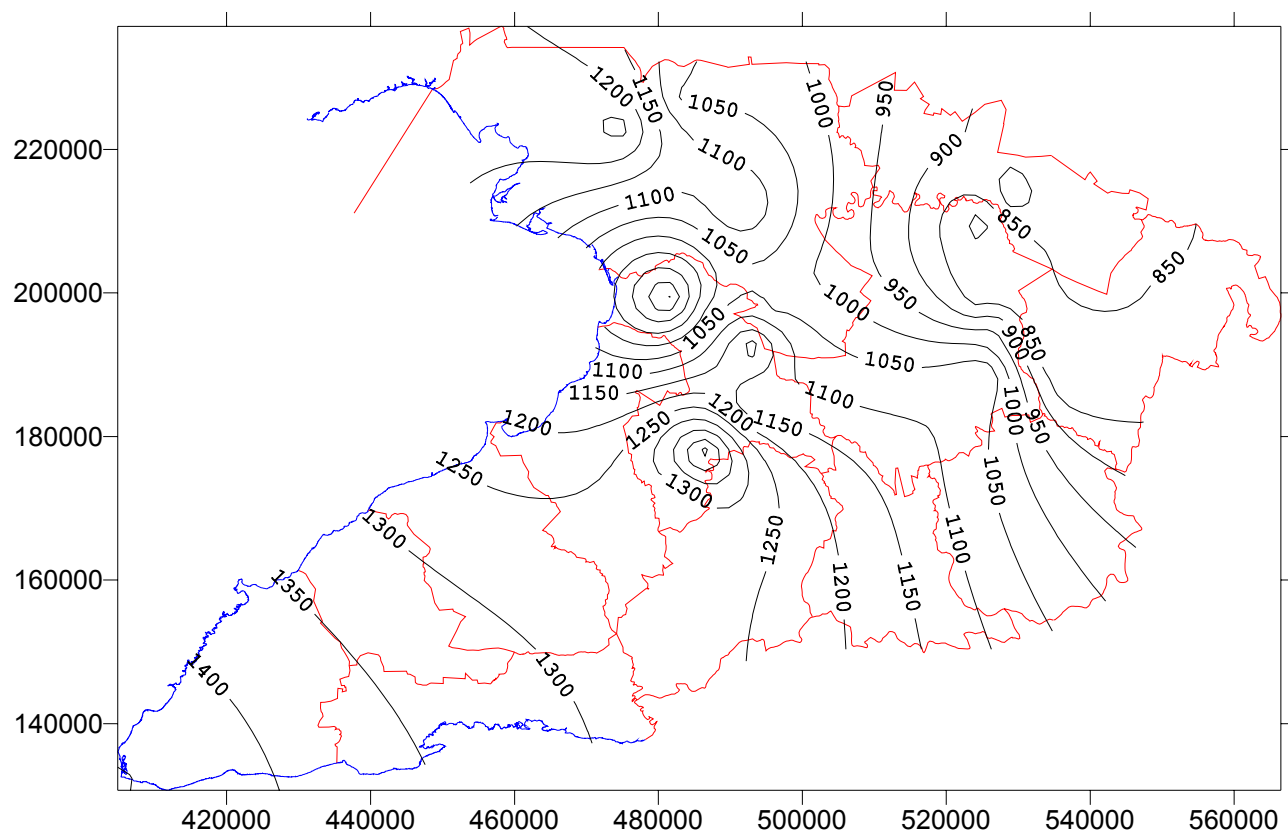
No.	Denominación
1 (1T)	<i>Centrosema híbrido</i> (CIAT-438) sin intercalar
2 (1A)	<i>Centrosema híbrido</i> (CIAT-438) con <i>Sorghum bicolor</i> Var. UDG-10
3 (1B)	<i>Centrosema híbrido</i> (CIAT-438) con <i>Helianthus annuus</i>
4 (1C)	<i>Centrosema híbrido</i> (CIAT-438) con <i>Zea mays</i>
5 (2T)	<i>Teramnus labialis</i> (Semilla Clara) sin intercalar
6 (2A)	<i>Teramnus labialis</i> (Semilla Clara) con <i>Sorghum bicolor</i> Var.UDG-10
7 (2B)	<i>Teramnus labialis</i> (Semilla Clara) con <i>Helianthus annuus</i>
8 (2C)	<i>Teramnus labialis</i> (Semilla Clara) con <i>Zea mays</i>
9 (3T)	<i>Neonotonia wightii</i> cv. Tinaroo sin intercalar
10 (3A)	<i>Neonotonia wightii</i> cv. Tinaroo con <i>Sorghum bicolor</i>
11 (3B)	<i>Neonotonia wightii</i> cv. Tinaroo con <i>Helianthus annuus</i>
12 (3C)	<i>Neonotonia wightii</i> cv. Tinaroo con <i>Zea mays</i>

Anexo 5a

Tabla 5a. Marco de siembra y dosis de semilla pura germinable (SPG) empleada por especie.

Especies	Distancias		Dosis SPG (Kg ha ⁻¹)
	Entre hileras (cm)	Entre plantas (cm)	
<i>C. híbrido</i> (CIAT-438)	80	Chorrillo	2.4
<i>T. labialis</i> (s. clara)	80	“	1.2
<i>N. wightii</i> cv.Tinaroo	80	“	1.4
<i>S. bicolor</i>	240	“	2.5
<i>H. annuus</i>	240	“	3.0
<i>Z mays</i>	240	35-40	4.0

Anexo A



Mapa 1. Isoyetas de precipitación en la Provincia Granma (mm anuales).