

UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"

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

***Fertilización orgánica mineral en la producción de semillas
de *Panicum maximum* Jacq. cv. Likoni***

Autor: Ing. Juan Francisco Ramírez Pedroso

Tutora: Dr. Arístides Pérez Vargas

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

Matanzas, 2002

Dedicatoria

A mi Abuela Ramona Rivero.

A mi esposa Viki y mis hijos Marlen del Carmen y Carlos Alberto.

A mis padres Raquel y Adalberto.

A mis hermanos Raquelita y Bertico.

Agradecimientos

A mis compañeros de la EEPF "Cascajal" por el paciente apoyo que me han brindado.

A todos (os que me dieron (a oportunidad de utilizar sus computadoras y su profesionalidad.

A las compañeras María (INIVIT) e Idania (IIPF) por su decisivo apoyo en los análisis bioestadísticos.

Al abnegado colectivo de profesores e investigadores de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", que día tras día han contribuido a mi formación profesional.

A mi tutor Aristides Pérez, por la esmerada y profunda labor en mi trabajo.

A Pedro, Vieito y Joan que con su sincero apoyo y trabajo Hicieron posible la marcha de estas investigaciones y sus resultados finales.

Resumen

Sobre un suelo Alítico de baja actividad arcillosa, amarillento de textura Loam - arenoso, elevada acidez y baja fertilidad natural, se estudió el comportamiento de la producción de semillas de *Panicum maximum* cv. Likoni durante tres años, los tratamientos fueron: testigo, 3.0 t/ha de humus de lombriz, 6.0 t/ha de humus de lombriz, 9.0 t/ha de humus de lombriz, 20.0 t/ha de estiércol vacuno, 40 t/ha de estiércol vacuno, 60 t/ha de estiércol vacuno y 180-50-75 kg/ha de NPK, los que fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con 4 réplicas.

Para ello se analizaron las variables siguientes: el rendimiento de semillas puras y puras germinables, el número de panículas, racimos por panículas, longitud de la panícula, peso de mil semillas, % de germinación y el rendimiento de materia seca. Se observaron la influencia que tuvieron los tratamientos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

El rendimiento de semillas puras y puras germinables fue superior con la aplicación de 9 t/ha de humus, 40 y 60 t/ha de estiércol vacuno y 180-50-75 kg/ha de NPK ($P \leq 0.05$) que el testigo y el resto de los tratamientos, sin encontrarse diferencia en el peso de mil semillas, el % de germinación y el rendimiento de materia seca ($P \leq 0.05$).

La relación de los componentes del rendimiento con el rendimiento de semillas puras, fueron relaciones significativas y positivas, entre el rendimiento de semillas puras, y los tallos generativos, el número de panículas, los racimos por panículas, longitud de la panícula, peso de mil semillas, así como el % de germinación ($P \leq 0.05$), con coeficientes de correlación más altos en (tallos generativos, número de panículas, peso de mil semillas, racimos por panículas y el % de germinación), los que sintieron el efecto diferente de los tratamientos.

Los análisis de suelos reflejan la influencia diferente que ejercieron los tratamientos ($P \leq 0.05$) sobre las propiedades físicas del suelo y el contenido de nutrientes (química). Donde los índices físicos, densidad real y aparente, fueron diferentes ($P \leq 0.05$), en el testigo, 3 t/ha de humus, 180-50-75/ha de NPK, para las profundidades de 0-10 y de 10-20 cm, la porosidad no presentó diferencias ($P \leq 0.05$), sin embargo la humedad natural, sintió el efecto diferente de 9 t/ha de humus, 40 y 60 t/ha de estiércol en el primer año, 9 t/ha de humus y 60 t/ha de estiércol para el segundo año, en ambas profundidades, y 9 t/ha de humus y 60 t/ha de estiércol en 0-10 cm de profundidad y 60 t/ha de estiércol para el tercer año, difiriendo ($P < 0.05$), del resto.

La influencia diferente de los tratamientos ($P \leq 0.05$) elevó los tenores de K, P y la MO durante el primer año, mientras que en el segundo y tercer año se incrementaban los valores de Ph, K, Ca, Mg y la MO, sobre todo las dosis de 6 y 9 t/ha de humus de lombriz, y 60 t/ha de estiércol vacuno, que causaron la diferencia encontrada.

Al promediar los resultados económicos de los tres años evaluados, las ganancias / ha fueron mayores donde se aplicaron los abonos orgánicos (9,0 t/ha de humus de lombriz) en un 44 y 61% más que el fertilizante químico y el testigo, así mismo el costo/kg de semilla cosechada se incrementó cuando se aplicaron estos, en un 30 y 65 % respectivamente.

Se concluyen que los abonos orgánicos causaron un efecto positivo sobre las propiedades físicas y químicas del suelo incrementándolos valores de P, K, Mg, Ca, la MO y el Ph, encontrándose los más altos rendimientos de semillas para las dosis de 9 t/ha de humus y 60 t/ha de estiércol vacuno, pudiéndose sustituir el fertilizante mineral aplicado por las dosis antes mencionadas; entre los componentes del rendimiento y el rendimiento de semillas puras existieron correlaciones positivas y significativas, para los tallos generativos, número de panículas, racimos por panículas, longitud de las panículas y el % de germinación. Es económicamente factible el uso de los abonos orgánicos para los sistemas de producción de semillas ya que incrementan las ganancias por ha y los fertilizantes químicos incrementaron los costos/kg de semilla cosechadas en un 30%. Se recomienda continuar estudiando éstos sistemas, para precisar en el tiempo el momento adecuado para volver a aplicar los abonos orgánicos, así como conocer la evolución del suelo en cuanto a su estado físico, químico y biológico, además aplicar la dosis de 9,0 t/ha de humus de lombriz y 60,0 t/ha de estiércol vacuno para la producción de estas semillas e incluir estas a las tecnologías descritas para este fin.

Tabla de contenido

Introducción	1
CAPÍTULO 1. Revisión bibliográfica.....	3
1.1 Características botánicas de la especie. <i>Panicum maximum</i>	3
1.2 Características botánicas de la especie. <i>Panicum maximum</i> cv. Likoni.....	3
1.2.1 Siembra y establecimiento.....	3
1.2.2 Plasticidad ecológica	4
1.2.3 Valor nutritivo	4
1.2.4 Rendimiento.....	4
1.2.5 Ensilaje y Henificación.....	5
1.3 Producción de semillas de la especie <i>Panicum maximum</i> cv. Likoni	5
1.3.1 Calidad de las semillas	7
1.4 Efecto de la fertilización mineral en gramíneas	8
1.4.1 Influencia de NPK, Ca, Mg y otros macroelementos en la producción de semillas en gramíneas	10
1.5 Aplicación de abonos orgánicos	13
1.5.1 Características de los abonos orgánicos.....	14
1.5.2 Efecto de los abonos orgánicos en el suelo y las plantas	15
1.6 Resultados de la fertilización mineral y orgánica en la producción de semillas	16
CAPITULO 2. Metodología Experimental.....	17
2.1 Clima y Suelo	17
2.2 Tratamientos utilizados	19
2.3 Procedimiento Experimental	19
2.4 Atenciones culturales	19
2.5 Cosecha de semillas	19
2.6 Mediciones realizadas.....	19
CAPITULO 3. Resultados.....	22
3.1 Correlaciones	26
3.2 Evaluación económica	29
Capítulo 4. Discusión.....	31
4.1 Rendimiento de semilla de guinea likoni.....	31
4.2 Rendimiento de materia seca	33
4.3 Correlaciones	33
4.4 Efecto sobre las propiedades físicas del suelo.....	34
4.5 Efecto sobre las propiedades químicas del suelo.....	34
4.6 Consideraciones económicas	35
Conclusiones	36
Recomendaciones	37
Bibliografía	38

Indice de tablas

Tabla 1. Consumo de fertilizantes por ha de tierras de labranza (kg de nutrientes/ha).	1
Tabla 2. Características químicas del suelo (profundidad 20 cm).	17
Tabla 3. Datos históricos usados en el climograma (1977 -2000).	17
Tabla 4. Datos Climáticos durante el período experimental.	18
Tabla 5. Composición química de los abonos orgánicos.	19
Tabla 6. Influencia de los tratamientos en el rendimiento, calidad y sus componentes (1998).	22
Tabla 7. Influencia de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo (1998).	22
Tabla 8. Influencia de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo (1998).	23
Tabla 9. Influencia de los tratamientos en el rendimiento, calidad y sus componentes (1999).	23
Tabla 10. Influencia de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo (1999).	24
Tabla 11. Influencia de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo (1999).	24
Tabla 12. Influencia de los tratamientos en el rendimiento, calidad y sus componentes (2000).	25
Tabla 13. Influencia de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo (2000).	25
Tabla 14. Influencia de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo (2000).	26
Tabla 15. Valoración económica de la producción de semillas para una hectárea aplicando 9,0 t/ha de humus de lombriz.	29
Tabla 16. Valoración económica de la producción de semillas para una hectárea aplicando fertilizantes químicos (NPK).	29
Tabla 17. Valoración económica de la producción de semillas para una hectárea, con el tratamiento testigo (sin aplicación).	30

Indice de figuras

Fig. 1. Climograma	17
Gráfico 2. Correlación entre los tallos generativos y el rendimiento de semillas puras.	26
Gráfico 3. Correlación entre el número de panículas y el rendimiento de semillas Duras.	27
Gráfico 4. Correlación entre los racimos por panículas y el rendimiento de semillas puras.	27
Gráfico 5. Correlación entre la longitud de la panícula y el rendimiento de semillas puras.	28
Gráfico 6. Correlación entre el peso de 1000 semillas y el rendimiento de semillas puras.	28
Gráfico 7. Correlación entre el % de germinación y el rendimiento de semillas puras.	29

Introducción

Dentro de los aspectos de mayor importancia en el desarrollo agropecuario de un país se encuentra la producción de semillas de especies y variedades de alta calidad para respaldar el desarrollo de los programas de producción, sobre todo en la ganadería, donde la utilización de semillas de calidad es un aspecto básico y esencial para ejecutar los programas de desarrollo de pastos, forrajes y granos para garantizar la aumentación de los animales y elevar los rendimientos en carne y leche.

El desarrollo de una industria semillera en las condiciones de los trópicos y subtrópicos es una necesidad y posibilidad constante, pero esta práctica aun no ha recibido toda la atención que requiere. Cuba no escapa de esta problemática, aunque entre los periodos de los años 60 y los 80 fue incrementando su producción semillera (González, Yolanda, Pérez y Matías, 1988) hasta alcanzar a finales de este ultimo decenio, cerca de mil toneladas por año a escala nacional, respaldando la siembra mediante semilla del 30 - 35 % del total sembrado anualmente de pastos y forrajes, estableciéndose las restantes áreas con material vegetativo. Cuba se encuentra dentro del grupo de países latinoamericanos con un desarrollo aceptables de las investigaciones en el campo de la producción de semillas y *Panicum maximum* Jacq. ha sido una de las especies de mayor importancia de las seleccionadas para este propósito Ferguson (1990), Febles. Ruiz, Crespo (1993). La semilla de esta especie constituyó el 71% de la producción anual en 1992, que fue de 80,7 t Anón (1992).

Con la caída del campo socialista y la desintegración de la Unión Soviética, con cuyos países Cuba tenía más del 85% de su comercio, unido a la continuación y recrudecimiento del bloqueo por parte de Estados Unidos, se produjo una situación económica muy difícil para todas las esferas, entre ellas la ganadería. Evidentemente la producción de semillas sufrió una gran depresión teniendo en cuenta que las tecnologías empleadas eran totalmente dependientes de insumos como fertilizantes, herbicidas maquinarias y otros-La fertilización ha constituido uno de los factores agrotécnicos más importantes para sostener e incrementar la producción de semillas de las forrajearas, sin embargo, la carencia de fertilizantes químicos, unido a la necesidad de conservar el medio ambiente, sugiere desarrollar sistemas agrícolas sostenibles que intensifiquen la producción. En Cuba durante 1985 la agricultura no cañera aplicó cerca de 1 000 000 de toneladas de fertilizantes minerales y el consumo de este insumo fue de 99.4 kg /ha de superficie agrícola, cifra mayor que la empleada en EE.UU. y México, pero a partir de 1990, su consumo disminuyó un 25-50% de la cantidad aplicada en condiciones normales de la economía en nuestro país (Muñiz, 1997).

La tendencia mundial en los últimos años ha sido la de reducir el uso de fertilizantes minerales, no solo por sus altos costos, sino también por los daños que provoca en la ecología, al potencial productivo de los suelos agrícolas, a la calidad de los alimentos y la salud del hombre (Hernández, 1998).

De igual manera se puede apreciar en el reporte de la FAO (1997) (tabla 1) como ha sido la dinámica de consumo de fertilizantes minerales en el mundo en las tierras de labranza, desde 1981 hasta 1997 atendiendo a la comprensión de esta problemática en el mundo.

Tabla 1. Consumo de fertilizantes por ha de tierras de labranza (kg de nutrientes/ha).

Zonas	1980/1981	1990/1991	1996/1997
Mundo	88	100	98
Países desarrollados	120	112	86
Economía en transición	104	104	33
Países en vías de desarrollo	57	89	107
América Latina y el Caribe	64	63	71
África del Norte	45	67	65
Sub-sahara África	8	10	9
Este y Sureste de Asia	121	179	238
Sureste de Asia	37	80	93
Continentes y otro grupo de regiones			
África	21	22	21
América Latina	61	59	71
Caribe	138	142	69
Oceanía	35	31	50
Australia y Nueva Zelandia	35	30	50

Hoy las tecnologías existentes precisan desviarse de las soluciones que exigen grandes insumos hacia soluciones basadas en gestión de recursos más especializados, sobre todo los países en desarrollo que necesitan aumentar la producción mediante la intensificación, en el caso de la alimentación de los rumiantes,

que dependen de los pastos fundamentalmente, se ve amenazada por la reducción y degradación de las tierras y los pastizales, estimándose que las prioridades en la investigación en la agricultura comprenden los procesos y técnicas de reciclaje de nutrientes, ordenación de los recursos naturales en el ambiente rural y los sistemas integrados de producción agrícola ganadera FAO (1993).

De ahí la importancia de buscar soluciones para la producción de semillas con bajos insumos, que no comprometan al medio ambiente, sobre todo teniendo en cuenta las limitaciones de los suelos ganaderos, de los cuales solo el 9 % no presentan problemas Funes (1996), ello a provocado la búsqueda de sistemas más amplios y factibles para lograr la producción de semillas, según las exigencias de uso y adaptación a las condiciones edáficas existentes, entre ellos los suelos ácidos que representan el 27 % de las ganaderas.

Dentro de los suelos con pérdida de la fertilidad se encuentran los del tipo Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado y los subtipos asociados (Academia de Ciencias de Cuba, 1979) afectados por sus características desfavorables, que pueden tener un impacto muy negativo en la producción de semillas de pastos, sobre todo en los momentos actuales en que la carencia de fertilizantes minerales impide corregir las deficiencias nutricionales de estos cultivos, Pérez, Matías, González y Alonso (1997). Por lo que cuando se cultiva en suelos degradados y de baja fertilidad requiere un suministro adecuado de nutrientes para aumentar su productividad, Lynd y Ansman, (1993).

Hoy nuestro país no dispone de los recursos necesarios para adquirir los fertilizantes minerales y sustentar las producciones de semillas, que hoy son deficitarias, pero si existen amplias posibilidades de obtener estiércol de diferentes especies, vacunos u ovinos, como subproductos de su ejecución, lo cual sirve de materia prima fundamentalmente para la producción de humus a través de la cría rústica de lombriz en vaquerías u otras áreas.

Es por ello que para alcanzar altos y estables niveles de producción de semillas de pastos y forrajes es imprescindible:

- ❖ Llevar al suelo un fertilizante o componente nutricional que brinde a las especies en producción los nutrimentos necesarios para expresar su potencial productivo.
- ❖ Incrementar la disponibilidad de los macro y micro elementos en las capas agroproductivas del suelo.
- ❖ Evitar la acidificación del suelo con la fertilización química.
- ❖ Incorporar al suelo el elemento humus como imprescindible para garantizar la estabilidad de la fertilidad del suelo y la mejora de sus características hidrofísicas.
- ❖ Brindarle al suelo niveles de materia orgánica, que le garantice una estabilidad, mejora e incremento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Hipótesis del trabajo

1. La acción de los abonos orgánicos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo produce un efecto residual que permite alcanzar altos rendimientos en la producción de semillas durante varias cosechas.
2. Los abonos orgánicos pueden sustituir total o parcialmente a los fertilizantes minerales, lo que resulta más económico para los sistemas de producción de semillas.

Objetivos

Teniendo en cuenta la imperiosa necesidad de alcanzar altas y estables producciones de semillas en suelos ácidos y de baja fertilidad, con la utilización de bajos insumos y alternativas que no comprometen el medio ambiente, nos proponemos alcanzar en este trabajo los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de los abonos orgánicos en las propiedades hidrofísicas y químicas del suelo y la producción de semillas en suelos ácidos y de baja fertilidad.
2. Sustituir total o parcialmente el uso de fertilizantes minerales, por los abonos orgánicos en la producción de semillas de acuerdo a su comportamiento en las condiciones edafoclimáticas dadas.
3. Valorar y determinar las dosis de abonos orgánicos más adecuadas en la producción de semillas de la especie *Panicum maximum* cv. Likoni en nuestras condiciones edafoclimáticas.
4. Evaluar los resultados económicos emanados del uso de los abonos orgánicos en la producción de semillas de la especie objeto de estudio.

CAPÍTULO 1. Revisión bibliográfica

1.1 Características botánicas de la especie. *Panicum maximum*

La tribu Panicea es la más amplia de las gramíneas representando casi una cuarta parte del número total de especies (24,7 %) y la especie *Panicum maximum* perteneciente a esta tribu se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical y subtropical del mundo.

La hierba guinea pertenece al orden *Glumiflorae* (Hno. León, 1946) por poseer tallos conspicuamente articulados con hojas alternas y mayormente envainadoras, flores dispuestas en una inflorescencia compuesta, con la presencia de glumas y frutos en cariósipide. Dentro de la familia de la gramínea se le sitúa en la subfamilia Panicoidea porque la desarticulación de las espiguillas es debajo de las glumas cayendo éstas enteras; las lemas son nervadas. La espiguilla de la guinea común es de 3,5 mm y en la guinea enana de 2,5 mm (Yepes, 1971). La primera gluma de la hierba guinea es un tercio de la espiguilla, la lema estéril es estaminada y la fértil arrugada, (Mesa, 1975) (Hno. León, 1946) describe esta planta como hierba de tallos erguidos, lígula de 4 a 6 mm, limbos escabrosos en los bordes, hojas planas de vainas ciliadas y panículas de 20 a 50 cm. La planta se presenta bajo la forma de plantones generalmente bien asentados; pueden alcanzar alturas variadas que van de 1 a 3 m (Degras y Doussinault, 1969) 0 hasta 4 m (Dudar, Yepes y Machado, 1973).

El enorme polimorfismo de esta especie se muestra con considerables variaciones tanto en el tamaño general de las hojas y los tallos, pubescencia y color, lo que hace difícil su descripción botánica específica.

1.2 Características botánicas de la especie. *Panicum maximum* cv. Likoni

La guinea Likoni crece formando un césped tupido por el gran número de hijos (200-300) que presenta en su macolla y su alta producción de hojas. Es una gramínea perenne, erecta y macollosa, sus tallos son redondos y ligeramente comprimidos de entrenudos largos (15-17 cm).

La vaina y el limbo son glabrescentes y se presentan algunos pelos en la base de éste último. Las panículas de orden primario o secundario miden de 30 a 40 cm con 5 ó 7 verticilos basales cuyo diámetro es alrededor de 25 cm.

Su altura vegetativa y reproductiva (sexual) varía de acuerdo a la época y al manejo. En condiciones de secano y sin fertilización la altura vegetativa en el período seco fluctúa entre 32 y 50 cm. con mínimas de 24 cm y máximas de 60 cm; mientras que el período lluvioso varía de 54 a 92 cm con un mínimo y máximo de 40 y 140 cm respectivamente. Sin embargo, la altura reproductiva oscila en la seca entre 70 y 125 cm y en lluvia de 110 a 180 cm. En condiciones de riego y fertilización la altura vegetativa está alrededor de los 120 cm y la reproductiva entre 190 y 200 cm en seca (Hernández y Cáceres, 1983).

Este cultivar presenta la reproducción a través de la apomixis facultativa; es neutro al fotoperíodo y puede florecer todo el año (Warmke, 1954) en Puerto Rico encontró alta apomixis y seudogamia en tres variedades de *Panicum maximum*, con solo del 1 al 5 % de reproducción sexual, valores muchos más altos reportó Javier (1970) en Filipinas el que estudiando seis variedades obtuvo un rango de sexualidad de 22-53 %. La reproducción sexual aparece más en *Panicum coloratum* que en *Panicum maximum*.

1.2.1 Siembra y establecimiento

Esta especie se caracteriza por reproducirse por semilla botánica, facilitando enormemente su propagación y mecanización, con el consiguiente ahorro de recursos y mano de obra para la siembra,

Corbea y Martínez (1981) utilizando semilla botánica, obtuvieron un buen establecimiento en la guinea Likoni, a los 120 días, confirmando además la posibilidad que tiene la misma de reproducirse por ésta vía; cuando se siembra en surco + rodillo con una densidad de 4 kg de semilla/ha con 9% de germinación (0,36 kg de SPG) asegurando además que donde no existan posibilidades de sembrar en hilera puede realizarse la siembra a voleo, con una densidad de siembra tres veces mayor (12 kg/ha). La mejor distancia entre hileras ha resultado ser la de 100 cm (Sarrocá, y Concepción, Olga, 1979); Corbea (1982),

El momento de aplicar los fertilizantes y su influencia en el establecimiento es una cuestión discutida; algunos autores plantean que debe hacerse en el momento de la siembra y otros que debe aplicarse después que las plantas hayan alcanzado cierto grado de desarrollo. En un trabajo conducido sobre suelo rojo se observó que la fertilización en el momento de la siembra no mejoró el establecimiento del cv. Likoni, encontrándose los mejores resultados, tanto en área cubierta por el pasto como en el rendimiento, cuando los nutrientes se aplican entre los 55 y 70 días a partir de la siembra (Corbea, 1982).

De los resultados obtenidos por (Sarroca, Herrera, Polunin y Concepción, 1980) se puede Inferir que la producción de semilla pesada más la ligera puede ser mayor que 400 kg/ha/año y puede lograrse un buen establecimiento en esta especie en 4-5 meses con siembras a voleo o en línea para dosis de 4-6 kg/ha de semilla total, sugiriendo además (as siembras a 100 cm en campos típicos de producción de semillas.

1.2.2 Plasticidad ecológica

Este cultivar de la especie *Panicum maximum* Jacq es oriunda de Kenya, continente Africano; pero fue introducida en Cuba desde la isla Guadalupe en 1971 por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", adaptándose con gran facilidad a las diversas condiciones edafoclimáticas en Cuba. Se establece en suelos arcillosos, pesados, ligeros, alcalinos y arenosos, aunque su vigor en éstos últimos se ve marcadamente afectados. Sin embargo su comportamiento es superior en suelos bien drenados, de mediana o alta fertilidad: presenta tolerancia a la sequía, es muy resistente a la quema y extremadamente tolerante a la sombra, Funes, Yañez, Zambrana, (1998).'

También ha sido evaluada la hierba guinea Likoni en su desarrollo sobre suelos sabanosos típicos de la región de Cascajal, los cuales son moderadamente ácidos. Aquí se determinó que éste pasto alcanzó mayor rendimiento y altura, al compararlo con el resto de los pastos evaluados Hernández, Machado y Gómez, (1981) esto nos demuestra la plasticidad de este pasto.

Su producción se reduce a causa de la baja temperatura (aunque en menor grado que la pangola), adaptándose a altitud desde nivel del mar hasta 2000 m, Funes y Monzote (1975).

Al evaluar una población de 240 accesiones de guinea (*Panicum maximum*, Jacq) para suelos ácidos, Seguí y Mendoza, (1999), los caracteres del vigor de la planta, hojiosidad, asequibilidad de sus hojas, intensidad de floración y altura vegetativa, se concluyó que la guinea Likoni mostró una adecuada adaptación a las condiciones edáficas estudiadas, presentando una alta potencialidad para producir biomasa verde, así como una adecuada estructura foliar que puede favorecer la alimentación animal

1.2.3 Valor nutritivo

En Guadalupe al determinar el valor nutritivo de la guinea Likoni (Xandé, 1978) reportó valores de 6-8% en Pb, 40,9-44,4 g/kg $P^{0.75}$ en consumo de MS y 60,1-60,9 en la digestibilidad de la MO cuando se evaluó el forraje de 42 días de rebrote y fertilización de 400 kg N/ha/año; así mismo para determinar el efecto de la edad (Xandé, 1979) encontró valores de 12,7; 7,3 y 6,7 % para Pb; 67,3; 59,3 y 59,0 % para la digestibilidad de la MO y 55,4; 51,5 y 38,9 g/MS/kg $P^{0.75}$ para el consumo a las edades de 28; 42 y 56 días de rebrote respectivamente y fertilización de 400 kg N/ha/año.

En las determinaciones del valor nutritivo realizadas con carneros en la E.E.P.F. "Indio Hatuey" (García-Trujillo y Cáceres. 1982) a la guinea Likoni en diferentes épocas, edades y fertilización, se ha encontrado que los valores de EM han variado de 1,80-2,20 Mcal/kg MS; la Pb de 46,9-110,0 kg MS; la Pb de 17,8-82,3 g/kg MS y el consumo de 47.8-67,1 g MS/kg $P^{0.75}$ sin afectaciones considerables sobre la energía por la época y nivel de fertilización, pero sí sobre los valores proteicos y el consumo, encontrándose que en sentido general la edad es la que más afecta todos los parámetros del valor nutritivo aunque existe una tendencia presentarse mejores valores en la época de seca.

1.2.4 Rendimiento

La guinea Likoni se ha evaluado en diferentes condiciones edafoclimáticas para conocer su comportamiento en la producción de materia seca. Al evaluarse en los suelos rojos de la EEPF "Indio Hatuey", conjuntamente con 25 cultivares de varias especies, la Likoni superó en rendimiento a la guinea común, a la SIH-127, y la peluda, sin diferir de los cvs. Uganda y Makueni, K- 6462 (Gerardo y Oliva, 1979). Esta se evaluó en las mismas condiciones, pero en secano donde obtuvo un rendimiento aceptable de (10,87 TMS/ha/año), También Oliva, Machado, Lorenzo y Ortiz (1979) reportaron a la guinea Likoni como uno de los pastos que más rindió (20,9 T/ha/año). Así mismo en un suelo calizo, humificado se evaluaron diferentes cultivares de gramíneas (Hernández, Hernández y Gómez, 1980) en condiciones de secano y se obtuvieron los más altos rendimientos de guinea Likoni dado según los autores a su alto porcentaje de hojas y su persistencia.

Al evaluar sus rendimientos de MS, en los suelos sabanosos típicos de la región de Cascajal, los cuales son moderadamente ácidos, de baja fertilidad natural, éste pasto alcanzó mayor rendimiento y altura que el resto de los pastos evaluados (Hernández, Machado y Gómez, 1981). Superó también a las guineas seleccionadas (SIH-127) y comunes o naturalizadas cuando se evaluaron en un suelo pardo tropical de la agrupación genética de Matanzas en secano, mostrando bajo estas condiciones un potencial de producción de (20.4 t MS/ha)

solamente alcanzada por otros cultivares de ésta especie, cuando se han utilizado altas dosis de fertilizante nitrogenado.

Su rendimiento en un suelo Ferralítico-Cuarcítico de la Empresa Pecuaria San Cristóbal de Pinar del Río fue de 18.4 T MS/año con la aplicación de 240 kg N/ha/año en condiciones de secano.

1.2.5 Ensilaje y Henificación

La guinea Likoni en los ensilares fabricados con 42 días de rebrote y 2% de melaza se reportaron valores de Pb de 5,0-6,9%, digestibilidad de MO de 52,5 a 56,5 % y consumo de 43,9 g MS/Kg P^{0.75} y la edad de 56 días sin melaza, se encontró valores de 1,7-2,3% Pb, 51,3-52,6% de digestibilidad de MO y 35,0-36,3 g MS/kg P^{0.75} en el consumo (Xandé, 1978).

Ojeda, Fernández y Cañizares (1980) al estudiar los parámetros bioquímicos de la Likoni ensilada a 4, 6 y 8 semanas de rebrote y 0,4 y 8 % de melaza, encontraron que la producción de ácido láctico fue favorecido en aquellos tratamientos donde se utilizó miel final, disminuyendo el acético y butírico, comprobándose que se pueden obtener buenos ensilajes sin el uso de la miel siempre que el rebrote no sea superior a las 6 semanas de edad-

Al henificar la guinea Likoni, fertilizada con 60 kg N/ha/corte y edad de rebrote de 6 semanas, para estudiar el efecto de suministrarla entera o picada (3-4 cm) sobre el valor nutritivo determinado en carneros se pudo conocer que la composición y la digestibilidad de los nutrientes fue similar con tendencia a ser más alta cuando se ofreció entero, obteniéndose un beneficio neto en el consumo debido que al trocearlo se pierden hojas.

Para estudiar la curva de desecación al sol de la hierba guinea Likoni con edad de rebrote de 9 meses y fertilización de 60 kg N/ha/corte se encontró que de un 30% de MS al momento del corte, pasó a más del 80% del tercer día de exposición en el campo, sin encontrarse reducciones en el contenido de humedad en días posteriores considerándose que en 2-3 días estaba completamente terminado del proceso de henificación. Lo que nos dice que se debe henificar a edades de rebrote de alrededor de 6-7 semanas para obtener henos de buena calidad.

1.3 Producción de semillas de la especie *Panicum maximum* cv. Likoni

Este cultivar florece todo el año, pero la mayor producción de semilla se obtiene en Marzo -Abril, Junio-Julio y Septiembre-Octubre, aunque la calidad de la misma resulta superior en los meses de Marzo-Abril, Septiembre-Octubre. El cultivar Likoni se destaca por producir más semilla que el resto de los cultivares de *Panicum maximum*, llegando a obtenerse hasta 737 kg de semilla total /ha/año, en trabajos realizados por Bilbao et al (1980). También Funes, Yañez y Zambrana (1998) se refieren a que la producción media a esperar en el cv. Likoni es entre 150 - 280 kg/ha/año y en común 65 - 200 kg sobre la base de semilla total en las actuales condiciones. Según Anón (1983), los rendimientos anuales no deberán ser menores de 200 - 250 kg/ha de semilla; Simo y de la Paz, (1978) evaluando 25 clones, encontraron 3 patrones principales de floración de acuerdo con las fechas picos de producción de panojas:

1. Dos picos intensos, Abril-Mayo y Agosto-Septiembre (cvs Uganda y Likoni)
2. Tres picos de moderada intensidad, Marzo, Junio-Julio y Octubre (Makueni).
3. Con picos pequeños en las mismas fechas que el anterior (guineas comunes).

Padilla et al, (1982), plantea que los bancos de semillas deben sembrarse de 0,60 m-1,00 m entre surcos; sobre esto Funes, Yañez y Zambrana (1998) recomiendan efectuar las siembras a una distancia de 0,75-1.20 m según las condiciones del lugar. Al estudiar este particular para los bancos de semillas de esta cultivar, Cobeá, (1982) concluye que la mejor distancia de siembra entre hileras a resultado ser la de 1,00 m. Así mismo Anón (1983) indica que para ese objetivo debe sembrarse en hileras de 0,80-1,00 m de distancia.

Para la producción de semillas en esta especie Pérez, Matías y González, (1995) indican sembrar a una distancia entre l y 1,50 m con densidades entre 0,4 y 0,5 kg de SPG/ha o entre 4 y 6 kg de semilla total/ ha, que posea buena calidad, donde la profundidad no debe ser superior a los 3 cm; la cual puede realizarse de forma manual o con máquina Saxonia o similar. Se pueden efectuar 6 cosechas, pero si no se aplica riego se obtienen de 3 a 4. En fincas de semillas pueden alcanzarse hasta 300 - 400 kg de semilla/ha con un buen manejo, por lo cual debe cosecharse la semilla y cortarse para forraje con un intervalo de 60 días aproximadamente.

La cosecha se efectuará aproximadamente a los 20 días de la aparición de la antesis y cuando el campo tenga alrededor del 70% de sus panículas abiertas y las semillas pasen de color verde al pardo amarillo o color canela.

Acerca de esto Funes, Yañez y Zambrana (1998) señalan que el momento óptimo para recoger la s semillas de ésta especie es entre los 18 y 26 días después de la antesis, cuando se haya caído o desgranado el 30% de

las semillas; y el tiempo que media entre éste momento y el desgrane total es de sólo 7 días aproximadamente, al madurar las semillas estas cambian de color verde por pardo amarillento.

La producción de semillas se puede ver afectada por una mayor densidad de población donde se produce el efecto negativo al existir una marcada competencia por el agua, los nutrientes y la luz. En este sentido Febles et al (1980) informó que las poblaciones más altas de plantas por hectárea se corresponden con una menor producción de semillas, por lo que es posible considerar que el follaje compacto puede perjudicar significativamente la producción de semillas. Febles (1981) señaló que el espaciamiento y las densidades que se emplean tienen un especial significado en los cultivos destinados a semillas y cuando se utilizan bajas densidades y un espaciamiento apropiado se puede asegurar suficiente luz para los tallos de manera que no limite el desarrollo. Un factor que puede influir en los bajos rendimientos de semillas son las escasas precipitaciones en el período reproductivo, la importancia de éste componente del clima para la producción de semilla fue señalada por Loch (1988), Matías y Ritt, (1988) y Matías, (1995).

Cuando estudiaron la influencia de la altura de corte en la producción de semillas de *Panicum maximum* cv Likoni Pérez et al (1990) recomendaron cortar este pasto a 15 y 20 cm, al obtener 159 y 153 kg/ha/año respectivamente para semilla pura; 653 y 749 kg/ha/año para la semilla total.

Esta especie es considerada en Cuba como la planta pratense de mayor importancia (Hernández y García-Trujillo, 1978) citado por Delgado et al, (1990), por sus altos rendimientos de materia seca, que están entre los mayores de las gramíneas tropicales. Sin embargo, la producción de semillas para su extensión se ve considerablemente afectada por la presencia de hongos que produce su destrucción (*Tilletia ayresii*, Berkeley) o afectan su germinación (*Cerebella andropogonis*, Cesati), Delgado y Alonso, (1995).

La agresividad de *Tilletia ayresii*. *Cerebella andropogonis* fue alta en esta especie, además se determinó la existencia de *Chirotrips cassus*, que afectó los flósculos capaces de formar cariopside, e iniciándose los daños con la emergencia de la panícula, en tanto que los hongos relacionados al almacenamiento fueron *Curvularia sp*, *Fusarium sp*, y *Helminthosporium sp.*, (Pérez, Matías, González y Alonso, 1997).

Machado, Seguí, Tamayo y de la Paz (1984) al estudiar la variación genética del potencial de producción de semillas para un grupo de 25 cultivares *Panicum maximum*, recomendaron la cosecha óptima entre los 15 y 20 días después del inicio de la floración y consideraron que la mayoría de las panículas estaban entre los 15, 20 y 25 días de emergida la hoja bandera.

En cuanto a los resultados obtenidos por González y Torrientes (1989) en el estudio de la fase de desarrollo de panículas de guinea cv. Likoni y su efecto en la producción y calidad de las semillas, recomiendan que para efectuar la cosecha es necesario observar el desarrollo fonológico de las panículas y se recomienda realizarlo en la fase de desarrollo del 50 al 60 % de desgrane, presentando las mejores características en las cosechas de Marzo-Abril y julio-agosto, a los 15 y 23 días de (a aparición masiva de la hoja bandera respectivamente. Sin embargo en la cosecha de Octubre a Noviembre sugiere que se efectúe en la fase de desarrollo inicio del desgrane, a los 13 días de la aparición masiva de la hoja bandera.

Sobre la influencia de diferentes labores agrotécnicas de rejuvenecimiento en la producción de semillas en la hierba guinea cv. Likoni, Pérez, Matías y Isabel Reyes (1989) recomiendan que en la última cosecha del segundo año de explotación del campo de semilla o cuando ya los rendimientos sean muy bajos, cortar el área para forraje y rehabilitar cuando las condiciones del clima sean favorables (inicio de las lluvias) con arado + grada + cultivador para continuar su explotación y de esta forma obtener rendimientos de semilla total de 878 kg/ha/año y de semilla pura de 139 kg/ha/año en este cultivar.

Sobre los factores que afectan el rendimiento de semillas en gramíneas tropicales CIAT (1978), se refieren a el bajo número de inflorescencia (espigas) y bajo peso de las espiguillas por inflorescencia (bajo índice de cosecha) y baja eficiencia de las espiguillas e inflorescencias disponibles, demostrando que se pueden alcanzar en términos generales mayores rendimientos de SPV cuando el desgrane de las espiguillas es de un 30 %.

Trabajos realizados en Filipinas por Purcell (1975) con 4 variedades de *Panicum maximum* indican que el máximo rendimiento de semillas se obtiene cuando han caído del 40 al 60 % de los flósculos, alrededor de los 14 días después de la emergencia de las panículas, donde recomienda el secado de las mismas a la sombra, recién cosechadas ya sea a mano o con máquina. Se refiere además que la semilla de guinea tiene muy baja germinación dentro de los 6 primeros meses después de cosechada (6 %). El porcentaje de germinación aumenta después de los 6 meses hasta alcanzar del 20 al 25 % alrededor del séptimo u octavo mes y este comienza a decrecer significativamente después de los 18 meses. Esta puede presentar del t2 al 25 % de germinación una vez cosechada, madura y almacenada el tiempo suficiente para que ocurra la ruptura de la dormancia o falencia de la misma.

La experiencia de Boonman (1979) en la producción de semillas de pastos tropicales en Kenia lo condujo afirmar, que la siembra para la producción de semillas se haría en surcos de 90 cm, que es ancho normal para los implementos utilizados en el cultivo del maíz, pero sería preferible en surcos de 30 a 60 cm, además planteó que las gramíneas tropicales tienen un bajo índice de cosecha (relación del rendimiento de semilla y el

rendimiento total de MS del pasto en el momento de la cosecha de semilla, estos rara vez tienen más de 350 espigas / m².

Un ensayo de la pureza y viabilidad de la semilla caída es de escaso valor ningún valor Boonman (1979).

Como la guinea florece independientemente de la longitud de día, el manejo como el corte, la densidad y el fertilizante, puede dirigirse a promover el rendimiento de semillas (Chen, Aminah y Khainiddin, 1995).

La producción de semilla total desciende linealmente con el tiempo de explotación, no así la semilla pesada que resulta superior en el primer año sin diferir significativamente el segundo y el tercero (Matías, Pérez y Rao.1983).

Como manejo Matías y Sánchez (1984) y Pérez, Matías y Navarro (1989) sugieren cosechar la Likoni cada vez que produzca semilla, cortando y fertilizando inmediatamente el primer año y en los momentos pico el segundo año, efectuando cortes cada 60 días para obtener mayor cantidad de semillas, así como garantizar un buen rendimiento de forraje.

El fertilizante debe aplicarse en el momento que se realiza el corte para producir semilla, pero no se recomienda aplicar fertilizante durante la seca ya que esto podría conducir a la producción de hijos vegetativos (Padilla y Febles, 1980) y no reproductivos, necesarios para la producción de semillas.

El número de panículas fue inferior al no aplicar fertilizantes, la producción de semilla ascendió de 20/kg/ha/año a 100 kg/ha/año al aplicar nitrógeno (Febles, Ruiz, Guisado, Aguilar, 1986); Mecelis y Olivera (1986) señalan que la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto positivo y significativo en la producción de materia seca, número de vástagos/m², número de vástagos fértiles/m², número de ramificaciones por inflorescencia, producción de semillas puras y germinables.

En el trabajo donde se estudió la variación genética del potencial de producción de semillas, y el momento óptimo de cosecha (Machado, Seguí, Tamayo y de la Paz, 1984) afirman que no se debe cesar en la búsqueda de la variabilidad genética para la mejora de la producción de semillas, ya que las variedades de pastos con una cantidad de semillas de calidad producidas en un período de tiempo seguirán siendo el objetivo de cualquier mejorador de éste carácter: al obtener que la mejor época de cosecha resultó Marzo-Mayo (28% de germinación y 73,9 semillas germinables por panojas como promedio de los cultivares que florecen en la época), le siguió Octubre-Noviembre (10-13% de germinación y 40,7 semillas germinables por panoja); Junio - Julio presentó las semillas de menor calidad (7-8% de germinación y 22 semillas germinables por panojas). El momento óptimo de cosecha se produjo entre los 15 y 20 días después de la emergencia de la panoja.

También, (Sarroca, Herrera, Polunin y Concepción, 1980) al estudiar el establecimiento y producción de semillas en esta especie, concluyen que la siembra a 100 cm incrementa la producción de semillas /ha en un 51% (141,8 kg/ha); encontrando la mayor cantidad de tallos fértiles en Octubre-Abril, produciéndose mayor cantidad de semillas total en Octubre con (194,7 kg/ha) y de semillas fértiles de 29 kg/ha, estos autores señalan además que la semilla de este cultivar puede almacenarse en frío hasta los 14 meses y en condiciones ambientales hasta los 8 meses sin afectar su viabilidad, cuando comprobaron que las mejores germinaciones para la cosecha de Abril se hallaron entre los 4 y 6 meses de almacenamiento, tanto al ambiente como fue, en la cosecha de Octubre la germinación disminuyó después de los 8 meses cámaras frías las cuales conservaron buena germinación, (10% hasta los 14 meses).

1.3.1 Calidad de las semillas

Un factor que afecta la germinación de las semillas es el período de latencia o dormancia que las mantiene en reposo bioquímico y que es necesario eliminar antes de la siembra. (González y Torriente 1984) al estudiar el efecto del KNO₃ en la ruptura de la dormancia de semillas de guinea cv Likoni almacenadas al frío, concluyen que estas semillas almacenadas en cámaras frías pueden incrementar su germinación a los tres meses, si son tratadas con 0,2 o 0,4 % de KNÜ3, lo que puede ser ventajoso cuando se desee sembrar poco tiempo después de estar almacenadas, además no se recomiendan hacer aplicaciones de KNO₃ posteriores a los tres meses, debido al incremento de las semillas podridas.

El período de latencia reportado para la hierba guinea (Motta, 1953) se manifiesta también en el cv Likoni, por lo que se han realizado algunos trabajos con vista a incrementar su germinación. En este sentido Bilbao, Pérez y Matías (1980) recomiendan secar las semillas en condiciones controladas con temperaturas de 37°C y 56 % de humedad durante 6-10 días, lográndose un incremento del 6% de la germinación; además almacenarlas en frío, manteniéndose en un período de 3-15 meses sin pérdida de la germinación y al ambiente por espacio no mayor de 6 meses en un lugar seco y ventilado.

Sobre la germinación, latencia y longevidad de semillas de *Panicum maximum* en almacenamiento Harty, Hopkinson, English y Alder (1991) de los cultivares Makueni, Gatton y Petrie green panic, obtuvieron que desapareció en gran parte entre los 50 y 300 días después del almacenamiento con el humedecimiento con H₂O y con KNO₃ 0,2 % el cual rompió la latencia parcialmente y produjo el máximo de germinación a los 100 días.

Acerca de la influencia sobre la germinación, la viabilidad, la calidad y otras características fisiológicas en la semilla, cuando estas reciben una nutrición mineral previa a la siembra, Febles et al, (1980) determinaron poco efecto sobre la germinación producida en la guinea debido a las fertilizaciones nitrogenadas, fosfóricas y con potasio durante el primer año.

Yañez y Funes (1989) concluyen, que si no hay condiciones de frigorífico para almacenar las semillas, esto puede hacerse a temperatura ambiente bajo condiciones de buena ventilación, así se obtiene la ruptura de la latencia y se consigue una última germinación entre los 5 y 8 meses, a partir de ese momento las semillas comienzan a perder calidad y no resisten más de 12 meses de almacenamiento. No obstante bajo condiciones de frío (8 -10 °C) y 60% de humedad relativa, la semilla puede mantener su calidad entre los 4 y 14 meses. Sobre esto Pérez, Matías y González (1995) sugieren que el almacenamiento al ambiente debe ser en un lugar fresco y por un periodo no superior a los 7 meses, esta semilla almacenada en frigorífico puede perdurar hasta los 18 meses.

1.4 Efecto de la fertilización mineral en gramíneas

Es importante tener en cuenta el estado de la fertilidad del suelo para producir semillas, puesto que para estos fines debemos contar con plantas bien nutridas. Tradicionalmente nos acostumbramos a buscar conocimientos actuales sabemos que contamos con alternativas favorables a través de las prácticas orgánicas y el manejo agroecológico del suelo. Este tipo de manejo no implica eliminar totalmente el uso de fertilizantes químicos, pues se acepta que los menos solubles como el fósforo y en cierto grado el potasio no agreden al medio, como lo hace en mucho mayor grado el nitrógeno que es contaminante de suelos y agua. La fertilización en gramíneas se hará en dependencia del cultivo que se trate, así como el estado físico y químico del suelo, si es necesario se puede aplicar como dosis media general de 40-50 kg de P_2O_5 y 50-60 kg de K_2O /ha/año aplicándose en el momento de la siembra. La nutrición nitrogenada debe basarse en mayor medida en la rotación de cultivos mejoradores de suelos, abonos verdes, arroyo o mulch, así como la aplicación de abonos orgánicos como estiércol (20-30 t/ha cada 3 años) y humus de lombriz de 3-7 t/ha/año, Funes, Yañez y Zambrana (1998).

Según Berroterán (1989) la ausencia de respuesta en *Andropogon gayanus* a la fertilización se debe a su eficiente utilización del nitrógeno nativo y a la absorción del potasio por el complejo catiónico radical, lo cual unido a sus bajos requerimientos nutricionales y su bajo nivel crítico es suficiente los nutrimentos encontrados en ese suelo para satisfacer las necesidades de esta gramínea, lo cual está en concordancia por lo informado por Mesa, Hernández, Reyes y Ávila (1988). Con los resultados obtenidos por Arreciría (1982) citado por Corbea y Fernández (1983) se pone de manifiesto la ventaja de fertilizar en la fase de establecimiento, con mejores resultados en el caso de la guinea Likoni cuando la fertilización se realiza entre los 55 o 70 días después de la siembra con fórmula completa. Se reporta que la especie *Panicum maximum* responde positivamente a la aplicación de nitrógeno (Vicente-Chanler, Siva y Figarella, 1959; Oakes, 1966, Crespo, 1976). Sin embargo en la Likoni se ha estudiado poco este aspecto, reportándose por Remy y Martínez (1979) que ésta resultó ser la más destacada con un rendimiento de 15,4 T/ha/año cuando se aplicaron 400 kg N/ha/año y se comparó con los cvs. Común de Australia, común de "Indio Hatuey", Makueni y SIH-127 en suelos rojos de la EEPF "Indio Hatuey".

En estudios realizados en nuestro país, la aplicación de fósforo más de dos veces al año no ha tenido los beneficios sobre la producción de pastos y hay evidencias que las mayores respuestas se obtienen cuando se aplica durante la siembra y localizado, ya que posteriormente no es necesario en un período largo de tiempo sobre todo en los suelos que tienen un poder alto de fijación de este elemento, Hernández y Cáceres (1983). Al evaluar el efecto de la fertilización mineral con diferentes combinaciones de N, K con P_2O_5 Hernández, Vantour y Cárdenas (1989) encontraron que al aplicar nitrógeno se obtuvo un rendimiento considerablemente más alto y cuando conjuntamente con éste se aplicó potasio el mismo aumentó significativamente, incrementándose el rendimiento en la guinea Likoni durante los tres años de evaluación, demostrándose además que a partir del segundo año era necesario aplicar potasio. La mayor producción (33.6 t de MS/ha) en el primer año se logró con la combinación NK + P (75 kg de P_2O_5). Sobre este también Borlaug y Dowsell (1994) se refirieron a la importancia de los fertilizantes inorgánicos para elevar la producción de alimentos en la actualidad, entre los que se destaca el nitrógeno, por ser el nutrimento que las plantas requieren en una mayor cantidad, el cual es inmovilizado en forma de proteínas, ácidos nucleicos y otros complejos orgánicos (Pérez y Roídos, 1994).

Otros autores han afirmado que el nitrógeno es un elemento determinante en los más importantes procesos vegetales y el rendimiento de los cultivos (Beg; Boote, Jones, Bennett, Handon y Sartain, 1994, Osaki, 1994).

Uno de los nutrimentos que más influye en la fertilidad de los suelos es el fósforo. Además, éste ejerce un efecto moderado sobre el rendimiento de los pastos (Kick, Grosze-Bracuckmann y Rid, 1980) y se encuentra generalmente en mínimas concentraciones y/o fijado a la parte coloidal del suelo. Sin embargo en los suelos ferralíticos amarillentos y húmicos carbonáticos los contenidos de 7,83 y 2,31 mg/100g respectivamente parecen

ser adecuados. Resultados similares obtuvo Hernández (1986) cuando cosechó guinea en un suelo Ferralítico Rojo con un contenido de fósforo de 2,28 mg/100 g.

Los niveles críticos de potasio varían en gramíneas tropicales desde 2,15 hasta 2,60 mg/100g, según los estudios realizados por González y Torriente, (1982).

Al estudiar la fertilización P + Zn en *Panicum maximum* cv Likoni sobre un suelo Ferralítico Rojo, Hernández y Cárdenas (1990a) arribaron a la conclusión que no es necesario aplicar fósforo al menos durante los dos primeros años de explotación del pasto. La aplicación de Zn no tuvo ningún efecto en la respuesta al fertilizante fosfórico en éste tipo de suelo por lo que no se recomienda su utilización.

Durante 6 años fue estudiado el efecto residual del fertilizante fosfórico aplicado a la guinea Likoni por Hernández y Cárdenas (1990b) donde consideraron que debe aplicarse una fertilización de mantenimiento cada 5-6 años (no mayor de 200 kg. P_2O_5 /ha), ya que los rendimientos afectados por la disminución de las precipitaciones en esos años o por la senectud del pasto, no se descarta la idea de que pueda deberse a un desequilibrio entre el nitrógeno, fósforo y el potasio.

Se ha encontrado (Younge y Plucknett. 1965) que a pesar de la sorción y fijación de los fosfatos en el suelo, se puede lograr un sustancial efecto residual durante algunos años con aplicaciones masivas de fertilizantes fosfóricos. En este sentido, Lynch y Davies (1964) encontraron que el fertilizante aplicado en años anteriores mantuvo en el suelo suficiente reserva de fósforo para sostener la producción de los pastos durante 3-4 años, sin necesidad de aplicaciones adicionales. En estudios realizados por Mesa (1983) sobre los niveles críticos del fósforo en la guinea Likoni encontró que estaba en el orden del 0,19%. Grof (1969) determino poco efecto sobre la germinación producido en Paraná debido a las fertilizaciones nitrogenadas y fosfóricas, así Cameron y Mullaly (1969) tampoco detectaron aumento apreciables en la germinación de la semilla de Buffel fertilizadas con 0,76, 150 y 300 kg N/ha/año con y sin irrigación; la mayoría de los tratamientos no tuvieron germinación superior al 12%.

Sin embargo a veces es difícil predecir el efecto de altas dosis de nitrógeno en la calidad de la semilla; Boonman (1972) encontró una relación negativa en *Setaria anceps* y *Chloris gayana*., cuando se aplicaron dosis crecientes de nitrógeno en estas especies. Chadhokar y Humphreys (1973) notaron que la viabilidad de *Paspalum plicatulum* aumentó desde el 13% en el control hasta 40% en el tratamiento que recibía 400 kg N/ha/año si alguna fracción de nitrógeno se aplicaba en la iniciación floral.

Numerosos estudios indican la importancia de las reservas de fósforo para obtener plantas vigorosas (Austin (1966) encontró que las semillas recién cosechadas de plantas deficientes en fósforo tuvieron una tasa de germinación más lenta y una germinación final que las semillas normales. Lipsett (1964) encontró que el trigo producido en áreas deficientes en fósforo en Australia, tenían un tenor de éste elemento aproximadamente 0,25%.

En los estudios realizados acerca de la fertilización fosfórica en guinea Likoni en un suelo Ferralítico Rojo Hernández, (1986) obtuvo que los niveles de 0, 100, 150, y 200 kg. P_2O_5 /ha/año aplicadas a voleo a inicios de las lluvias no incrementándose significativamente los rendimientos de MS t/ha), así concluyó que el contenido de fósforo asimilable en éste suelo se considera bajo (22,6-29,6 ppm P_2O_5) según el método de Oniani y parece ser suficiente para el normal desarrollo y producción del pasto.

En el trabajo realizado por Adepetus (1981) sobre la respuesta de la hierba guinea (*P. maximum*) a la fertilización con fósforo y Zinc en pastos del sureste de Nigeria encontró respuesta a éste, en el rendimiento de materia seca cuando se aplicó 75 kg P/ha.

Sobre los resultados alcanzados por Standley et al (1981) cuando estudió la estrategia en la fertilización nitrogenada de las gramíneas, éstos autores afirmaron que se alcanza el máximo de rendimiento cuando se aplica de 300-336 kg N/ha, fraccionada en tres, 110-112kg N/ha cada vez, respectivamente y dependiendo además del régimen de lluvia.

En Cuba los contenidos de nitrógeno varían de 0,2 - 0,3 % en los suelos ferralíticos y de 0,14 - 0,16 % en suelos pardos tropicales; encontrándose respuesta de esta especie a la fertilización nitrogenada, Paretas, et al (1983), con niveles de 0, 300, 400 kg N/kg/año, alcanzan rendimientos de MS en t/ha/año de 8,8, 19,8 y 24,6 respectivamente con conversiones de 0, 36,6 y 26,3 kg MS/kg de nitrógeno aplicado.

Afirmando que los contenidos óptimos de éste elemento en las gramíneas están alrededor de 1,5 %, aunque se encuentran valores extremos de 0,5 - 2,5 %.

El efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el contenido de otros elementos en los pastos es muy variable y depende del nivel de fertilidad del suelo y de la aplicación de otros fertilizantes; se señaló que el contenido de fósforo disminuye a medida que aumenta la dosis de nitrógeno, así mismo se ha encontrado una disminución del porcentaje de potasio en las gramíneas al elevar la dosis de fertilización nitrogenada (Paretas, et al (1983), apuntando además que el Mg se incrementa al aumentar la fertilización nitrogenada, aunque se ha indicado casos de tetania (hipomagnesemia) cuando se aplican con potasio.

La absorción de los microelementos Cu, Zn, Fe, Mn, Co y Mo está asociada con el grado de acidez del suelo. Así los fertilizantes nitrogenados de efecto residual ácido favorecen la absorción de los cinco primeros, no así el Mo.

En la primera etapa el sistema radicular explora el perfil del suelo y hace un mejor aprovechamiento del nitrógeno nativo; la mayoría de los pastos extraen de 70 - 80 kg/ha/año de nitrógeno como promedio, sin aplicar fertilizantes, el king grass y la guinea llegan a extraer hasta 200 kg/ha durante el primer año y menos en el segundo.

Una deficiencia de nitrógeno y fósforo en el suelo, trae consigo, que las plantas se presenten con los tallos finos, las hojas pequeñas y el crecimiento lateral limitado y la caída de las hojas de forma prematura. El contenido de fósforo en la materia seca de los pastos está comprendido en el rango de 0,10 a 0,55 % en dependencia del fósforo asimilable en el suelo, entre otros factores, cuando es favorable el contenido de éste está entre el 20 - 30 %.

Según los análisis realizados por varios autores Párelas, et al (1983) enmarcaron, que la guinea entre otras gramíneas extraen en un rango de 2 - 3 kg de fósforo por tonelada de MS producidas.

Dentro de las funciones más importantes del potasio en los pastos, están las de intensificar el metabolismo del nitrógeno y la consiguiente síntesis de proteínas, influir en el intercambio de carbohidratos y regular el sistema hídrico. Las deficiencias de éste elemento afecta la respiración, la fotosíntesis, la producción de clorofila y produce acumulación de azúcares, por lo que el bajo contenido de éste elemento en el suelo limita el crecimiento vegetal.

Paretas et al (1983) ha encontrado que cuando los suelos contienen más de 12 mg/100 g de suelo no hay respuesta a las aplicaciones de potasio sólo se recomienda hacer aplicaciones con dosis para mantenimiento. Además éstos por sí solos no incrementan los rendimientos, su efecto es notable cuando se aplican elevadas y frecuentes cantidades de nitrógeno.

El fósforo se considera el elemento más limitante en los suelos ácidos infértiles de América Latina tropical su contenido total oscila entre 200 y 600 ppm y el fósforo disponible, determinado por el método de Bray II, entre 1 y 5 ppm, estos suelos ácidos (Ph 4,0 - 5,5) Fenter y León (1978) presentan a menudo contenidos altos de óxidos e hidróxidos libres de Fe y Al, los cuales tienden a fijar con rapidez cantidades apreciables de fósforo.

Al estudiar la relación encalamiento - fósforo en fósforo, maximum, con dosis de cal entre 0 y 3,5 tn/ha y las de fósforo en forma de SPS desde 0 hasta 200 Kg/ha en la N, C, S, U (1976) concluyeron que hubo una fuerte respuesta al superfosfato, una respuesta menor a las aplicaciones de cal, y una interacción entre las dos, sin cal una aplicación anual de 50 kg/ha de fósforo parece ser óptima, mostrando una producción total de MS de 20 tn/ha/año, ésta aumentó a 19 tn/ha/año cuando se aplicó sin superfosfato- La producción máxima de 25 tn/ha/año se alcanzó cuando se aplicó cal a 2 o 3,5 tn/ha y 25 kg/ha de fósforo con superfosfato.

Sobre la fertilización fosfórica en diferentes especies de pastos en un suelo Fersialítico de Camagüey Pacheco et al (1985) obtuvieron que la guinea Likoni resultó la especie que mayor exportación de P_2O_5 realiza dado por sus mayores rendimientos de MS y % de fósforo en la planta, siendo el nivel de 300 kg/ha de P_2O_5 , el mejor de los estudiados en este suelo con bajos contenido del mismo (0,88 mg/100 g).

Al estudiar distintos niveles de fertilización nitrogenada (0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha/año) Pacheco et al (1980) en guinea en un suelo pardo grisáceo obtuvieron que los mayores rendimientos de MS/año y por época, fueron con 300 kg/ha/año, aumentando con los niveles de fertilización, los contenidos de éste elemento en la planta y disminuyó el fósforo, mientras que el potasio no tuvo una respuesta a la fertilización nitrogenada, observándose una influencia negativa de la fertilización nitrogenada sobre algunas propiedades del suelo disminuyendo el K_2O , el Ph, mientras que la acidez hidrolítica aumentó.

Corbea y Fernández, (1983) al estudiar el mejor momento para aplicar el fertilizante a partir de la siembra del cv Likoni, aplicaron 50, 50 y 50 kg de NPK/ha a) momento de la siembra a los 35, 55 y 70 días después de la siembra y un control que no recibió fertilización, resultando que los tratamientos fertilizados 55 y 70 días produjeron los mayores resultados en el número de hijos/macolla, en la producción de MS, por lo que sugirieron fertilizar esta especie en la fase de establecimiento, 55 - 70 días después de la siembra, cuando la planta haya alcanzado cierto desarrollo en el sistema radical.

1.4.1 Influencia de NPK, Ca, Mg y otros macroelementos en la producción de semillas en gramíneas

Al evaluar el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de semillas de hierba de guinea común (Febles y Padilla, 1974) donde usaron varias combinaciones de fertilizantes; midiendo el número de panículas por parcela, número de raquicillos por panícula tamaño de la panícula y rendimiento de semillas fértil, pesada, ligera, más pesada, donde encontraron interacciones altamente significativas del tercer orden para todas las medidas excepto para el número de panículas. El número de panículas por ha se incrementó a medidas que aumentaban las dosis de nitrógeno, no hubo efecto en el tamaño de las panículas. Los más altos rendimientos de semilla fértil se obtuvieron con la dosis media de nitrógeno en ausencia de potasio y en presencia de todos

los niveles de fósforo. Rendimientos hasta de 140 Kg/ha de semillas pesadas fueron obtenidos cuando se aplicaron 400 kg N/ha y 100 Kg P_2O_5 /ha en ausencia de potasio.

Además (Febles, Pérez y Padilla, 1982), cuando valoraron el efecto de niveles de nitrógeno y el momento de aplicación en la producción de semillas de guinea común, apreciaron que la producción de semilla total mostró un mejor comportamiento en Octubre (150 kg/ha) que en Agosto (100 kg/ha) y con las dosis mayores de fertilizantes (200 kg/ka/año). La producción total de semillas (160 kg/ha) fue mejor cuando se aplicaron 100 kg de N/ha divididos cada 20 días a partir de los cortes, una tendencia igual se observó para la semilla pura cuyo rendimiento fue de 75 kg/ha.

Fue señalado por Febles, (1978) es importante de las reservas de fósforo en las semillas para obtener plantas vigorosas; por lo que en las hierbas templadas, las semillas recién cosechadas de plantas deficientes en fósforo han tenido una tasa de germinación más lenta y una germinación final menor que las semillas normales, de ahí que se recomienda que en áreas cuyos suelos son deficientes en fósforo sería ventajoso asegurar que las semillas que se van a sembrar sean producidas en áreas con altos contenidos de fósforo para garantizar un nivel adecuado de éste elemento en las semillas. También la necesidad de aplicaciones de fósforo en presencia de dosis altas de nitrógeno para producir semillas de *Panicum maximum* ha sido encontrado por Febles y Padilla (1975); en éste caso después del segundo año de producción, las parcelas para semillas de esta especie disminuyen marcadamente su producción en ausencia de fósforo. En *Andropogon gayanus* en Nigeria reportado por Hagggar (1966) se aprecia que por encima de 50 kg N/ha son necesarias aplicaciones razonables de fósforo.

La aplicación de fósforo es importante no sólo porque es bajo en la mayoría de los suelos tropicales, sino porque contribuye decisivamente en la formación y maduración de las semillas, Correa (1974) citado por Purcell (1975).

Según los reportes de la FAO (1990) donde indican que la aplicación de fertilizantes fosfatados a suelos con carencia de fósforo estimula el crecimiento vegetativo inicial y favorece la antesis y la maduración de las semillas. Así mismo nos brinda una información sobre la respuesta de diferentes cultivos en secano a los fertilizantes fosfatados; además en África Oriental, se observó un aumento significativo del rendimiento del maíz tras la aplicación de 60 kg/ha de P_2O_5 , también en experimentos realizados por el IFOC/ ICRISAT en Níger, al aplicar 10 kg/ka de P_2O_5 , en forma de superfosfato simple elevó en un 17 % el rendimiento de mijo perla en un periodo de tres años y con 30 kg/ha obtuvo un 90% del rendimiento máximo; en ensayos con maní de secano durante un período de tiempo de 18 años.

Varios trabajos indican que las aplicaciones de fósforo no causaron aumento en la producción de semillas en guineas forrajeras del trópico, debido posiblemente a un alto contenido de fósforo en esos suelos (Mejías et al 1978, Javier et al, 1975, Boonman, 1972) citados por Salinas (1984). Estudios realizados en suelos ácidos y de baja fertilidad muestran también que el fósforo no causa incrementos significativos en la producción de semillas (Hagggar, 1966, Ramos 1977), citados por Salinas (1984).

Sobre la influencia del potasio en la producción de semillas existen pocos datos, aunque se ha reportado que plantas madres cuyas semillas tenían severas deficiencias en potasio producían plantas anormales y de baja germinación y viabilidad, además las deficiencias en elementos menores como calcio, magnesio y boro producen daños característicos en las semillas especialmente las especies de semillas largas pudiéndose producir serios daños en la viabilidad".

El boro es necesario para el metabolismo de la pared celular y también para el proceso de extensión del tubo polínico. Un valor crítico de 0,5 ppm de boro en el suelo se sugiere como satisfactorio para un desarrollo normal) de la fertilización sexual, a veces se utilizan aplicaciones en el rango de 10- 20 kg/ha de borato de sodio. Se ha logrado aumentos en el rendimiento de semillas al aplicar este nutrimento (Humphreys, 1976).

Las deficiencias del molibdeno en las plantas es difícil obtener experimentalmente, al menos, en semillas largas, porque las semillas contienen suficiente molibdeno para producir plantas de crecimiento normal en varias generaciones.

Rao y Das (1982) comprobaron que la carencia de potasio limitaba de modo acusado la producción de semillas, en algunas regiones que según los análisis tenían un contenido de potasio entre medio y bajo; se observaron respuestas positivas y significativas en el caso del mijo perla, el mijo africano, el maíz, el mijo menor, el girasol, el frijol y el maní.

Pieri (1983), observó respuestas positivas análogas al potasio en el caso del mijo perla cultivado en África Occidental. El rendimiento de grano aumentaba con tasas de hasta 60 kg/ha de K_2O pero el rendimiento de paja seguía incrementándose con tasas de hasta 90 kg/ha, registrándose también un aumento de la concentración de potasio en la paja.

Afirma Mejías et al, (1978) que el potasio tiene poca influencia en la producción de semillas en gramíneas y al igual que el fósforo, constituyen un elemento esencial para el establecimiento de las gramíneas forrajeras y en especial en suelos que presentan un contenido de potasio intercambiable menor a 0,1 meq K/100g.

Humphreys, 1981, mostró la respuesta en *Brachiaria decumbens* en términos de producción de semillas a la fertilización con-magnesio, Zinc, cobre y boro aplicados a un oxisol de los llanos orientales de Colombia, existiendo un incremento significativo en el rendimiento de semilla con las aplicaciones de magnesio.

Las gramíneas, lucen no ser afectadas por la deficiencia de magnesio pero la participación de éste en el metabolismo de las sustancias orgánicas fosfatadas, se puede reducir por las semillas ricas en fósforo, siempre contienen más magnesio que calcio.

El hecho de estar el cobre en mayor cantidad en las semillas que en otras partes de la planta, hacen suponer que es muy importante en la formación de las mismas.

El nitrógeno para las gramíneas es un factor dominante que controla los procesos que resultan en la formación de las semillas. Se han hallado respuestas positivas al nitrógeno en muchos pastos de semillas tropicales, donde Febles et al (1980), halló en *Paspalum delatatum*, *P. plicatulum* y *Panicum maximum*; que estos se florecen más rápido bajo un plano nutricional alto en nitrógeno. Harlam, Ahring, Kneebone(1966) encontraron que aplicaciones divididas de nitrógeno en *Panicum*, bajo irrigación produjeron 1,6 kg de semilla por kg de nitrógeno aplicado hasta los niveles de 270 kg N/ha. Cuando se aplicaba la dosis mayor (400 kg N/ha) la producción era sólo de 2 kg de semilla por kg de nitrógeno aplicado.

La respuesta al nitrógeno para la producción de semillas en gramíneas va unida a una serie de factores que hay que tomar en cuenta, y que determinan en muchos casos, la naturaleza de la respuesta (Humphreys, 1976) como la fertilidad del suelo, variedad, edad del pastizal, ocurrencia de las precipitaciones, distancia entre plantas y surcos entre otras.

La respuesta a los fertilizantes nitrogenados es con frecuencia escasa o nula FAO (1990) si el cultivo no puede conseguir suficiente fósforo o viceversa, estos efectos tienden a ser más evidentes en los suelos con carencia de uno de éstos nutrientes o ambos; por ejemplo; si se aplicaba nitrógeno, pero no fósforo a un afisol con carencia de fósforo, el rendimiento del sorgo no aumenta, pero cuando se aplicaban 40 kg/ha de P_2O_5 junto con 80 kg N/ha, el rendimiento casi se sextuplica en un año de lluvias abundantes y se quintuplica en uno de precipitaciones moderadas.

Pillai (1985) comprobó que había importantes interacciones positivas entre el nitrógeno y el fósforo en los cereales de secano, arroz, maíz, sorgo, trigo e interacciones menores en otros cultivos, la aplicación de fósforo no surtía prácticamente ningún efecto sobre el rendimiento de los cereales en ausencia de fertilizantes nitrogenados, pero producía un fuerte aumento cuando se aplicaba una cantidad suficiente de nitrógeno.

Los estudios tendentes a determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de semillas de pastos tropicales demuestra que el nitrógeno aumenta considerablemente los rendimientos de semillas, principalmente al aumentar el número de macollas por plantas y el número de panículas por planta (Grof, 1969. Mejías et al, 1978) citados por Salinas (1984) y los rendimientos totales por unidad de área (Paretas et al 1972, Javier et al, 1975, Ramos, 1977) citados por Salinas (1984).

El espaciamiento entre surcos y la fertilización nitrogenadas llegan a ser parámetros importantes que influyen en la cantidad y calidad de las semillas- Es así, que los resultados obtenidos con variedades del género *Panicum* (Paretas et al 1972) confirman lo mencionado anteriormente.

La respuesta a favor de las distancias menores en algunas variedades de *Panicum* pudo ser debido a un uso más eficiente del fertilizante nitrogenado por (as plantas de *Panicum* y a una menor competencia con las malezas por el nitrógeno, por existir menos áreas entre surcos afirma Salinas (1984) en sus estudios.

Trabajos con *Cenchrus ciliaris* (Bilbao et al 1979, Gómez et al 1978) indican que las mayores producciones de semillas por cosechas fueron obtenidas con aplicaciones fraccionadas de nitrógeno después de cada corte y con frecuencia de corte cada 60 días, debido a que las aplicaciones más próximas al momento del corte favorece el restablecimiento del equilibrio entre el sistema y parte del área defoliada, posibilitando la aparición de tallos generativos y el aumento del número de inflorescencia.

Padilla y Febles (1980) obtuvieron los mayores rendimientos de semillas en *Panicum maximum* en dos situaciones de manejo: 1- Cortar hasta el inicio de las lluvias, y 2- No cortar durante la época de seca, de esto se puede inferir en que el fertilizante nitrogenado deberá aplicarse en el momento que se realiza el corte y que la aplicación temprana de nitrógeno no favorece la producción de semillas, debido principalmente a la poca uniformidad de la aparición de las panículas.

También Salinas (1984) afirmó que existen gramíneas forrajeras que por el grado de adaptación a suelos ácidos y de baja fertilidad muestran respuestas contrastantes a la fertilización nitrogenada, estando la eficiencia de utilización del nitrógeno en función de la época de aplicación del nutrimento.

La gramínea *Panicum maximum* al recibir nitrógeno, ya sea a los 30 días de la siembra o en la floración, muestra respuestas cuadráticas similares, con la diferencia que la mayor eficiencia de utilización de nitrógeno fue en el período de floración y al nivel de 30 kg N/ha, Salinas (1984).

Boonman (1979) encontró en la producción de semillas en gramíneas tropicales que los niveles de N por encima de 100 kg/ha inducen la baja del rendimiento de S.P.V. El efecto de mucha aplicación de nitrógeno a

veces reduce tanto el porcentaje de pureza como el de germinación; el nitrógeno aumenta la longitud de la espiga casi un tercio de lo normal y las espigas largas tienen una floración más prolongada.

La influencia de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de semillas de la guinea Likoni fue estudiada por (Pérez, Matías y Reyes, 1984) donde valoraron al aplicar 360kg de N/ha/año en forma de nitrato de amonio, sulfato de amonio y urea, fraccionándola en 6 cortes al año excepto el control. En el primer año hubo diferencias significativas para la producción total de semillas obteniéndose 766, 749, 725 y 487 kg de semillas/ha para cada tratamiento respectivamente, en la producción de semillas llenas, donde no se obtuvieron diferencias significativas. Se recomienda aplicar el nitrato de amonio.

1.5 Aplicación de abonos orgánicos

Berton and Echart (1965), Way y Martín (1966) encontraron que el fósforo aportado por el estiércol incrementa el fósforo asimilable en el suelo el rendimiento de las cosechas y ambas cosas a la vez; estos concluyeron que la respuesta en rendimiento al fósforo aportado por el estiércol de pollos o de vaquería fue igual o superior al obtenido con el fósforo comercial.

Coss and Stewart (1979) reportaron que el fósforo del estiércol deja remanente en el suelo de un año a otro y se hace aprovechable con el tiempo.

Ruiz López (1978) señala que ha podido comprobar que la influencia favorable de la materia orgánica en el rendimiento de los cultivos no es sólo debido a su efecto positivo en las propiedades del suelo sino, por la absorción directa de sustancias orgánicas como sacarosa, aminoácidos, vitaminas, ácidos húmicos, y otros.

Garony (1961) y Jaiyebo (1967) coinciden en afirmar que el fertilizante mineral provoca un incremento de las cosechas mayor que el estiércol durante los primeros años, después en años sucesivos es el estiércol quien mantiene la fertilidad y brinda los mayores rendimientos en las cosechas.

El estiércol vacuno es una de las fuentes de abonos orgánicos más abundantes en los agroecosistemas ganaderos, el cual ha sido ampliamente utilizado para mejorar los suelos y elevar los rendimientos de los cultivos; así Crespo y Arteaga (1984), Portieles et al (1988) y González et al (1996) entre otros, señalaron los beneficios que proporcionan su aplicación en áreas forrajeras las cuales incrementaron su productividad y persistencia con el consiguiente ahorro de fertilizantes químicos.

El vermicompost o humus, es un abono de excelentes propiedades biológicas, rico en sustancias húmicas y elementos minerales muy efectivos para mejorar el suelo y corregir las necesidades nutricionales de las plantas (Ramón et al, Ruiz et al, 1994), según Longson (1994) el vermicompost aventaja a otros abonos orgánicos ya que posee una actividad microbiana de 10 a 20 veces mayor que los sustratos que la lombriz digiere y contiene la mayor parte de los nutrientes en formas asimilables para las plantas. Por eso dosis relativamente bajas pueden ejercer un efecto positivo en las propiedades del suelo y sustituir total o parcialmente a los fertilizantes químicos (Caballero et al, 1994, Hernández et al 1995). Matías (1997) plantea que en las condiciones edafoclimáticas de la EEPF "Indio Hatuey" los mejores tratamientos para la producción y calidad de la semilla de *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo resultaron el de 2 t de humus de lombriz/ha aplicado inmediatamente antes de la siembra, con un contenido de humedad alrededor del 60 %. Sin embargo, la dosis de 1 y 1,5 t de humus/ha y de 15 y 20 t de estiércol vacuno/ha pueden sustituir la dosis de fertilizante mineral recomendada.

Sobre ésta temática González et al (1996) al estudiar la aplicación y el efecto residual del estiércol en la producción y calidad del buffel concluyeron que en la producción de forraje verde y seco y la altura del pasto se incrementaban significativamente con la aplicación de 30 t/ha/año de ambos estiércoles (vacuno y ovino) y que la fertilización mineral sólo pudo sostener altos rendimientos durante su aplicación, así como que el comportamiento de los tratamientos fue similar durante los años evaluados, donde el contenido de proteínas cruda sólo se incrementó con la aplicación de estiércol y el calcio creció a medida que los niveles de éste aumentaron además se modificó positivamente el suelo en cuanto a la saturación por el agua, el contenido de materia orgánica, el nitrógeno nítrico y amoniacal, el fósforo y el potasio; pero el pH no varió.

La cantidad de abono orgánico a ser aplicado en los cultivos está condicionada principalmente a varios factores; Restrepo (1996), como son, la fertilidad original del suelo donde se desea el cultivo, el clima y la exigencia nutricional de las plantas que se pretenden cultivar.

Estudios realizados por Thompson (1967) indican que a medida que se va produciendo la descomposición del estiércol aumentó el porcentaje de fósforo ya que el proceso representa una disminución de la materia orgánica.

La incorporación de la bosta, igual que el uso de fertilizantes inorgánicos, aumenta el rendimiento de forraje, la producción de proteína cruda, la producción potencial de semilla y el vigor aparente de las plantas (Me Queen, Beiner, 1975) la presencia de cascarudos o escarabajos presenta la ventaja de un efecto que se perpetúa y perdura en el tiempo, al aumentar la eficiencia en el uso de los nutrientes, contribuyendo a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas-ganaderos, con una población equivalente a 500 individuos/m² incorpora una cantidad de nitrógeno de aproximadamente 134 kg/ha (Baethgen, 1992).

1.5.1 Características de los abonos orgánicos

El término humus designa las sustancias orgánicas variadas de color pardo negruzco, que resulta de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal (estiércoles, pajas, abonos verdes, restos de cosechas, etc.), bajo la acción de microorganismos del suelo. Chimitdorzhalevo y Andrianovo, (1994).

Se caracteriza por la presencia de sustancias coloreadas llamadas ácidos húmicos que no existen en los vegetales en verde: constituidos por un complejo ligno-proteico coloidal que posee fuertes capacidades de cambio de iones y de absorción-

El humus mejora las propiedades físicas del suelo, ejerce una acción muy favorable sobre la estructura, es decir sobre la aglomeración de las partículas en glomérulos de tamaño medio, lo cual permite una buena circulación de agua, del aire y de las raíces en el suelo. Da cuerpo a las tierras ligeras y mullas las tierras fuertes o pesadas, mantiene el suelo en buen estado de esponjamiento; la materia húmica y los coloides húmicos aumentan la capacidad de retención del agua en el suelo, facilita la respiración de las raíces, por la presencia de oxiquinonas.

El humus es además el conjunto de los productos orgánicos estables y finales del proceso de transformación de los compuestos vegetales y animales que llegan al suelo (proceso de humificación), su existencia es inherente a todos los suelos, su calidad y cantidad depende de los factores edafogénicos; su existencia influye fuertemente en la fertilidad y en los procesos edafogénicos de los suelos.

El humus prácticamente no posee moléculas pequeñas libres, fácilmente metabolizables por los microorganismos; posee un grado mayor de carbonización y un contenido menor de oxígeno que se traduce en una menor entropía; contiene mayor cantidad de nitrógeno, las macromoléculas que lo componen a pesar de ser semejantes nunca son idénticas, ni en ellas se repiten ordenadamente las mismas estructuras, tiene grupos carboxilos e hidroxilos que le confiere características ácidas, pudiendo intercambiar bases con el medio, casi carece de grupos metoxilos, el humus en su conjunto, y sus fracciones principales poseen colores oscuros, en el aspecto visible, la densidad óptica disminuye monotonicamente al aumentar la longitud de onda.

Existe una relación directa entre el contenido de humus y la fertilidad del suelo, esta se debe a diversas causas: por ser el humus fuente de elementos minerales necesarios para las plantas, aquí el humus actúa como un "almacén" que fija los elementos minerales cuando éstos abundan y evita o dificulta su lixiviación para luego cederlos paulatinamente a las plantas.

El humus puede influir sobre el crecimiento de las plantas en forma indirecta, mejora la estructura del suelo y por ende, las condiciones de vida y desarrollo del sistema radical; aumenta la concentración de CO₂ (al ser descompuesto) en el aire próximo al suelo; favorece la fotosíntesis, etc.

Casi todo el nitrógeno de los suelos se encuentra formando parte del humus, éste nitrógeno del humus no es utilizable directamente por las plantas o, si acaso, lo es en cantidades insignificantes, para que sea utilizable es necesario que el humus se descomponga y libere en primer lugar amonio.

El tradicional empleo de estiércol vacuno como fertilizante está siendo orientado hacia el campo de la alimentación del propio ganado vacuno convirtiéndose en un perfecto reciclaje, neologismo no deseado; pero de momento insustituible.

El ganado vacuno adulto excreta entre un tercio y una mitad de las sustancias secas (S, S.) ingeridas diariamente, ésta cantidad viene a hacer equivalente al 1% de su peso corporal, cuando se trata de vacunos lecheros la cantidad excretada viene a hacer de 1 kg de S.S. fecal por cada 3 kg de leche producida más o menos 1 - 125 Tm de estiércol por cada 100 vacas al año.

Fue puntualizado por La casa Mirabal (1990) que desde el punto de vista biológico, el mayor o menor contenido de humus en el suelo influye en la actividad microbiana de éste, además puede remplazar en su totalidad a los fertilizantes químicos con la ventaja de que la carga bacteriana (1 billón /gramo), que posee recupera los suelos por infértiles que hayan sido. Afirmando además que éste constituye la base de la fertilidad del suelo y su papel es capital en el triple aspecto: físico, químico y biológico, con características que lo hacen más completo que los fertilizantes químicos ya que ofrecen a las plantas una alimentación más equilibrada, las deyecciones de lombrices poseen un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y oligoelementos, los cuales son esenciales para la vida de todo organismo. Además cuantificó que una tonelada de humus producida por la lombriz equivale a 10 de los producidos por vacas, gallinas y cerdos, en término de elementos nutricionales.

El estiércol está constituido en su mayor parte por materia orgánica, cantidades importantes de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y microelementos que le confieren buenas cualidades como mejorador de las propiedades químicas y físicas de los suelos y como portador de cantidades importantes de nutrimento para las plantas. Este fue caracterizado por Crespo y Arteaga, 1982, en estado fresco de muestras tomadas en vaquería conteniendo en MS 21,79 %, N 2,16 %, P₂O₅, 0,66 %, K₂O 3,96 %, Ca 1,93%, Mg 0.58%, NO₂ 0,04%, Mn 78,13 ppm, Cu 9,77 ppm, Zn 32,22 ppm, Fe 1 372. 23 ppm, Ph 7,27, T 46,62, C 28,43%, C/N 14,64, y sus características químicas conservados durante 3 meses a la intemperie en la estación lluviosa, MS 42,33%, N

1,93%, P_2O_5 1,09%, W 1,69 %, Ca 2,68%, Mg 0,63%, Mn 84.17% ppm, Cu 40,56 ppm, Zn 114,67 ppm. Fe 833,23 ppm, C 23,79% en su fracción asimilable, C/N 11,09 en su fracción asimilable, Ph 7,80, T-63,72.

1.5.2 Efecto de los abonos orgánicos en el suelo y las plantas

El humus aumenta la capacidad de cambios de iones del suelo. Con la arcilla constituye la parte fundamental del complejo absorbente, regulador de la nutrición de la planta; es fuente y reserva de alimentos para las plantas, así bajo la acción de los microorganismos del suelo, el humus se mineraliza poco a poco liberando así no solamente el nitrógeno nítrico sino también el conjunto de elementos fertilizantes o de los oligoelementos que se encontraban integrado en la materia orgánica, mantiene el fósforo en estado asimilable por las plantas, atenúa la retrogradación del potasio. El humus además es una fuente de gas carbónico que contribuye a solubilizar ciertos elementos minerales del suelo, facilitando así su absorción por la planta.

También se ha demostrado que el humus favorece la acción de los fertilizantes minerales, al facilitar la absorción de éstos a través de la membrana celular de pequeñas raíces y pelos absorbentes, en presencia de éste las plantas pueden absolver de una solución mineral mayor cantidad de elementos fertilizantes que en su ausencia, jugando el humus un papel de transportador de iones, acelerando su paso de la solución del suelo a la célula vegetal, es como si el humus por ese mecanismo aumentase la permeabilidad celular a los iones. Simpson, (1991).

El humus aumenta la actividad biológica del suelo al aportar y mantener en el suelo una multitud de microorganismos que hacen del suelo un medio vivo. Estos microorganismos que viven a expensas del humus y contribuyen a su transformación, son tanto más numerosos y activos en la medida que más provisto esté el suelo de humus.

Los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante sobre el crecimiento de los vegetales, debido a la activación de diversos procesos o metabolismos que se desencadenan cuando en presencia del humus se incrementa la absorción del nitrógeno, del fósforo en un medio de concentración dada.

Los ácidos húmicos en la estructura del suelo aumentan en gran medida la microflora que benefician las raíces y elimina un tanto las infecciones por nemátodos (Primavesi, 1990); además afirma que en los suelos desnudos donde no se incorporan los residuos de las cosechas disminuye paulatinamente las cantidades de humus.

Los resultados obtenidos en varios suelos, diferentes gramíneas en rehabilitación o mantenimiento indican que la sola aplicación de estiércol, Paretas et al, (1983) incrementa marcadamente el rendimiento del pasto, obteniéndose además similares rendimientos que con el NPK en dosis de 150, 30, 60, durante los dos primeros años superándolo en el tercero y en el efecto residual del cuarto año; cuando se aplicó esta dosis de NPK con 25 t de estiércol los rendimientos se-iguaron en los dos primeros años a los obtenidos con la dosis de NPK (300, 60, 120) e incluso le superó en el tercer año y en el efecto residual. Estos autores enfatizan que se puede ahorrar de 30 a 50% del fertilizante mineral, obteniéndose igual o más rendimiento de MS.

Al estudiar el efecto del estiércol y la fertilización fosfórica en el rendimiento de la Bermuda cruzada, se encontró Crespo, Arteaga (1986) que el primero fue superior a cualesquiera de las fuentes, lo que indica la posibilidad de utilizarlos como sustituto de los fertilizantes fosfóricos, comprobando que el estiércol aplicado permite atenuar la caída que experimentan los rendimientos de los forrajes en años sucesivos y mejora la respuesta a los fertilizantes minerales.

Arteaga (1991) en su trabajo de "Enmiendas químicas y orgánicas para Pastos y Forrajes", indicó que el estiércol vacuno incrementa el pH del suelo con un efecto residual superior a tres años, producido por 25–50 t/ha en base seca, así mismo aumenta la disponibilidad de fósforo asimilable del suelo, al igual que el potasio al producirse a los 6 meses de haberse aplicado éste, también éste autor precisa que esta aplicación mejora las propiedades físicas del suelo, disminuye la densidad aparente e incrementa el % de poros y el peso de las raíces encontrándose éstos efectos a profundidades de 0 - 10 cm. Nos sugiere además que por ser una problemática la definición de dosis por tipo de suelo y variabilidad de sus nutrientes; ajustar las dosis a su contenido de MS.

De acuerdo a los resultados obtenidos Arteaga (1991), concluye, que aplicando estiércol vacuno todos los años puede sustituir la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio necesario para obtener óptimos rendimientos en gramíneas rastreras y otras.

Los abonos orgánicos son importantes principalmente como fertilizantes de humus. La diferenciación entre el humus de nutrientes (inestable y el humus permanente es importante, Finck, (1982) para una clasificación aproximada de las sustancias húmicas, el primero es descompuesto con más o menos rapidez por los organismos del suelo, suministrándole energía, el segundo es estable durante periodos más largos y mejora la fertilidad del suelo aportándole a las plantas CO_2 para la fotosíntesis, nutrientes minerales con NPK y sulfures, así como otros elementos, también aporta nutrientes orgánicos, tales como azúcares y aminoácidos formados como productos intermedios, la descomposición del humus moviliza los nutrientes minerales a partir de reservas

orgánicas, como son hierro y magnesio e independientemente fosfato y moligdato, estimula la fijación del nitrógeno atmosférico.

1.6 Resultados de la fertilización mineral y orgánica en la producción de semillas

Febles y Padilla (1977) en experimentos donde se aplicaron dosis combinadas de nitrógeno (0,200 y 400 Kg/ha) ; P_2O_5 y K_2O (0,100 y 200 Kg/ha), les resultó que la producción fue muy baja en ausencia de nitrógeno, obteniéndose rendimientos de semilla total de 100 y 200 Kg/ha con dosis media de nitrógeno y P_2O_5 en ausencia de potasio de igual forma se obtuvo rendimientos de semilla pura (cerca de 80 Kg/ha) con dosis media de nitrógeno y la máxima de P_2O_5 en ausencia de potasio. Observando en años posteriores la necesidad de potasio para la producción de semillas, recomendando dosis de 100 Kg/ha N y 100 de P_2O_5 y K_2O .

Al evaluar el efecto del fitorregulador Ethepon en la producción de semillas de Guinea Likoni, Pérez y M^a Isabel Reyes (1990) obtuvieron como resultado de la aplicación en dos fracciones de las dosis de) producto, y la aplicación de NPK, 60 Kg/ha de nitrógeno en cada corte (6 cortes) y 50 y 75 Kg/ha de fósforo y potasio respectivamente al año, que la dosis de 2 l/ha resulto la de mayor respuesta en el promedio de tallos reproductivo totales por ha, en la cantidad de tallos reproductivos formados por ha, así como en el rendimiento semilla pura con (33 Kg/ha).

El uso de fertilizantes nitrogenados coadyuva con el desarrollo sostenible, pues en la Agenda 21, documento para la acción ambiental global firmado por los jefes de estado y de gobierno durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo (realizada en Río de Janeiro en 1992), en su sección "Manejo del Suelo", se plasma "El desarrollo agrícola sostenible implica la combinación de fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes"(Sánchez, 1994).

Al valorar el cultivar de mayor respuesta ante la aplicación de nitrato de amonio Suárez y Pérez (1995), obtuvieron que la mayor respuesta fue la del cultivar Likoni; mediante dosis de 40 y 60 Kg de N/ha/cosecha, elevando su redimiendo a 219 y 333 Kg de semilla /ha respectivamente. El valor del; rendimiento adicional según las dosis fue de 3333,64 \$ y 5061, 60 \$, USD /ha; mientras que la ganancia ascendió a 3122,74 \$ y 4806,31 \$, USD/ha de ganancia respectivamente.

En el trabajo realizado por Suárez y Pérez (1995) donde se evaluó el efecto de la aplicación de diferentes fuentes nitrogenadas en la producción de semillas, resulto el más destacado el cultivar (Likoni), al emplear nitrato de amonio se obtuvieron rendimientos adicionales de semilla de 422 Kg /ha; con sulfato de amonio 398 Kg /ha y con ambas ureas se obtuvo 380 Kg/ha respecto al control. Estos rendimientos fueron valorados en 6414,40 \$, 6049,60 \$, 5776,00 \$, y 5776,00 \$ para cada fuente; mientras s que la ganancia por dólar invertido fue de 17,64 USD /ha para el nitrato; 16,16 USD/ha para el sulfato; 15.29 USD/ha para la urea a granel y 13,99 USD /ha para la urea granulada.

También Pérez y Suárez (1997) afirmaron la acción positiva y el papel preponderante del nitrógeno en la producción de semillas de gramíneas pratenses ya que en estudios realizados con Guinea Likoni se ha llegado a obtener 923 Kg de semillas /ha con 360 kg de N/ha/año agregando que esto depende de la especie y la fertilidad del suelo, entre otros factores, puntualizando además que los fertilizantes encarecen los costos de producción y en nuestro país existen dificultades para su aplicación en los pastos; podría ser conveniente el empleo de (20 -30t de estiércol vacuno/ha ó 3 t de humus/ha) aunque los estudios con respecto a la materia orgánica aun no son conclusivos y deben continuarse.

La asimilación por los cultivos del nitrógeno aplicado es en general baja, rara vez supera el 50 %, incluso en buenas condiciones de explotación (Oza y Subbiah; 1980) citado por FAO (1990).

Los resultados de experimentos llevados a cabo en dos regiones áridas distintas de la India (Mcelu et al; 1976, Umrani y Patil, 1983) citado por FAO (1980), pusieron de manifiesto, que para la producción de semillas la tasa de nitrógeno a la cual respondían el trigo y el sorgo dependían de la cantidad de humedad retenida en el perfil del suelo.

Además Suárez y Pérez (1995) afirman que la aplicación de fertilizantes nitrogenados contribuye al incremento de la producción de semillas con un respaldo económico; al valorar la aplicación de tres fuentes nitrogenadas (nitrato de amonio, sulfato de amonio y urea) donde se obtuvieron ganancias para cada fuente utilizada.



Tabla 4. Datos Climáticos durante el período experimental.

Meses	Precipitaciones						Temp. Medias			Humedad Relativa %			Radiación Solar (hrs)			Velocidad Viento (km)	
	1998		1999		2000		1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999
	LL	DIAS	LL	DIAS	LL	DIAS											
ENERO	86,5	4	45,9	6	84,0	4	22,0	20,1	20,3	81	80	82	6,5	7,4	7,7	9,1	6,8
FEBRERO	149,0	4	45,9	3	0,0		22,4	21,4	20,6	81	80	79	8,3	9,2	8,8	10	6,3
MARZO	91,5	6	62,0	2	98,0	3	23,4	22,7	22,8	80	81	83	7,8	9,3	9,2	12,4	7,3
ABRIL	0,0	0	66,8	1	81,5	4	25,0	26,0	25,6	79	75	80	10,0	9,2	9,1	9,5	8,1
MAYO	321,0	6	195,3	7	*55,9	2	26,4	26,7	26,1	82	83	80	8,6	8,3	9,3	6,9	5,3
JUNIO	121,5	6	220,8	7	295,0	8	27,5	26,5	26,0	84	85	83	8,8	6,6	6,5	3,9	6,3
JULIO	278,0	12	151,5	8	64,0	4	27,6	27,4	26,8	84	85	84	8,5	7,9	8,8	8,8	7,8
AGOSTO	236,0	12	143,6	11	133,0	4	27,8	28,8	28,5	85	86	85	8,1	7,6	7,4	4,1	4,7
SEPTIEMBRE	174,0	11	166,5	14	136,0	5	26,6	28,1	28,2	86	87	86	6,7	6,9	7,7	8,9	5,2
OCTUBRE	170,0	5	134,6	3	*103,0	5	26,3	*27,8	27,5	85	88	86	7,5	6,3	8,1	7,9	8,4
NOVIEMBRE	52,0	3	67,5	7	18,0	1	24,6	27,3	26,3	85	87	86	7,8	5,5	7,5	7,4	10,7
DICIEMBRE	0,0	0	27,1	1	121,0	1	22,9	21,6	20,5	82	75	88	7,2	6,5	4,5	7,0	6,2
TOTAL	1679,5	69	1327,5	70	1189,4	41											
X. MENSUAL	139,96	5,75	110,63	5,83	99,1	3,73	25,21	25,71	24,93	82,83	82,67	83,5	7,98	7,56	7,88	7,99	6,93
X. HISTÓRICA	1295,0		2090,9		1189,4												

2.2 Tratamientos utilizados

1. 0 testigo
2. Humus 3 t/ha
3. Humus 6 t/ha
4. Humus 9 t/ha
5. Estiércol 20 t/ha
6. Estiércol 40 t/ha
7. Estiércol 60 t/ha
8. NPK180**-50-752.3 **tres cortes al año

2.3 Procedimiento Experimental

Después de realizadas las labores convencionales de preparación de suelos (arado, grada, cruce, grada, surcar) y creado un lecho adecuado para sembrar. Esta se realizó en el mes de Septiembre de 1997 donde se utilizó una distancia de 1.00 m entre surcos y 0,50 m entre macollas. El humus se aplicó en base seca, según las pesadas para cada tratamiento, colocándose en el fondo del surco de forma manual, así mismo se aplicó el estiércol después de reposar en la estercolera por espacio de 90 días, el NPK se aplicó al fondo del surco con dosis de 60 kg/ha/corte de nitrógeno y 50-75 kg/ha de P₂O₅ y K₂O respectivamente. Los abonos orgánicos fueron aplicados una sola vez, en el momento de la siembra, y el fertilizante químico se aplicó cada año durante la primavera (PK), fraccionando la dosis de nitrógeno después de cada cosecha de semilla y un posterior corte de la masa verde, 60 kg de nitrógeno en cada cosecha realizada. La composición química de los abonos orgánicos es como aparece en la tabla 5.

Tabla 5. Composición química de los abonos orgánicos.

	M.0%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Ph	Humedad	Relación C:N
Humus	37,72	1,78	2,15	1,30	3,67	0,53	7,4	41,3	12:18
Estiércol	38,67	1,52	1,52	1,77	2,49	0,57	7,3	35,27	14:22

Fue usado un diseño de bloques al azar con 8 tratamientos y 4 replicas, en parcelas de 4 x 6 para una superficie experimental de 24 m² y un área útil de 15m²

Las pruebas de comparación múltiple de las medias de los tratamientos se hicieron a través de la Anova (Duncan, 1955). Así como la comparación múltiple de las variables del suelo, además se efectuaron análisis de correlaciones y regresiones múltiples para diferentes parámetros medidos. Fue usado el programa Statistic for Windows, Release, 4,3. 1993.

2.4 Atenciones culturales

Después de efectuadas las siembras y resiembras, durante la etapa de establecimiento se realizaron labores de limpia con guataca y cultivos con bueyes al cultivo, para mantenerlo libre de malas hierbas.

Después de las cosechas de semilla se cortó la masa verde de forma manual a 15 cm de altura, aplicándose posteriormente 60 kg de N/ha, y anualmente al comienzo de la primavera 50 y 75 kg de P₂O₅ y K₂O respectivamente. Los pasillos entre parcelas y cordones sanitarios se mantuvieron limpios con arado y gradas de bueyes.

2.5 Cosecha de semillas

Esta se realizó en cada momento de forma manual, cortando las panículas y colocándolas en sacos de nylon tejido para provocar el proceso de sudado de las mismas, donde posteriormente se sacudían, se trillaban, limpiaban y secaban hasta alcanzar el 12% de humedad, para su posterior almacenaje al ambiente. Durante los años 1998, 1999, 2000, las cosechas se efectuaron en los meses Marzo-Abril, Mayo-Junio, Septiembre-Octubre, aunque hubo otras emisiones que no se consideraron.

2.6 Mediciones realizadas

Muestreo de suelos: Se llevó a cabo un muestreo de suelo inicial al área antes de ser aplicados los tratamientos y después de efectuadas las cosechas de semillas cada año, se tomaron 5 submuestras en cada

parcela para conformar una muestra homogénea, la que fue analizada en el laboratorio para conocer en el tiempo la variación de NPK, pH, cationes, materia orgánica. Las muestras se tomaron a una profundidad de 0 a 20 cm y los análisis se realizaron en el laboratorio del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

pH en H ₂ O	Potenciometría
Materia orgánica %	Método de Walkley y Black
P ₂ O ₅ asimilable	Oniani
K ₂ O	Maslova
Ca	Maslova
Mg	Maslova
Densidad (R, A)	NRAG.371., NRAG 373 (1980)
Humedad natural	NRAG.371., NRAG 373 (1980)
Porosidad	P total =1-(da/dr) x 100

- ❖ Rendimiento de semilla total: Después de realizar cada cosecha de semilla éste producto fue pesado, sumando cada cosecha, deduciendo rendimiento en kg/ha/año de cada tratamiento aplicado.
- ❖ Cantidad de semilla pura germinable (SPG): Se tomó todo el material cosechado, secado y beneficiado a través de tamices y pasado por un soplador, se determinó el porcentaje de semilla llena en la cantidad cosechada, de éste, en relación con la semilla total se deduce el rendimiento de semilla pura al cual se le realiza la prueba de germinación para conocer la SPG, se efectuaron 3 cosechas por año en los meses de Abril-Junio y Octubre como las fundamentales.
- ❖ Peso de 1000 semillas: Para ello fueron tomadas en cada cosecha y por tratamiento, cuatro réplicas de 1000 semillas para hallar su peso.
- ❖ Por ciento de pureza: Se hizo el porcentaje a través del método internacional (Hopkinson 1985), donde conceptualmente, es determinada la semilla como cualquier estructura que contiene cariopside.
- ❖ Por ciento de germinación: Las muestras de semillas fueron tomadas de cada cosecha y almacenadas al ambiente, revisándose a los 5 meses de cosechadas y utilizando como sustrato arena esterilizadas, con 4 réplicas de 100 semillas cada una, se hicieron los análisis según las Reglas Internacionales del ISTA. (1985).
- ❖ Rendimiento de MS y MV; Después de efectuada la cosecha de semilla se cortó la masa verde residual del área cosechable, la cual se pesó para determinar el rendimiento de MV, se tomó una muestra de 200 g para su secado a la estufa a 70°C durante 72 horas determinándose el % de materia seca de la muestra en cada tratamiento.
- ❖ Para determinar la presencia de agentes que podían constituir una plaga o enfermedad. En cada caso se tomaron muestras en ciclos y se enviaron la Laboratorio Provincia) de Sanidad Vegetal, para la identificación y clasificación de los mismos.
- ❖ Vigor y hojicidad: Con una frecuencia cada 15 días se observaron las parcelas de éste cultivo y por el método de ranqueo del 1 al 4 se clasificó en 1.- Excelente, 2.- Bueno, 3.- Regular y 4.- Mala.
- ❖ Cantidad de tallos totales, generativos y vegetativos: Para ello se tomaron y promediaron 3 muestras por tratamiento con un marco de 1 m², las que fueron marcadas desde el inicio para su muestreo, efectuándose el conteo de los tallos en las mismas, hallándose el promedio de éstos de las muestras tomadas.
- ❖ Longitud de la panícula: Se marcaron 10 plantas en cada parcela a las que se le midieron y promediaron el largo de la panícula.
- ❖ Número de panículas: Se hizo un muestreo mediante el promedio de tres marcos de 1 m² dentro de las parcelas, los que se promediaron.
- ❖ Racimos por panículas: Se tomaron 10 plantas por cada m muestreado a los que se les hizo el conteo de los racimos en cada panícula y posteriormente se le halló el promedio.

Análisis económico: Para realizar la valoración económica se tomó como unidad de área 1 ha; se promedió los resultados de los tres años y se usaron para el cálculo los valores del fertilizante químico según el precio de éste, (MINAZ, 1994) importado por el Ministerio del Azúcar, en USD, con una tasa de cambio en relación del peso cubano de 1 x 1, además se utilizó el costo de producción de 1 tonelada de humus y el costo de 1 tonelada de estiércol así como el precio oficial de las semillas y el gasto de salario utilizado para efectuar las diferentes labores.

Indicadores	Valor
Precio de la semilla de guinea	12.00 \$/kg
Salario de la fuerza de trabajo horas	9.38 \$/jornada
Preparación del suelo	130.00 \$/ha
Precio del forraje	25.00 \$/t
Costo de producción de 1 -O t de Humus	17.58\$/t
Valor del fertilizante nitrogenado (urea)	247.85 \$/t
Valor del fertilizante fosfórico (Superfosfato triple)	279.50 \$/t
Valor del fertilizante potásico (cloruro de Potasio)	155.38 \$/t
Dosis de fertilizante nitrogenado /años	180.00 kg/ha
Dosis de fertilizante fosfórico /años	50.00 kg/ha
Dosis de fertilizante potásico/años	75.00 kg/ha
Tiempo para fabricar 1.0 t de Humus	15 horas
Costo de 1.0 t de estiércol vacuno	14.07 \$/t

CAPITULO 3. Resultados

Al efectuarse el análisis de varianza multivariado (Box 1950) de los tratamientos en su efecto sobre las variables estudiadas, los resultados indican que todos los estadísticos de comparación resultaron altamente significativos, encontrándose un marcado efecto de los tratamientos sobre las variables. (Elson, 1976).

La tabla 6 muestra la influencia de los tratamientos en el rendimiento, calidad y sus componentes durante el primer año de evaluación (1998), donde se observa que el rendimiento de semilla pura y semilla pura germinable; los parámetros de calidad, como el peso de mil semillas, el % de germinación y los componentes del rendimiento, fueron altamente favorecidos cuando se aplicaron 9.0 t/ha de humus de lombriz, así mismo cuando se aplicó 60 t /ha de estiércol vacuno. Similar comportamiento tuvieron éstas variables cuando se usaron las dosis de 180-50 -75 kg/ha de NPK excepto los tallos generativos, existiendo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con el testigo y el resto de los tratamientos de humus de lombriz y estiércol vacuno aplicados, donde las variables analizadas mostraron las medias más bajas.

Tabla 6. Influencia de los tratamientos en el rendimiento, calidad y sus componentes (1998).

Variantes	RSP kg/ha	RSPG /m ²	TG /m ²	NP /m ²	RP /m ²	LP cm	PMIL g	GERM %	RMS t/ha
1- Testigo	38,9 d	19,4 c	72,2 d	28,0 c	28,5 c	28,3 c	0,44 c	21,2 b	7,0 c
2- 3,0t/ha H	41,7 cd	29,6 ab	91,2 ab	35,0 b	29,8 c	30,6 bc	0,45 c	33,0 ab	8,2 c
3- 6,0t/ha H	43,3 cd	31,7 a	76,0 d	38,0 b	39,5 b	37,0 ab	0,43 b	35,0 a	8,6 bc
4-9,0t/ha H	90,7a	34,9 a	93,7 a	56,0 a	49,1a	41,5 a	0,78a	40,0 a	11,8 a
5-20,0t/ha E	45,1c	22,3 bc	80,0 c	34,0 b	30,1 c	35,7 ab	0,59 b	24,0 b	8,3 be
6-40,0t/ha E	74,0 b	33,2 a	80,5 c	32,0 b	42,3 b	39,2 a	0,62 ab	36,3 a	7,4 c
7-60,0t/ha E	91,4 a	35,3 a	95,0 a	52,5 a	49,7a	42,3 a	0,78 a	37,8 a	12,2 a
8-NPK kg/ha	91,3 a	32,9 a	90,7 a	55,0 a	40,5 a	38,9 a	0,60 a	38,0 a	14,5 a
ES±	1,86	2,81	1,22	1,35	1,58	2,14	0,15	1,51	0,44

Duncan. (a, b, c, d) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$

Al valorar la influencia que ejercieron los tratamientos sobre las propiedades físicas del suelo (tabla 7) en 1998, para las profundidades de 0-10 y 10-20 cm, se aprecia que la densidad real y aparente para ambas profundidades de análisis, fueron afectadas en el tratamiento testigo, al aplicar 180-50-75 kg/ha de NPK, así como 3.0 t de humus para la densidad aparente en la profundidad de 10 a 20 cm difiriendo ($P \leq 0.05$) del resto de los tratamientos, así mismo se observó la influencia ejercida sobre la variable humedad natural en ambas profundidades, los tratamientos de 9.0 t/ ha de humus de lombriz, 40 y 60 t/ha de estiércol vacuno, difiriendo en ($P \leq 0.05$) del resto de los tratamientos aplicados, no se encontró diferencia en la porosidad a ambas profundidades. En cuanto a su influencia sobre las propiedades químicas del suelo (tabla 8), el K, P, y la MO sufrieron el efecto diferente de los tratamientos con 9,0 t/ha de humus de lombriz y 60 t/ha de estiércol vacuno para el potasio, 6,0 y 9 t/ha de humus de lombriz y 60,0 t/ha de estiércol vacuno para el fósforo, así como 9,0 t/ha de humus de lombriz, 40,0 y 60,0 t/ha de estiércol vacuno para la materia orgánica encontrada en el suelo.

Tabla 7. Influencia de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo (1998).

Variantes	DR 0-10	DR 10-20	DA 0-10	DA 10-20	Po 0-10	Po-10-20	HN 0-10	HN 10-20
1-Testigo	2,60 a	2,63 a	1,26 a	1,29 a	44,25	45,25	10,72 b	11,97 b
2-3,0t/ha H	2,54 ab	2,53 b	1,22 b	1,26 a	44,50	45,00	11,52 ab	13,62 ab
3-6,0t/ha H	2,50 b	2,52 bc	1,18 c	1,21 c	48,25	49,00	12,12 ab	14,05 ab
4-9,0t/ha H	2,48 b	2,50 bc	1,15 d	1,17bc	47,50	47,00	14,72 a	15,42 a
5-20,0t/ha E	2,43 c	2,51 bc	1,13 de	1,16c	47,50	48,25	10,90 b	12,35 b
6-40,0t/ha E	2,40 c	2,44 c	1,11 e	1,12 cd	46,50	47,50	11,47 a	15,05 a
7-60,0t/ha E	2,39 c	2,42 c	1,10 e	1,12 d	47,00	46,75	14,65 a	15,32 a
8-NPK kg/ha	2,60 a	2,64 a	1,26 a	1,28 a	43,50	45,75	10,45 b	11,92
ES±	0,02	0,14	0,01	0,12	0,50 ns	0,48 ns	0,37	0,80

Duncan. (a, b, c, d, e) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$

Tabla 8. Influencia de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo (1998).

Variantes	K Cmol(+)kg ⁻¹	P Mg kg ⁻¹	Ca mol(+)kg ⁻¹	Mg Cmol(+)kg ⁻¹	Ph H ₂ O	M.O %
1-Testigo	0,060 c	27,00 b	3,60	0,70	4,5	2,22 c
2-3,0t/ha H	0,070 bc	28,00 ab	3,72	0,80	4,3	2,33 bc
3-6,0t/ha H	0,070 bc	32,25 a	3,72	0,80	4,4	2,35 bc
4- 9,0t/ha H	0,097 a	35,25 a	3,72	0,80	4,5	2,67 a
5-20,0t/ha E	0,070 bc	29,50 ab	3,75	0,80	4,5	2,30 bc
6-40,0t/ha E	0,080 ab	28,50 ab	3,60	0,80	4,4	2,65 a
7-60,0t/ha E	0,095 a	34,50 a	3,80	0,80	4,5	2,71 a
8-NPKkg/ha	0,080 ab	29,50 ab	3,60	0,80	4,5'	2.29 c
ES±	0,04	1,60	0,09 ns	0,095 ns	0.04ns	0,063 ns

Duncan. (a, b, c) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$

Los resultados del segundo año, (1999) de evaluación muestran (tabla 9) como los tratamientos, 9.0 t/ha de humus de lombriz influye sobre las variables (RSP 68,7 Kg/ha, RSPG 21,7 kg/ha, TG 128,5 /m², R/pan, 48,4, L. Pan. 40,9 cm, peso de mil semilla 0,71 g, % de germinación 21,4% y RMS 10,9 t/ha) así mismo se aprecia que 60,0 t/ha de estiércol vacuno ejerce una marcada influencia sobre (RSP, 67,5 kg/ha, RSPG 22,1 kg/ha, T. gen128,0/ m², N. Pan 33,0 m², 49,2 R/Pan, L. Pan 41,1 cm. peso de mil semillas 0,72 g, % de germinación 20.2 % y RM.S 11,1 t/ha) y la aplicación de NPK sobre (RSP 68,2 kg/ha, RSPG 22,1 kg/ha, T: Gen. 129,7/m², N.pan. 31,8 / m². 50,2 R/Pan, L/Pan. 41,4 cm, peso de mil semillas 0,72 g, % de germinación 29,0 % y el RM.S 11,8 t/ha) difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo y el resto de los tratamientos aplicados a esas variables. Las propiedades físicas del suelo (tabla 10) valoradas en 0-10 y 10-20 cm de profundidad, donde la densidad real y aparente, fueron superiores en el testigo; 3,0 t/ha de humus de lombriz para la densidad aparente (10-20 cm), 6,0 t/ha de humus de lombriz para la densidad real, asimismo al aplicar NPK difiriendo significativamente ($P \leq 0,05$) del resto de los tratamientos, la porosidad no mostró diferencias con la influencia de los tratamientos, no así la humedad natural, la que se vio afectada por 9,0 t/ha de humus de lombriz y 60,0 t/ha de estiércol vacuno difiriendo ($P \leq 0,05$) significativamente del testigo y el resto de los tratamientos aplicados.

Tabla 9. Influencia de los tratamientos en el rendimiento, calidad y sus componentes (1999).

Variantes	RSP kg/ha	RSPG /m ²	TG /m ²	NP /m ²	RP /m ²	LP cm	PMIL g	GERM %	RMS t/ha
1- Testigo	43,9 d	11,6 b	72,5 d	23,3 d	33,0 d	26,2 b	0,42 d	13.4 c	5,4 c
2- 3,0t/ha H	46,0 d	12,7 b	72,7 d	28,3 c	38,5 c	27,9 b	0,43 d	14,3 c	7,1 bc
3- 6,0t/ha H	50,8 c	13,9 b	101,5 b	30,3 abc	40,7 bc	31,9 b	0,49 c	15,3 bc	7,6 bc
4- 9,0t/ha H	68,7 a	21,7 a	128,5 a	32,0 ab	48,4 a	40,9 a	0,71 a	21,4 a	10,9 a
5-20,0t/ha E	57,3 b	14,2 b	84,1 cd	29,3 b	39,8 bc	30,5 b	0,65 b	16,4 b	8,5 b
6-40,0t/ha E	58,3 b	12,4 b	88,4 c	28,6 c	44,8 ab	30,9 b	0,68 ab	13,4c	8,6 b
7-60,0t/ha E	67.5 a	22,1 a	128,0 a	33,0 a	49,2 a	41,1 a	0,72 a	20,2 a	11,1 a
8-NPKkg/ha	68,2 a	22,1 a	129,7 a	31,8 a	50,2 a	41,4 a	0,72 a	29,0 a	11,8 a
ES±	0,98	0,92	3.69	0,95	1,85	2,87	0,01	0,79	0,76

Duncan. (a, b, c) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$

Tabla 10. Influencia de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo (1999).

Variantes	DR0-10	DR10-20	DA 0-10	DA 10-20	Po 0-10	Po-10-20	HN 0-10	HN10-21
1-Testigo	2,74 a	2,72 a	1,94 a	1,96 a	29,0	27,7	11,20 b	11,97 c
2-3,0t/ha H	2,69 ab	2,66 b	1,83 b	1,86 a	32,0	34,0	11,52 b	13,62 bc
3-6,0t/ha H	2,68 ab	2,70 a	1,81 abc	1,85 ab	32,2	31,2	12,12 b	14,05 bc
4-9,01/ha H	2,61 b	2,69 a	1,69 bc	1,78 abc	35,0	34,0	15,15 a	16,87 a
5-20,0t/haE	2,62 b	2,60 b	1,79 abc	1,79 abc	31,2	31,2	10,90 b	12,35 c
6-40,01/ha E	2,52 c	2,45 c	1,66 bc	1,65 bc	34,0	32,5	11,47 b	15,05 ab
7-60,0t/ha E	2,40 d	2,42 c	1,64 c	1,63 c	33,7	32,5	16,17 a	16,82 a
8-NPKkg/ha	2,73 a	2,74 a	1,91 a	1,92 a	30,2	29,7	11,20 b	11,92 c
ES±	0,02	0,02	0,07	0,07	1,06 ns	0,95 ns	0,94	0,76

Duncan. (a, b, c) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$

Cuando se observó en la tabla 11 la influencia de los tratamientos sobre las propiedades químicas del suelo, el potasio fue afectado por 9,0 t/ha de humus de lombriz, difiriendo ($P \leq 0,05$) significativamente del resto de los tratamientos aplicados, así mismo el calcio y el magnesio se vieron influenciados por 6,0 y 9,0 t/ha de humus de lombriz y 9 t/ha de humus de lombriz y 20,0 t/ha de estiércol vacuno respectivamente difiriendo ($P \leq 0,05$) significativamente de los demás tratamientos, el pH se vio favorecido por todas las aplicaciones de los abonos orgánicos con diferencias ($P \leq 0,05$) significativas con el testigo y la aplicación de NPK. Se encontró además que la materia orgánica presentó sus mejores valores 3,09 y 3,23 % con 9,0 t/ha de humus de lombriz y 60,0 t/ha de estiércol vacuno respectivamente superando al resto de los tratamientos, las aplicaciones no provocaron diferencias en los valores de fósforo en el suelo.

Tabla 11. Influencia de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo (1999).

Variantes	K Cmol(+)g ⁻¹	P Mg kg ⁻¹	Ca Cmol(+)kg ⁻¹	Mg Cmol(+) kg ⁻¹	Ph H ₂ O	M.O %
1- Testigo	0,06 c	35,35	3,57 c	0,82 d	4,6 b	2,06 c
2- 3,0t/ha H	0,04 c	41,75	4,40 bc	1,07 d	5,9 a	2,52 be
3- 6,0t/ha H	0,05 e	43,25	4,80 a	1,50 c	5,8 a	2,57 abc
4- 9,0t/ha H	0,10 a	46,75	5,77 a	2,27 a	5,7 a	3,09 a
5- 20,0t/ha E	0,07 b	43,00	4,37 bc	1,62 a	5,9 a	2,45 be
6- 40,01/ha E	0,06 c	44,50	5,52 ab	2,12 ab	5,8 ab	2,77 ab
7- 60,01/ha E	0,09 ab	47,25	5,70 a	2,32 a	5,9 a	3,23 a
8- NPKkg/ha	0,05 c	48,25	4,45 bc	1,82 bc	4,6 b	2,35 bc
ES±	0,007	3,33 ns	0,37	0,14	0,10	0,004

Duncan. (a,b,c) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$

En cuanto a la influencia de los tratamientos (tabla 12) durante el tercer año (2000) en el rendimiento, encontramos que el RSP, RSPG, y el RM.S presentaron medias superiores (41,8 kg/ha, 17,7 kg/ha y 4,6 kg/ha) con los tratamientos 9,0 t/ha de humus de lombriz, 60,0 t/ha de estiércol vacuno y 180-50-75 kg/ha de NPK respectivamente y 40,0 t/ha de estiércol para el RSPG, difiriendo ($P < 0,05$) significativamente del testigo y el resto de los tratamientos, la calidad (peso de mil semillas, % de germinación) fue afectada por 9,0 t/ha de humus de lombriz, 60,0 t/ha de estiércol vacuno, 180-50-75 kg/ha de NPK para la primera, 60,0 t/ha de estiércol vacuno y 180-50-75 kg/ha de NPK para la segunda, difiriendo significativamente ($P \leq 0,05$) del resto de los tratamientos. Los componentes del rendimiento presentaron diferentes comportamientos ante los tratamientos, expresando las medias superiores, en los tallos generativos, número de panículas/m², racimos por panículas y longitud de la panícula para (9,0 t de humus de lombriz), con 20,0 t de estiércol fue superior el comportamiento en el número de panículas/ m² y racimos por panículas, así mismo con los tratamientos de 60,0 t/ha de estiércol vacuno y 180-50-75 kg/ha de NPK, afectaron los tallos generativos, número de panículas/ m², racimos por panículas y longitud de la panícula, presentando diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con el testigo y el resto de los tratamientos evaluados.

Tabla 12. Influencia de los tratamientos en el rendimiento, calidad y sus componentes (2000).

Variantes	RSP kg/ha	RSPG /m ²	TG /m ²	NP /m ²	RP /m ²	LP cm	PMIL g	GERM %	RMS t/ha
1- Testigo	9,4 c	9,7 c	8,7 c	22,2 bc	30,9 b	24,5 c	0,50 c	11,0 c	3,4 c
2- 3,0t/ha H	18,1 b	13,5b	9,5 c	20,2 c	36,4 ab	28,2 bc	0,51 c	15,0 cd	3,9 bc
3- 6,0t/ha H	18,2 d	12,7 b	9,4 c	29,7 b	35,1 ab	29,1 bc	0,40 d	14,0 bc	4,1 ab
4- 9,0t/ha H	41,8 a	17,7a	28,4a	54,7 a	38,1 a	37,3 a	0,68 a	17,0 bc	4,6 a
5-20,0t/ha E	19,3 b	11,8 b	16,1 b	51,4 a	37,7 a	31,ab	0,55 bc	13,0 dc	4,0 abc
6-40,0t/ha E	19,5 b	16,2 a	13,1 bc	50,5 a	35,6 ab	29,7 bc	0,60 b	18,0 ab	4,2 ab
7-60,0t/ha E	40,8 a	17,9 a	28,0 a	56,7a	40,4 a	37,1 a	0,70 a	19,0 a	4,5 ab
8-NPK kg/ha	41,0 a	17,5 a	29,3 a	55,6a	39,2 a	38,4 a	0,70 a	17,0 b	4,6 a
ES±	1,2	0,66	1,54	2,72	1,77	1,75	0,01	0,50	1,49

Duncan (a, b, c) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$.

El efecto de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo en éste año, se observa en la tabla 13, donde los mayores efectos se señalan sobre la densidad real de 0-10 cm de profundidad, para el testigo y la aplicación de 180-50-75 kg/ha de NPK y en la de 10-20 cm con el tratamiento anterior, de igual forma encontramos que es afectada por el testigo, la densidad aparente de 0-10 cm de profundidad, y por éste y 180-50-75 kg/ha de NPK a la profundidad de 10 a 20 cm difiriendo ($P \leq 0,05$) significativamente del resto de los tratamientos, la porosidad no fue afectada por los tratamientos usados, no así la humedad natural que manifestó con 9,0 t/ha de humus de lombriz y 60 t/ha de estiércol vacuno para la profundidad de 0-10 cm, y con ese último para la de 10 a 20 cm, medias superiores al resto de los tratamientos, difiriendo significativamente en ($P \leq 0,05$).

Tabla 13. Influencia de los tratamientos en las propiedades físicas del suelo (2000).

Variantes	DR 0-10	DR 10-20	DA 0-10	DA 10-20	Po 0-10	Po-10-20	HN 0-10	HN 10-20
1-Testigo	2,24 a	2,17 ab	1,86 a	1,87 a	17,00	13,50	11,35c	12,87abc
2-3,0t/ha H	2,10 a	2,05 e	1,07 be	1,63 b	20,25	20,50	12,22 bc	13,51 abc
3-6,0t/ha H	2,06 b	2,07 be	1,72 be	1,62 b	15,75	20,00	14,31 ac	10,09 c
4-9,01/ha H	2,06 b	2,07 be	1,74 be	1,63 b	16,00	19,50	15,28a	15,21 ab
5-20,0t/haE	2,13 b	2,10 be	1,76 be	1,75 ab	17,75	18,25	12,64 be	12,12abc
6-40,01/ha E	2,06 b	2,11 be	1,73 be	1,65 b	14,50	22,25	10,95 c	14,02abc
7-60,0t/ha E	2,10 b	2,11 be	1,62 c	1,67 b	23,00	25,00	15,76 a	16,89a
8-NPKkg/ha	2,26 a	2,23 a	1,83 ab	1,85 a	18,75	17,00	11,52 e	11,77 be
ES±	0,02	0,03	0,04	0,05	1,08 ns	0,93 ns	1,00	0,25

Duncan (a, b, c) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a $P \leq 0,05$

Se pueden apreciar los resultados (tabla 14) de la influencia de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo, donde la aplicación de 9,0 t/ha de humus de lombriz, afectó al potasio y a la materia orgánica difiriendo del testigo y los demás tratamientos en cuestión, de igual forma el calcio se vio afectado por 60,0 t/ha de estiércol vacuno, y así mismo el magnesio manifestó sus mejores medias con la influencia de 9,0 t/ha de humus de lombriz y 60,0 t/ha de estiércol vacuno, se observa además que el pH se ve favorecido con las aplicaciones de 6,0 y 9,0 t/ha de humus de lombriz y 60,0 t/ha de estiércol vacuno, las variables mostraron diferencias ($P \leq 0,05$) significativas con el testigo y el resto de las aplicaciones.

Tabla 14. Influencia de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo (2000).

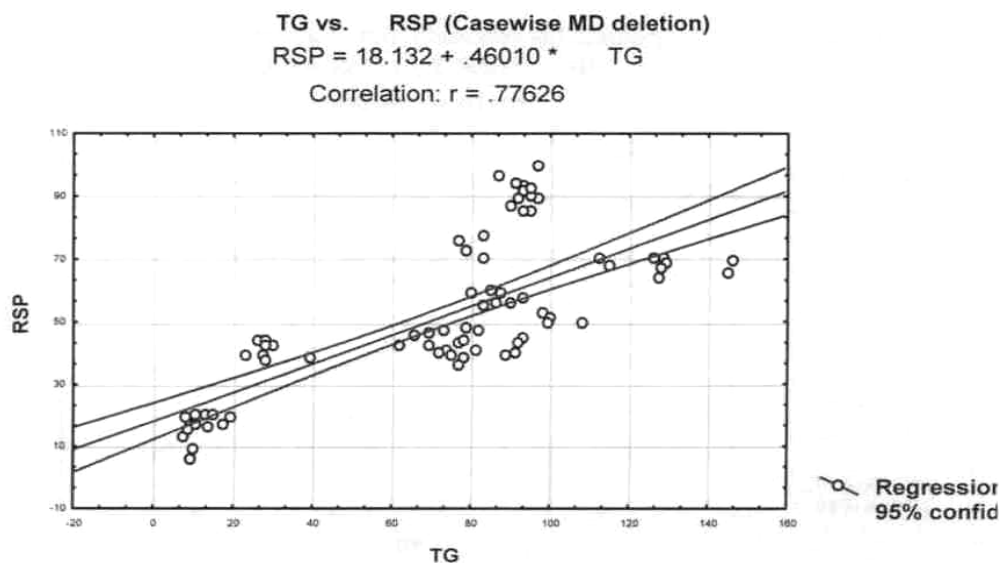
Variantes	K Cmol(+) kg ⁻¹	P Mg kg ⁻¹	Ca Cmol(+) kg ⁻¹	Mg Cmol(+) kg ⁻¹	Ph H ₂ O	M.O %
1- Testigo	0,06 bc	30,75	3,87 e	0,95 c	4,35 c	2,08 d
2- 3,0t/ha H	0,06 bc	33,60	4,10 c	1,15 bc	5,25 b	3,05 bc
3- 6,0t/ha H	0,07 ab	24,25	4,15 c	1,62 abc	5,7 a	3,34 ab
4- 9,0t/ha H	0,09 a	34,50	5,55 ab	2,10 a	5,6 a	3,34 a
5- 20,0t/ha E	0,06 bc	31,50	4,32 c	1,60 abc	5,2 b	2,98 c
6- 40,0t/ha E	0,07 ab	40,00	4,70 bc	1,90 ab	5,4 b	2,99 bc
7- 60,0t/ha E	0,08 ab	41,35	5,80 a	2,22 a	5,8a	3,21 bc
8- NPKkg/ha	0,07 ab	43,80	4,70 bc	1,75 abc	4,5 e	3,18 bc
ES±	0,004	4,47 ns	0,31	0,26	0,07	0,02

Duncan (a, b, c) Promedios con superíndices no comunes en la misma columna difieren significativamente a P≤0,05

3.1 Correlaciones

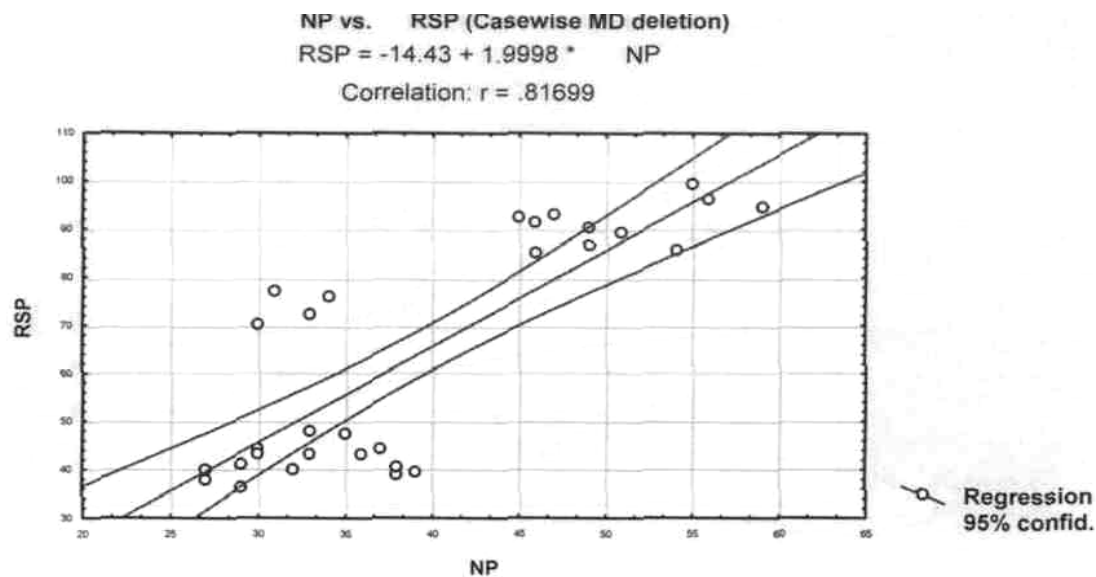
Cuando se evaluó la correlación entre los componentes del rendimiento con el rendimiento de semillas puras, encontramos relaciones significativas y positivas entre el rendimiento de semillas puras con el número de racimos por panículas, los tallos generativos, la longitud de las panículas, el peso de mil semillas, el número de panículas y el % de germinación con un comportamiento de los coeficientes de correlación que van de 0,39 hasta 0,81 para un nivel de significación de P≤ 0,05, destacándose los coeficientes encontrados cuando se correlacionaron, los tallos generativos, el número de racimos por panículas, el peso de mil semillas y el % de germinación, los que se observan en los gráficos del 2-7.

Gráfico 2. Correlación entre los tallos generativos y el rendimiento de semillas puras.



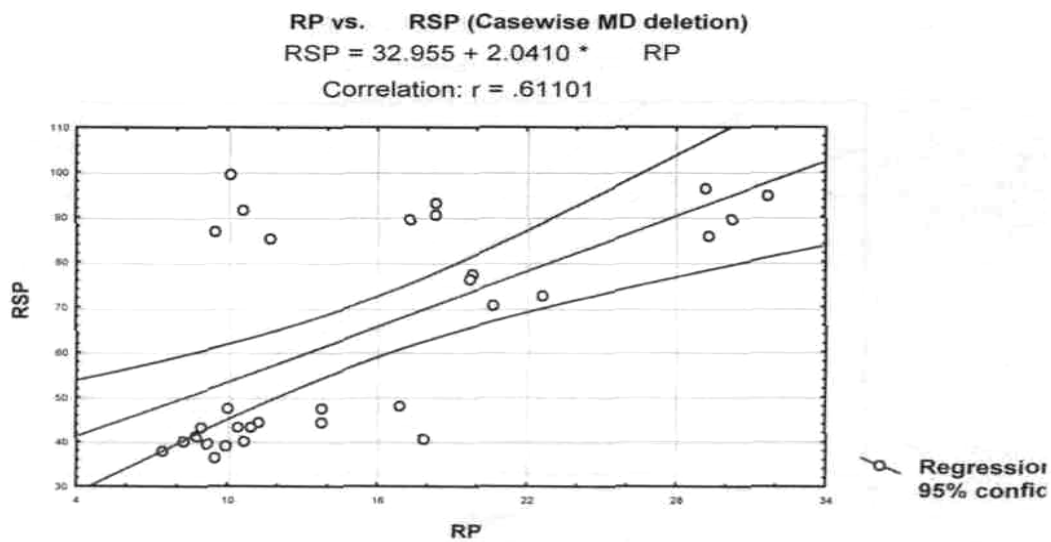
Es b± 1.21

Gráfico 3. Correlación entre el número de panículas y el rendimiento de semillas Duras.



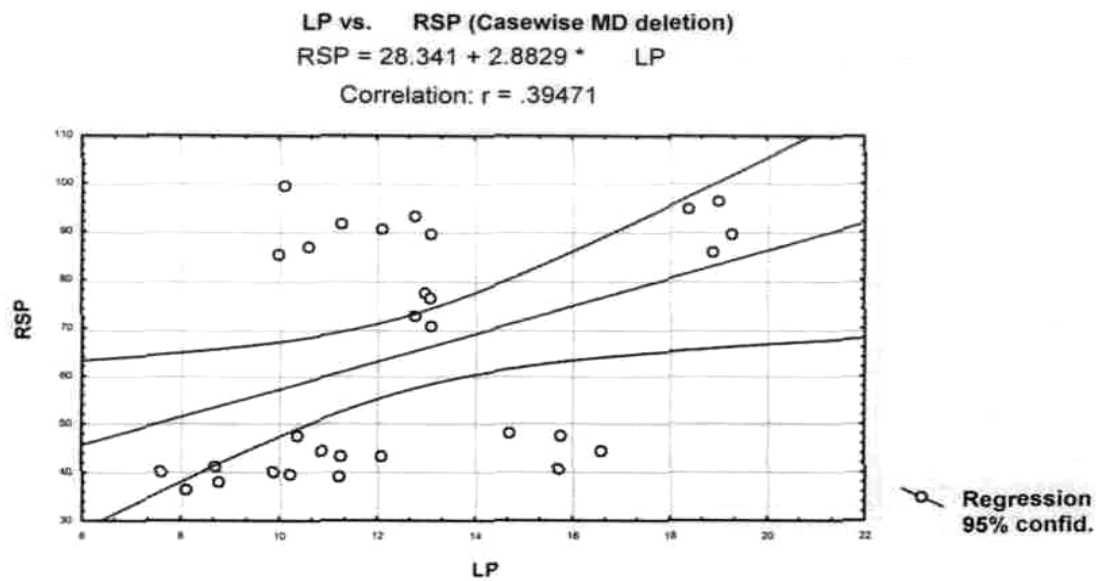
S $b \pm 1.14$

Gráfico 4. Correlación entre los racimos por panículas y el rendimiento de semillas puras.



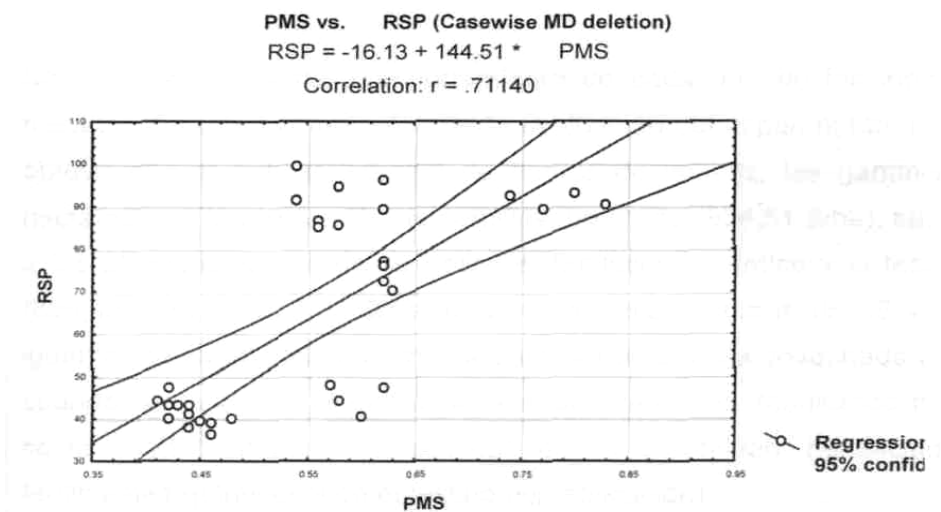
ES $b \pm 1.13$

Gráfico 5. Correlación entre la longitud de la panícula y el rendimiento de semillas puras.



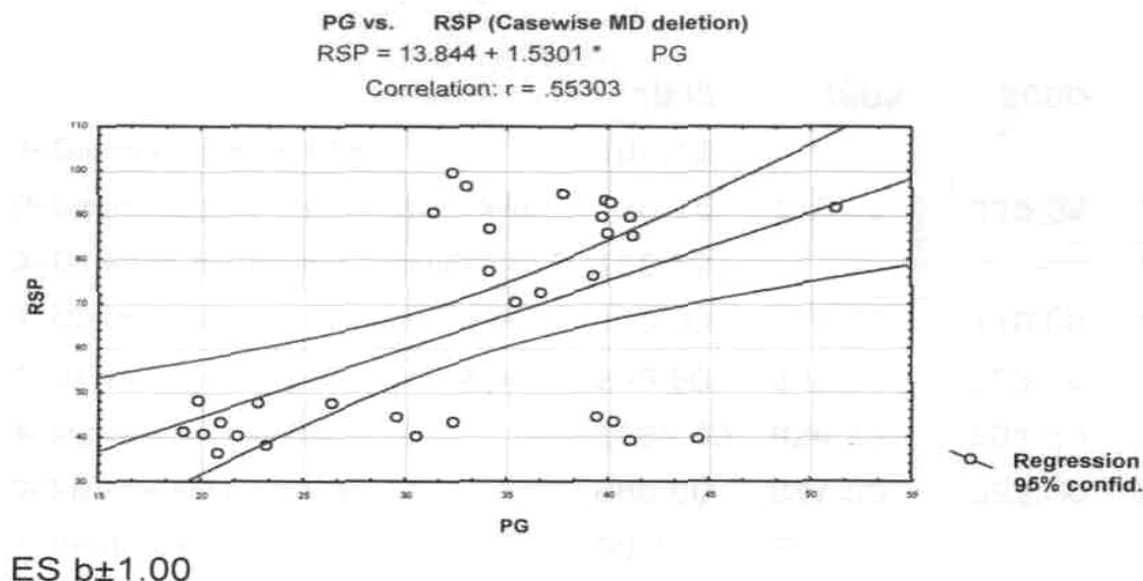
ES $b \pm 0.90$

Gráfico 6. Correlación entre el peso de 1000 semillas y el rendimiento de semillas puras.



ES $b \pm 0.01$

Gráfico 7. Correlación entre el % de germinación y el rendimiento de semillas puras.



3.2 Evaluación económica

Se tomó la media del comportamiento de cada uno de los indicadores medidos durante los tres años de la evaluación del experimento, donde se obtuvo que al aplicar 9,0 t/ha de humus de lombriz, las ganancias por hectáreas en la producción de semillas fueron de (964,51 \$/ha), superiores a las alcanzadas cuando se aplicó el fertilizante químico y el testigo con (669,43 \$/ha) y (377,08 \$/ha) respectivamente (tablas 15, 16 y 17), de igual forma se encontró un menor costo/kg de semilla cosechada (8,36 \$), cuando se le aplicó al cultivo este abono orgánico, resultando mayor el costo (11.97 \$/ha) y (23,87\$/ha) en la plantación beneficiada con fertilizantes químicos y en el testigo (sin aplicación).

Tabla 15. Valoración económica de la producción de semillas para una hectárea aplicando 9,0 t/ha de humus de lombriz.

	1998	1999	2000	X
1-Gastos en siembra \$/ha	185,12	-	-	185,12
2-Gastos en atenciones culturales /ha	120.15	115.32	115.32	116.93
3-Gastos en fertilización orgánica /ha	158.22	-	-	158.22
4-Gastos en cosecha de semillas \$/ha	110.08	110.08	110.08	110.08
5-Gastos en cosecha de f. Verde \$/ha	205.50	205.50	205.50	205.50
6-Ingresos por semillas \$	1088.40	824.40	501.60	804.80
7-Ingresos por f, verde \$	880.00	847.50	392.50	706.66
8-Rendimiento de SP kg/ha	90.7	68.7	41.8	67.06
9-Ganancia \$/ha	1189.33	1241.00	463.20	964.51
10- Costo /kg de semillas	8.58	6.27	10.30	8.38

Tabla 16. Valoración económica de la producción de semillas para una hectárea aplicando fertilizantes químicos (NPK).

	1998	1999	2000	X
1- Gastos en siembra \$/ha	185.12	-	-	185.12
2- Gastos en atenciones culturales \$/ha	120.15	115.32	115.32	116.93
3- Gastos en fertilización química \$/ha	246.00	246.00	246.00	246.00
4- Gastos en cosecha de semillas \$/ha	110.08	110.08	110.08	110.08
5- Gastos en cosecha de f. Verde \$/ha	205.50	205.50	205.50	205.50
6- Ingresos por semillas \$	1095.60	818.40	492.00	802.00
7- Ingresos por f, verde \$	700,00	742.50	282.50	575.00
8- Rendimiento de SP kg/ha	91.3	68.2	41.0	66.80
9- Ganancia \$/ha	929.10	981.60	97.60	669.43
10 - Costo /kg de semillas	9.49	9.92	16.50	11.97

Tabla 17. Valoración económica de la producción de semillas para una hectárea, con el tratamiento testigo (sin aplicación).

	1998	1999	2000	X
1- Gastos en siembra \$/ha	185.12	-	-	185.12
2-Gastos en atenciones culturales \$/ha	120.15	115.32	115.32	116.93
3' Gastos en cosecha de semillas \$/ha	110.08	110.08	110.08	110.08
4- Gastos en cosecha de f. Verde \$/ha	205.50	205.50	205.50	205.50
5- Ingresos por semillas \$	466.80	526.80	112.80	368.80
6- Ingresos por f, verde \$	572.50	565.00	370.00	502.50
7- Rendimiento de SP kg/ha	38.9	43.9	9.4	30.7
8- Ganancia \$/ha	418.45	660.90	51.90	367.08
9 - Costo /kg de semillas	15.96	9.81	45.84	23.87

Capítulo 4. Discusión

Uno de los factores agrotécnicos más importantes para incrementar la producción de semillas de las plantas forrajeras, lo constituye la fertilización, sin embargo, la carencia de fertilizantes químicos, unido a la necesidad de conservar el medio ambiente sugiere desarrollar prácticas y sistemas agrícolas sostenibles que mantengan la producción. En éste sentido, los abonos orgánicos pueden jugar un papel importante, teniendo en cuenta la escasa disponibilidad de fertilizantes minerales a causa de sus altos precios en el mercado.

4.1 Rendimiento de semilla de guinea likoni

El efecto de los abonos orgánicos estudiados sobre los rendimientos de semilla, (SP y SPG) alcanzados en nuestros estudios fueron significativos, en la misma medida que el fertilizante químico aplicado; concordando con los exitosos resultados encontrados en Cuba referente a la aplicación de diferentes dosis de estiércol vacuno para la producción forrajera en muchos suelos de la ganadería (Crespo y Arteaga, 1986). Así mismo los más altos rendimientos de semillas durante los tres años que se evaluaron, se obtuvieron con las aplicaciones de 9 t/ha de humus de lombriz y 60 t/ha de estiércol vacuno, las que aumentaron los rendimientos de 78-90% para el humus y de 80-84 % para el estiércol, con relación al testigo e igualándose éstos al fertilizante químico, así mismo dosis de 6 t/ha de humus de lombriz y 40 t/ha de estiércol vacuno produjeron rendimientos superiores al control, estos resultados coinciden con lo planteado por algunos autores respecto a que el estiércol vacuno y el humus de lombriz en la producción de semillas de especies forrajeras pueden sustituir total o parcialmente a los fertilizantes químicos (Matías, 1996, Pérez, Matías, Yolanda González y Alonso, 1997), de igual forma (González, Vieito, Ramírez y Cruz, 2000) encontraron una positiva influencia de la fertilización orgánica en la producción de forraje y semilla de *Canavalia ensiformis* (L) DC, donde la aplicación de 4 t de vermicompost y 20 t de estiércol vacuno/ha incrementaron los rendimientos de semilla y forraje hasta 51 y 77 % respectivamente con relación al testigo produciendo efectos similares a los alcanzados con la fertilización mineral.

Los valores de rendimiento de semillas puras aquí alcanzados se movieron de 91.4, 91.3, 90.7 kg/ha para los tratamientos de 60 t/ha de estiércol, 180-50-75 kg/ha de NPK y 9.0 t/ha de humus de lombriz en el primer año, a 41.8 , 41.0 y 40.8 kg/ha de semillas en el tercer año para 9 t/ha de humus de lombriz, 180-50-75 kg/ha de NPK y 60 t/ha de estiércol vacuno; éstos resultados fluctúan entre los referidos por (Humphreys y Riveros, 1986) para el rendimiento máximo de semillas de gramíneas tropicales que se encuentran entre los 52-452 kg/ha/cosecha, y coinciden con los señalados por (Matías y Sánchez, 1984) en guinea likoni, donde en los mejores tratamientos obtuvo 177 y 47 kg/ha de semilla llena el primero y segundo año respectivamente, sin embargo (Pérez y Rolo, 1998) obtuvieron sobre suelos Ferralíticos Rojos el primer año entre 426 y 826 kg/ha y el segundo año entre 296 y 463 kg/ha. Es por ello que los rendimientos aquí alcanzados pueden ser buenos si tenemos en cuenta las características físico-químicas de estos suelos, ácidos y de baja fertilidad natural. De ahí que le atribuímos las mejores respuestas a las más altas dosis de los tratamientos aplicados, ya que al parecer aportaron suficientes nutrientes asimilables para los requerimientos del pasto y suplir el déficit encontrado en el suelo, (González, Eguarte y Galina, 1996).

La disminución de los rendimientos de semillas del primer al tercer año se debió fundamentalmente a que las siembra se efectuó con macollas provenientes de un banco de semilla en explotación, y en ésta pudo ocurrir una competencia biológica entre los individuos, que impidió a los tallos vegetativos transitar a reproductivos, independientemente de los aportes de nutrientes ofrecidos por los tratamientos y el suelo, (Febles, Ruiz, Padilla, Pérez, Aguiar y Guizado, (1997). Al igual que ésta, el resto de las gramíneas pratenses, luego de un tiempo de explotación envejecen (Pérez, 1990) y comienzan a disminuir sus rendimientos drásticamente, de una u otra forma para cada especie (Pérez, Matías, González y Alonso, 1997, Pérez, Matías y Yolanda González, 2000) por su parte, (Gómez, Vieito, González y Arias, 1992) señalan que una disminución marcada en los rendimientos de semillas de algunas especies de gramíneas tropicales a partir del segundo año de explotación es frecuente. Según Humphreys, (1976) ese efecto es causado por la relación negativa que existe entre la edad del sembrado y la fertilidad de los brotes, así como entre la densidad de brotes y su fertilidad. El descenso de los rendimientos de SP y SPG del segundo y tercer año pudo ser debido a factores del suelo, fertilidad y manejo realizado, así como el característico decline que aparece regularmente en ésta especie, que según (Padilla y Febles, 1980), es atribuible a un exceso de población y pérdida del vigor juvenil.

De suma importancia y positivo consideramos los rendimientos de producción de semillas que cronológicamente aquí se alcanzan ya que una de las características más importantes que determinan las posibilidades semilleras de una planta es la producción de semilla pura, es decir, semilla morfológicamente formada (Gutiérrez et al, 1990), debido a que éste componente lleva implícito las características que necesita ésta especie para germinar, crecer y establecerse adecuadamente en condiciones dadas.

Es evidente además que ésta especie al florecer independientemente de la longitud del día, la conducción del corte, el manejo de la densidad de plantas, así como la adecuada aplicación de los fertilizantes pudiera dirigirse a promover variaciones en el rendimiento de semillas (Chen, Aminah, Khainiddin, 1995) en el tiempo, que permita lograr una estabilidad en los resultados que se obtengan progresivamente cada año (Matías y Sánchez, 1984 y Pérez, Matías y Navarro, 1989), aspectos a tener en cuenta cuando se cultiva en suelos degradados y de baja fertilidad, los que requieren un suministro adecuado de nutrientes para aumentar su productividad (Lynd y Ansman, 1993).

En cuanto a los componentes del rendimiento de semillas (# de panículas, racimos por panículas, longitud de la panícula y los tallos generativos) éstos sintieron el efecto diferente de los tratamientos (Tabla 6, 9, 12), al observarse que a pesar de que éstos caracteres poseen un amplio dominio genético (Febles, 1981) pudieron expresar su potencial en los tratamientos donde las plantas estuvieron bien nutridas (Mesa, Hilda Machado, Marta Hernández, 1990) no así en aquellas que las características físico-químicas del suelo y las menores dosis no le proporcionaron suficientes nutrimentos para ello encontrándose ahí los peores rendimientos de SP y SPG, confirmando el diverso comportamiento de éstos componentes (Dwivedi, Sinha, Turner y Dixit, 1991) para las gramíneas tropicales frente a determinados factores del suelo o el clima que son muy variables e inestables, lo que nos permite afirmar que éstas producen semillas en condiciones poco uniformes.

El aporte de nitrógeno de los abonos orgánicos aplicados, así como el fertilizante químico, permite reafirmar con los resultados de éste trabajo el papel determinante y el gobierno que ejerce éste elemento en la producción de semillas (Anslow, 1962) dado por su marcada influencia en los componentes del rendimiento, así mismo fue encontrado que el número de panículas fue inferior al no aplicar fertilizantes y la producción de semillas ascendió de 20 a 100 kg/ha/año al aplicar nitrógeno (Febles, Ruiz, Guizado, Aguilar, 1986, Mecelis y Olivera, 1986), los que señalan que la aplicación de éste elemento tuvo un efecto positivo y significativo en la producción de MS, número de vástagos/m², número de vástagos fértiles/ m² y número de ramificaciones por inflorescencia, así como sobre la producción de semillas puras y germinables.

Las condiciones locales y los tratamientos aplicados tuvieron una influencia muy directa en los resultados obtenidos en el rendimiento de SP y SPG, mostrada por ésta especie aún cuando los componentes biológicos que intervienen en la producción de las semillas tropicales son muy variables y se encuentra a menudo que no hay respuesta a tratamientos específicos (Febles, 1981, Humphreys, 1981, Febles et al 1996), no siendo así en los resultados alcanzados en nuestro trabajo.

El peso de la semilla es un importante atributo, que está estrechamente vinculado con el vigor de la germinación, que contribuye a obtener mejores resultados en el establecimiento del pasto, especialmente en una situación de competencia con otras especies o al encontrarse en un ambiente con limitaciones (Humphreys, 1987), al medir éste importante indicador de la calidad (peso de mil semillas), en nuestro trabajo, durante los años de estudio, encontramos que los valores obtenidos están dentro del rango de los alcanzados por (Andrade, Thomas y Ferguson, 1983), 52-99 mg/100 g y los hallados por Sidak y Seguí (1978), en mil semillas, con un peso de 0,86 g \pm 0,10.

En nuestro caso, además de tener en cuenta cuestiones relacionadas con la calidad y momento de la cosecha, grado de madurez de la semilla para el adecuado comportamiento de éste indicador, observamos que existe una marcada influencia (positiva y directa) de las más altas dosis de los tratamientos aplicados (9.0 t/ha de humus, 60 t/ha de estiércol, 180-50-75 kg/ha de NPK) sobre el peso de las semillas, difiriendo significativamente ($P < 0,05$), del testigo y el resto de los tratamientos en cuestión, lo que evidencia que éste componente del rendimiento de semilla puede variar en correspondencia con las posibilidades nutricionales que le proporcionen a ésta especie, coincidiendo con (González, Vieito, Ramírez y Cruz, 2000) los que reportaron aumentos de más de un 30% en los rendimientos de semilla de canavalia, con la aplicación de fertilizantes minerales u orgánicos.

La germinación alcanzada a los 7 meses, por la semilla cosechada cada año, demostró con sus máximos valores de germinación registrados, que la semilla de éste cultivar almacenado al ambiente rompe su latencia en ese periodo de tiempo, alcanzando aquí los mayores % de germinación. Estos porcentajes de germinación están dentro del rango que reportan (Sidak y Seguí, 1978) en algunos clones del cv. Likoni y Uganda que fue de 0 hasta 42 %. Se demuestra en nuestro resultado sobre éste indicador, que fue susceptible a los fertilizantes aplicados ya que en las plantas mejores nutridas, la germinación fue mayor aunque la respuesta no fue igual en cada año, lo cual guardó estrecha relación con el efecto residual que propició cada tratamiento en la magnitud de la dosis aplicada, similar respuesta encontró (Matías, 1996, Pérez y Suárez, 1997 y González et al, 2000) los que observaron que la fertilización orgánica incrementa la producción y mejora la calidad de la semilla de numerosas especies forrajeras.

4.2 Rendimiento de materia seca

El rendimiento de materia seca/ha en la guinea likoni fue una variable sensiblemente afectada por los diferentes tratamientos, tal fue así que en cada año se destacaron los resultados avalados por (9 t/ha de humus de lombriz, 60 t/ha de estiércol vacuno y 180-50-75 kg/ha de NPK) que produjeron rendimientos que van desde 14.5, 12.2 y 11.8 t MS/ha/año en el primer año y 4.6 , 4.5 , y 4.6 t MS/ha/año para el tercer año de éstos tratamientos respectivamente.

Consideramos de aceptables los rendimientos obtenidos, cuando los comparamos con 10,87 t MS/ha/año, que mostró en los suelos rojos de la EEPF; "Indio Hatuey", así mismo cuando se superó, a la común, a la SIH-127 y a la peluda, sin diferir de los cvs Uganda y Makueni, cuando se evaluó conjuntamente con 25 cultivares de varias especies (Gerardo y Oliva, 1979) por lo que ésta especie es considerada como uno de los pastos que más ha rendido (20.9 t MS/ha/año) por (Oliva, Machado, Lorenzo y Ortiz, 1979). De igual forma fue antes evaluado, en éstas mismas condiciones edafoclimáticas, donde éste pasto alcanzó mayor rendimiento y altura que el resto de los pastos evaluados (Hernández, Machado y Gómez, 1981). También a ésta especie se ha referido, (Delgado et al, 1990), considerándola como una de las plantas pratenses de mayor importancia en Cuba, por sus altos rendimientos de materia seca, que están dentro de las mayores de las gramíneas tropicales. Por lo que le atribuimos al descenso de éste indicador a la senectud del pasto, que de igual forma no responde a los nutrientes encontrados en el suelo, así como el decline de la fertilidad del mismo, en su efecto residual, lo cual no pudo ser suficiente para sostener las cosechas sin producir afectaciones en el rendimiento de MS.

4.3 Correlaciones

Se efectuó el análisis de las correlaciones entre los componentes del rendimiento y el rendimiento de semillas puras de la guinea likoni (*Panicum maximum* cv. Likoni), las que son a lo sumo muy complejas por la diversidad de respuestas que pueden ofrecer, cada uno de éstos componentes, debido a la interacción e influencia que ejercen sobre ellos las variaciones constantes del clima y los procesos dinámicos del suelo, por lo que en éste tipo de relaciones interactuantes, se han hecho pocas precisiones por los autores, trayendo consigo pocas referencias acerca de ello.

Se encontró una correlación positiva y significativa ($P \leq 0,05$) de la producción de semillas puras, con los tallos generativos, número de panículas/m², racimos por panículas/ m², peso de mil semillas, longitud de la panícula y el % de germinación. El rendimiento de semillas depende fundamentalmente del número de vástagos que se han formado (Febles, Ruiz, Padilla, Pérez, Miriam Aguiar e Idolidia Guizado, 1997) y del momento en que éstos comienzan a crecer en la proporción en que ocurre la diferenciación floral y en el tamaño de la inflorescencia que se produce.

También (Mecelis y Olivera, 1986) encontraron que la producción de semillas correlacionó positivamente con el número total de vástagos, número de vástagos fértiles y % de vástagos fértiles. De igual forma, (Bilbao, et al, 1980) destacan la relación de que al incrementarse el número de panículas, se incrementa la producción de semillas.

Los coeficientes de correlación de los factores analizados son positivos y significativos destacándose los relacionados con los tallos generativos, número de panículas, racimos por panículas, peso de mil semillas y el % de germinación, los que justifican con su comportamiento, su marcada influencia en el rendimiento de semillas (Matías, Pérez y Pao, 1983); similar resultado manifestó la presencia de tallos generativos, que como componente principal, su incremento aumentó (a densidad de la inflorescencia y por ende el rendimiento de semillas. También (Shuan y Jun Quan, 1993) manifiestan, que el incremento de semillas limpias, fue debido a una mayor densidad de las inflorescencias y a su vez la densidad de las inflorescencias es el principal componente del rendimiento a través del cual el N incrementa el rendimiento de semillas (Humphreys y Riveros, 1986) y que pueden variar con la época.

Los valores positivos encontrados en las correlaciones entre los tallos generativos, la longitud de las panículas, número de panículas, racimos por panículas, y el peso de mil semillas, con el rendimiento de semillas puras, ponen de manifiesto que éstos componentes del rendimiento deciden en cada proceso un buen resultado en la producción de semillas, si se tienen en cuenta a la hora de influir sobre ellos, con prácticas agronómicas integradas, como la fertilización orgánica con el objetivo de que manifiesten su potencial de producción genético, así mismo y no menos importante dejan de ser, el peso de mil semillas, y el % de germinación, elementos que actúan estrechamente ligados al rendimiento de semillas y en la misma proporción resultan ser linealmente estables en esta especie.

4.4 Efecto sobre las propiedades físicas del suelo

En el suelo existen factores inhibidores del desarrollo de las plantas, como es la textura, la cual está relacionada con el número de poros y su tamaño, con la densidad aparente (d_a), por lo que la densidad de los suelos de buena textura es usualmente pequeña, y la de los suelos de textura mala, compacto es mayor (Suelos de Cuba, 1982). Las plantas necesitan además de sustancias nutritivas; el agua y necesitan el aire que llenan los poros de los suelos, que se ocupan en parte de oxígeno y en parte de agua, estos suelos bien aireados son suficientes para la respiración radicular, lo que es importante, porque la planta sólo si une la absorción de los nutrimentos con los procesos respiratorios es capaz de extraer las sustancias nutritivas de la solución del suelo.

La aplicación de los tratamientos de abonos orgánicos le concedieron y le mantuvieron durante los años de evaluados los valores más bajos de la densidad aparente y real al suelo. (Arteaga, 1991), que al testigo (sin aplicación) y al fertilizante mineral (Primavesi, 1990), cuyos valores se encuentran en el rango normal para éste tipo de suelo 1.35 y 2.68, para la densidad aparente y real respectivamente, existiendo una relación inversa donde los valores más bajos dentro del rango representan las mejores características físicas de éstos suelos, dado fundamentalmente por el contenido de materia orgánica que le aportan los abonos aplicados a ellos (Anón, 1984), favoreciéndole desarrollo de las raíces y su respiración, la humedad y la absorción de los nutrientes por la guinea likoni, y por consiguiente en esa misma proporción se reflejan los rendimientos de semilla que se alcanzan (Matías, 1996). Como consecuencia se vio favorecida la humedad natural encontrada en éste suelo, por las dosis más altas de los abonos orgánicos (9.0 t/ha de humus de lombriz, 40 y 60 t/ha de estiércol vacuno) con diferencias significativas con el resto de los tratamientos ($P < 0.05$), ésta característica le permitió al suelo mejorar la fauna edáfica, entre otras cualidades, así como los macro y micro organismos que habitan y actúan benéficamente sobre el estado físico del suelo, cuya vida depende en gran medida de ellos, (Kolmans y Vázquez, 1996) los cuales ejercen una función vital con respecto a la estructura y al ciclo de nutrientes en los ecosistemas tropicales (Lavelle, Dangerfield, Fragoso, Eschenbrenner, López-Hernández, Pashanasi y Brussaard, 1994, Crespo y Rodríguez, 2000).

De acuerdo con los resultados encontrados, cuando se valoró la porosidad del suelo, donde se expresa claramente que no hubo un resultado diferente de los tratamientos sobre ésta propiedad física, aunque debemos señalar que los valores de la porosidad registrados durante el primer año (Klimes, 1970) se encuentran evaluados dentro de la categoría de bajas a medianas, y en los años sucesivos de muy bajas, provocado por una progresiva compactación a causa del pisoteo y el uso indebido de los implementos con alto contenido de humedad, (López, 1996), lo cual pudo haber provocado una disminución, sobre todo de la macroporosidad, que se traduce en disminución de la velocidad de infiltración y de la aireación, resultando un obstáculo para el desarrollo de las raíces y una disminución del contenido medio en el suelo. Esto pudo influir de alguna manera en el desarrollo de las funciones fisiológicas de la plantación y por ende esto se suma a los aspectos negativos que influyen en la caída progresiva de los rendimientos en las gramíneas (Pérez et al, 1997).

4.5 Efecto sobre las propiedades químicas del suelo

La valoración de los resultados en éste trabajo debe partir de la observación de algunas de las características químicas que presenta éste suelo (Tabla # 2), antes de ser aplicados los tratamientos en cuestión, que de forma general estamos en presencia de un suelo desaturado, con bajo contenido de materia orgánica, fósforo y potasio asimilable, una elevada acidez, caracterizada por Ph menores de 6. Estas características están estrechamente relacionadas con la génesis de éstos suelos, que fueron formados a partir de rocas metamórficas (Esquistos cuarcíticos) y en los cuales han tenido lugar los procesos de ferratización y lixiviación, que producen una fuerte pérdida de las bases a través del perfil y la aparición del I-T en el complejo de cambio (Academia de Ciencias de Cuba. 1979; Jouravieva, 1996), que constituye una reserva potencial, difícilmente intercambiable (acidez hidrolítica) que en el transcurso del tiempo y con la pérdida de las bases constituye una fuente de acidificación (Cabrera, 1991). Después de haber aplicado los tratamientos encontramos que los abonos orgánicos provocaron cambios importantes en el contenido de nutrientes en el suelo, no así el fertilizante químico, lo que permitió alcanzar diferentes rendimientos de semillas según las dosis y el tipo de tratamiento aplicado, lo cual no permitió que continuara la disminución de la fertilidad del suelo en éste caso. de ahí que los abonos orgánicos y sobre todo las dosis más altas incrementaron los tenores de K, P y MO en el primer año, mostrando diferencias con el resto de los elementos, mientras que los años sucesivos de evaluación el valor del Ph aumentó, así como el K, Ca, Mg y la MO, que tuvieron un comportamiento diferente, según los tratamientos, sobre todo en el testigo y NPK, éstos incrementos observados, son frecuentes en éste tipo de fertilización (Watabase, 1993, y Cumming. 1991), que señala incrementos de cloruro de Ca y Mg extractables en áreas de pastos mejorados, de igual forma otros autores han encontrado incrementos

significativos al utilizar fertilización orgánica en leguminosas (Matías, 1996) y gramíneas (Kamiyama, Fujimara y Funohashim 1995) atribuible a la mejora en la disponibilidad de nutrientes, así como a un posible incremento de la población de microorganismos, que pudieran interactuar de forma beneficiosa con la planta.

A diferencia del fertilizante químico y el testigo ($p \leq 0,05$) los resultados aquí discutidos evidencian que la respuesta sobre el incremento de las propiedades químicas en éstos suelos ácidos y de baja fertilidad, han sido más efectiva cuando se aplicaron el estiércol vacuno y el humus de lombriz, que por sus características y composición (Crespo y Arteaga, 1982, 1984, Ramón et al, Ruiz et al, 1994) y Longson, 1994, contiene la mayor parte de los nutrientes en forma asimilable para la planta, elementos minerales muy efectivos para mejorar el suelo, es por ello que con dosis relativamente bajas pueden corregir las deficiencias en el suelo y ejercer un efecto positivo en sus propiedades que le permite sustituir total o parcialmente los fertilizantes químicos, con lo que se logran además atenuar los efectos de la contaminación ambiental, abaratar los costos y obtener rendimientos aceptables con menos cantidad de fertilizantes (Altieri, 1997), todo esto concuerda con lo aprobado en la Cumbre de Río de Janeiro por los Jefes de Estado y Gobierno; plasmado en la Agenda 21, documento para la acción ambiental y global, donde en su sección "Manejo del suelo" plantea, "El desarrollo agrícola sostenible implica la combinación de fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes" (Sánchez, 1994), aspectos que Cuba ha adoptado y adecuado de acuerdo a las condiciones actuales.

4.6 Consideraciones económicas

Es importante hacer una aceptada valoración económica de los sistemas de producción de semillas, ya que ésta actividad requiere de ciertos insumos para alcanzar altos y estables rendimientos, y sobre todo de naturaleza orgánica (Altieri, 1997) los que deben estar avalados por una factibilidad económica, que garanticen la sostenibilidad del sistema.

En cuanto a los costos, donde se tuvo en cuenta los relacionados con (a realización de la siembra, atenciones culturales al cultivo, las cosechas realizadas, así como los gastos en la manipulación y aplicación del fertilizante orgánico, los cuales fueron relativamente bajos, máxime cuando se utilizan recursos locales y no se emplea la maquinaria agrícola que encarecen un tanto la actividad, cuando se usa para la manipulación, traslado y la aplicación.

De otra forma el uso de los fertilizantes químicos, cuyos componentes en su mayoría son de importación o son importados totalmente, sus precios son sumamente altos, a ello debe agregársele los costos que trae consigo el traslado desde puertos, industrias o almacenes, todos mayormente a largas distancias. De ahí que los gastos en que se incurren con la aplicación de los fertilizantes minerales, (Suárez y Pérez, 1995) suelen ser más altos que en los sistemas de producción orgánica, y sobre todo porque en ocasiones sólo se puede sostener los altos rendimientos durante su aplicación, (González, Eguiarte, Calina, 1996), que encarecen aún más el sistema (Pérez et al, 1997), así como las consecuencias negativas que le proporciona al medio ambiente.

Atendiendo a la media de los resultados económicos alcanzados durante los tres años, donde se valoró la producción de guinea likoni, se encontró que al aplicar 9,0 t/ha de humus de lombriz, se obtuvo el 10 y el 42% más de los ingresos, que cuando se usaron los fertilizantes minerales y el testigo respectivamente; así mismo el costo/kg de semilla cosechada se incrementó en un 30 y 65 % más, al hacer un uso similar de los tratamientos antes mencionado, con respecto a la dosis del abono orgánico. De ahí que las ganancias/ha que se alcanzaron, representan el 44 y el 61 % más, que cuando fueron aplicados el fertilizante químico y el testigo respectivamente (Tablas 14, 15 y 16), confirmando así al uso de los abonos orgánicos una supremacía total en éstos sistemas de producción de semillas, (Pérez y Suárez, 2001. De ahí que la agricultura orgánica sea un sistema productivo, (Altieri, 1997), que propone evitar e incluso excluir totalmente los fertilizantes y pesticidas sintéticos de la producción agrícola.

Conclusiones

- Los abonos orgánicos causaron un efecto positivo en las propiedades hidrofísicas del suelo, así como un incremento del contenido de P, K, Ca, Mg, y la MO, mostrando un aumento sensible del Ph a partir del segundo año.
- Las aplicaciones de 9.0 t/ha de humus de lombriz y 60.01/ha de estiércol vacuno produjeron rendimientos de semillas similares a los alcanzados con el fertilizante químico y superior al testigo, durante los 3 años de evaluación.
- Se pueden sustituir totalmente, las aplicaciones de fertilizantes químicos para la producción de semillas de guinea likoni, por las dosis de 9.0 t/ha de humus de lombriz o 60-0 t/ha de estiércol vacuno.
- Existen correlaciones positivas y significativas entre el rendimiento de semillas puras, el número de tallos generativos, número de panículas, racimos por panículas, longitud de la panícula, el % de germinación, y el rendimiento de materia seca.
- Es factible económicamente, el uso de los abonos orgánicos, en sistemas para la producción de semillas de guinea likoni, ya que se incrementan las ganancias económicas en un 44 y el 61%, con relación a los fertilizantes minerales y al testigo, aumentan los costos/kg de semilla, en un 30 y 65% más, al utilizar los fertilizantes químicos o no aplicar.
- Los resultados que aquí se concluyen, sobre las diferentes dosis usadas, nos permite llevarle a los investigadores el diseño para otras investigaciones más profundas en este campo, que acorralen los problemas de la producción de semillas en estos suelos.

Recomendaciones

- Continuar las evaluaciones, para precisar en el tiempo, el momento óptimo para volver a aplicar los abonos orgánicos, así como conocer la dinámica evolutiva del suelo, en cuanto a su estado físico y químico.
- La aplicación de 9,0 t/ha de humus de lombriz o 60,0 t/ha de estiércol vacuno para la producción de semillas de *Panicum maximum* cv. Likoni en suelos ácidos y de baja fertilidad.
- Que esta innovación tecnológica se le añada a las Tecnologías de Producción de Semillas ya aprobadas.

Bibliografía

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. La Habana.
- Anon. 1992. Producción de semillas. Informe interno. Ministerio de la agricultura. La Habana, Cuba.
- Anon. 1984. Manual de interpretación de los suelos. Editorial científico técnico. Ciudad de la Habana.
- Anon. 1983. Guía técnica para un adecuado manejo y utilización de los pastos. MINAGRI.
- Adepetus, J. A., Adepoyu, A., and Adegbola, A. 1981. Response of guinea grass (*Panicum maximum*) to phosphorus and zinc fertilization in grassland soils of South Western Nigeria p. 374-378.
- Arteaga, O. 1991. Enmiendas químicas y orgánicas para pastos y forrajes. Mn. Pag. 1-40.
- Anslo, R. 1962. Seed production in temperate areas. Mimeo. Publ. 1. CAB. USA.
- Andrade, R. P., Thomas, D. y Ferguson, J. E. 1983- Seed production of pasture species in a tropical sabana region of Brazil. I. Legumes. Tropical Grassland, 17: 345.
- Austin, R. 1966. Plant Soil. 24: 359.
- Altieri, M. A. 1997. Agroecología, Bases científicas para una agricultura sustentable, CLADES-ACAO. La Habana, Cuba: 249 p.
- Baethgen, W. E. 1992. Dinámica del nitrógeno en sistemas de rotación de cultivo-pasturas. In: Sustentabilidad de las rotaciones cultivo-pasturas en el Cono Sur. Uruguay. Rev. INIA. inv. agr. 1: 3-35.
- Berroteran, J. L. 1989. Pasturas tropicales. 11:2.
- Beg, D.M., Boote, K. J., Jones, J. W, Bennett, J.M, Handon, E. A& Sartain, J. B. 1994. Field response of maizes to nitrogen and evaluation of the CERES-MAIZES MODEL: Light interception, dry matter accumulation, N, uptake and yield components. 15th World Congress of soil science, Acapulco, México. Vol. 1. Inaugural and state of the art Conferences. p 65.
- Berton, G.W, and Echart, A. E. 1965. Value manure on irrigated calcareous soil. Soil. Soc. AM. Proc. 29: 278-281.
- Bilbao, B., Febles, G. y Matías, C. 1979. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en la semilla de *Cenchrus ciliaris*, cv. Biloela. I. Producción y calidad de la semilla. Pastos y forrajes 2 (2): 239-254.
- Bilbao, B., Pérez, A., y Matías, C. 1980. Producción, secado y almacenamiento de semillas en los pastos Guinea y Buffel. IV Seminario Científico Técnico de Pastos y Forrajes, EEPP "Indio Hatuey". p. 40.
- Borlaug, N.E. and Dowsweil, C.R. 1994. Feeding a human population that increasingly crowds a fragile planet, 15th World Congress of soil science, Acapulco, México. Vol. 1. Inaugural and state of the art Conferences. P.3.
- Box, G.E.P. 1950. Problems in the analysis of growth and wear curves. Biometrics. 6:362.
- Boonman, J.G- 1979. Producción de semillas de pastos tropicales en África con referencia especial a Kenia pag. 385-401.
- Boonman, J.G. 1972. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 7. The effect of harvest date on yield Neth. J.Agric.Sci.21:3.
- Caballero, R. J., Gandarilla, O. Pacheco y Sánchez, M. 1994. El Humus de lombriz una alternativa en la fertilización del ají Chay en un suelo pardo sin carbonates.
- Cabrera, JA. 1991. Caracterización agroquímica de los suelos ferralíticos donde se cultiva la caña de azúcar. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.
- Cameron, A & Mullaly, J. 1969. Effect of nitrogen fertilization and limited irrigation on seed production of Molopo buffel grass. Old. J.Agric. Anim. Sci. 26:41.
- Crespo, G. 1976. Rev. Cubana Cien. Agrie. 10229.
- Crespo, G., Arteaga, O. 1984, Utilización del estiércol vacuno para la producción de forrajes. La Habana: Dict- ISCAH. 35 p.
- Crespo, G., Arteaga, O. 1982. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 16. p. 313.
- Crespo, G., Arteaga, O. 1986. Utilización del estiércol vacuno para la producción de forrajes. Ed. EDICA. Cuba. 72 p.
- Crespo, G. y García, Idalmis. 2000. El reciclado de los nutrientes en el sistema suelo-planta-animal. Instituto de Ciencia Animal. p 4-21
- Chandhokar, P.A & Humphreys, L.R. 1973. Effect of age and time of nitrogen stress on seed production of *Paspalum plicatum*. J. of Agric. Sci. Cam. 81: 219.
- Chen, C.P. Aminah, A. and Khainiddin, G. 1995. " Forage seed project smallholders. Proceedings of the Third meeting of the Southeast Asian regional forage seed project. Working document N 143 ". 1995 Eds. W.W. Stur, A.G. Cameron and J.B. Hacker 20.
- CIAT. 1978. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos.

- Chimitdorzaievo, G.D-, Andrianovo.L.V. 1994. El humus móvil al aplicar fertilizantes orgánicos no tradicionales CIDA.
- Corbea, L. A. y Martínez, H.L 1981. Siembra y establecimiento. Pastos y forrajes. EEPF. "Indio Hatuey " Matanzas 4: 309.
- Corbea, L.A. 1982. Algunos parámetros agronómicos sobre el establecimiento de Guinea Likoni. V Sem. Cient. EEPF "Indio Hatuey". La Habana. Cuba.
- Corbea, L.A. y Fernández, E. 1983. Fertilización NPK y momento óptimo de aplicación en el establecimiento de la Guinea Likoni. Pastos y Forrajes de la EEPF." Indio Hatuey ". Matanzas 6: 195.
- Coss, D.H. and Stewart, E.A. 1979. Efficiency of phosphorus utilization by Alfalfa from manure and superphosphate. Soil- Sci. Am. J. 43: 523. 524.
- Cumming, R.W. 1991. Long term effects of times in extensive pasture areas of Australia. Developments in Plant and Soil Science 45: 453 -464.
- Delgado, A., Machado, H., De la Paz, G.1990. Pastos y Forrajes 13: 59.
- Delgado, A. Y Alonso, O. 1995. Las enfermedades fungosas en los pastos tropicales. Pastos y Forrajes 17: 89.
- Degras, L. Y Doussinault, V. 1969. L'herbe de guinee, orientations possible de la selections, Ann. Amel. de plantas 19:3.
- Dwivedi, D., Sinha, N., Turner, P. & Dixit, O. 1991. Nitrogen economy, seed production, efficiency and seed vigour of *Panicum maximum* by intercropping of pastures. J. Agric. Crop. Sci. 166:58.
- Dudar, Y., Yepes, S. and Machado, R. 1973. Ecotipos de guinea. ST. C.A-3 EEPF " Indio Hatuey". Perico. Matanzas. Cuba.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple Range and Múltiple F. Test. Biometrics 11:1.
- Elson, C.L.1976. Comparative robustness of six text in multivariate analysis of variance. J. Amer. statist. Ass, 69:894.
- FAO. 1997. Yearbook. Fertilizantes. Vol. 47.
- FAO. 1980. La extensión agraria y las agriculturas en el decenio. Roma.101 p.
- FAO. 1993. Hacia el año 2010. Conferencia. FAO. Roma 360 p.
- FAO. 1990. Fertilización y nutrición vegetal. Uso eficaz de fertilizantes en las zonas con precipitaciones de verano. Roma.
- Febles, G. Ruiz, T.E., Padilla, C., Pérez, J., Aguilar, Miriam y Quizado, Idolidia. 1997. Efecto de la densidad de plantas y la nutrición mineral en la producción de semillas de hierba guinea var. Común (*Panicum maximum*. Jacq.). Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 31:137.
- Febles, G. 1981. Factores relacionados con la producción de semillas y calidad de *Panicum maximum*. Tesis de Dr. C. Agric. Inst. Ciencia Animal. Cuba.
- Febles, G., Ruiz, T. E., Guizado, Idolidia y Aguilar Miriam. 1986. Comportamiento agronómico y producción de semillas de *Brachiaria decumbens*. VII. Seminario Científico Nacional y I Internacional de Pastos y Forrajes, EEPF "Indio Hatuey". p. 39
- Febles, G., Ruiz, T.E-, Navarro, G & Valdés, R. 1996. Situación actual de la producción de semillas para la ganadería en Cuba. Memorias. Sem. Cient. XXX Aniv. ICA. La Habana. Cuba.
- Febles, G., Padilla, C., Bilbao, B., Pérez, A. & Sarroca, J. 1980. Informe final. Tema: "Producción de semillas de guinea, buffel y rodhes". Instituto de Ciencia Animal. La Habana.
- Febles, G., Ruiz, T. E. Y Crespo, G. 1993. Producción de semillas de pastos de leguminosas tropicales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 27:121.
- Febles, G y Padilla, C. 1975. Efecto del almacenamiento y los tratamientos de temperaturas alternas sobre la germinación de hierba guinea (*Panicum maximum*, Jacq). I Simposium de semillas. Empresa de semillas. INRA. La Habana, p 294.
- Febles, G., Padilla, C & Pérez, M. J. 1980. Aspectos de la nutrición mineral para la producción de semillas de pastos tropicales.
- Febles, G., Pérez, J. Y Padilla, C. 1982. Efecto de niveles de nitrógeno y el momento de aplicación en la producción de semillas de guinea común. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 16:313.
- Febles, G., y Padilla, C. 1974. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de semillas de guinea común (*Panicum maximum*, Jacq). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 8:201.
- Febles, G & Padilla, C. 1977. Efecto de la temperatura sobre la germinación de la semilla de la hierba guinea (*Panicum maximum*, Jacq) Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 5:77.
- Ferguson, J.1990. Overview of Seed supply of forage species in tropical Latin America. Int. Herb. Seed. Prod. Newsletter 13:9.
- Fenter, W.E., and León, C. A. 1978. Utilization of phosphate rock in tropical soils in Latin America. Paper presented at phosphate rock seminar technion israd. Institute of Technology. Haifa. Israel.
- Finck, A.1982. Fertilizer and fertilization. Introduction and Practical Guide to Crop Fertilization. Florida. EU. Pp. 154-177

- Funes, F., Yáñez, S., Zambrana, T. 1998. Semillas de Pastos y Forrajes Tropicales. Métodos prácticos para su producción sostenible p.138
- Funes, F. y Monzote, Marta. 1975. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 3:9.
- Funes, F. 1996. Las forrajeras en el desarrollo ganadero de Cuba. Conferencia del curso " Fundamento de la producción de pastos "EEPF." Indio Hatuey". Matanzas. Cuba (Mimeo).
- Garony, J.N.C. 1961. Influence d'applications continues de Fumier Sur (acumulation del humus del soil et le readement las plantas de cultivos pedólogo. 86-93.
- García-Trujillo y Cáceres, O. 1982. Pastos y Forrajes. Revista de la EEPF." Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 5:359.
- Geraldo, J. y Oliva, O. 1979. Pastos y Forrajes. Revista de la EEPF. "Indio Hatuey ". Matanzas. Cuba. 2:67.
- González, Yolanda. Pérez, A. Y Matías, C. 1988. Problemática de la producción de semillas en los pastos tropicales. Segunda Parte. Pastos y Forrajes 11:105.
- González, Yolanda & Torriente, Oilda 1989. Estudio de las fases de desarrollo de panículas de Guinea cv. Likoni y su efecto en la producción y calidad de las semillas. Pastos y Forrajes EEPF. "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 12:35.
- González, Yolanda & Torriente, Oilda. 1984. Pastos y Forrajes. 7:355.
- González, Yolanda & Torriente, Oilda. 1982. Pastos y Forrajes 5:49.
- González, S. A., Eguiarte, U.J.A. y Galina, M.A. 1996. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del Buffel (*Cenchrus ciliaris*. Cv Texas- 4464) en el trópico seco.
- González, P.J., Vieito, E., Ramírez, J. & Cruz, Madelin. 2000. Influencia de la fertilización orgánica en la producción de forraje y semilla de *Canavalia ensiformis* (L) DC. Ecosistemas Ganaderos 1(1):33.
- Gómez, I. Vieito, E., González, R. y Arias, R. 1992. Efecto de diferentes métodos de rehabilitación sobre la producción de semillas en bancos improductivos de guinea likoni. Zootecnia. 2 (1) 1.
- Gómez, L. & Párelas, J.J.1978. La influencia de la frecuencia de corte y el N sobre la composición botánica de cuatro gramíneas tropicales. Pastos y Forrajes. Revista de la EEPF. "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba.
- Grof, B. 1969. Effect of sulfuric acid on the germination capacity of *Brachiaria decumbens*. Tech. Rep. Univ. Oid. Australia.
- Gutiérrez, A., Párelas, J.J., Suárez, J.D., Cordovi, E-, Pazos, R. & Alfonso, H. 1990. Género *Brachiaria*, una nueva alternativa para la ganadería cubana. Proyecto PNUD/FAO, Cuba.
- Haggar, R.J. 1966. Proc. Of the Int. Seed Testing. Assoc. 31:25
- Harlam, J.R., Anring, R.M. y Kneebone, N.R.1966. Grass seed production under irrigation in Oklahoma. Bull. Okia- Agric. Exp. Sta. 481
- Harty, R.L, Hopkinson, J.M., English, B.H.,y Jackie, Alder. 1991. Germinación, latencia y longevidad de semillas de *Panicum maximum* en almacenamiento. Seed Science and Technology 10:379
- Hernández, R., Machado, R., Gómez, A. 1981. Pastos y Forrajes-Revista de la EEPF."Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 4:23
- Hernández, R., Hernández, Neice, Gómez, A. 1980. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. IV Seibabo. Secano y con fertilizante.
- Hernández, Marta y Cáceres, O. 1983. Guinea likoni. Pastos y Forrajes. 6:1 EEPF " Indio Hatuey". Matanzas. Cuba.
- Hernando León. 1946. Flora de Cuba. Vol. I. Contab. Oca, Mus. Hist. Nat. del Colegio de la Salle 8, La Habana. Cuba.
- Hernández, D. 1995. Manejo del *Panicum maximum* cv. Likoni para la producción de teche. Efecto de la oferta de materia seca. Tesis presentada en opción al Título de M.Sc. en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 16p.
- Hernández, Marta. 1986. Estudio de la fertilización fosfórica en pasto guinea en suelo Ferralítico Rojo. Tesis presentada en opción al grado de C. Dr. en Ciencias. ISCAH. La Habana.
- Hernández, Marta y Cárdenas, M.1990 (a). Pastos y Forrajes 13:165.
- Hernández, Marta y Cárdenas, M. 1990(b). Pastos y Forrajes 13:59.
- Hernández, Marta, Vantour, y Cárdenas, M.1989. Pastos y forrajes V 12 (3) p. 245-253.
- Hernández, Marta. 1998. El uso de los árboles como mejoradores de los suelos y de la productividad de las gramíneas forrajeras. Pastos y forrajes 21:283.
- Hernández, A., Pérez, Jiménez, J.M.; Bosch, D. Y Rivero, L.1994. " Nueva versión de Clasificación Gen ética de Suelos de Cuba. Instituto de Suelos". 18 p.
- Hopkinson, J.M. 1985. Rhodes grass seed standards. Queensland seed producéis Notes. 28:9.
- Humphreys, L.R. 1976. Producción de semillas pratenses tropicales. FAO. Roma.
- Humphreys, L.R.1981, Environmental adaptation of tropical pastures plants. Ed. Me Williams. Inglaterra.
- Humphreys, L.R. and Riveros. F.1986. Tropical pasture seed production. FAO. Rome. 203 p.
- Humphreys, L.R. 1987. Tropical pasture and fodder crops. Ed. W.J.A. Wayne. Second edition. 155 p.

- ISTA. 1985." International Rules for Seed Testing ". Seed Science and Technology.
- Jaiyebo, E. C. 1967. Influence of fertilizer and manure addition and crops rotations on nom. exchangeable ammonium. Soil.. Sci. 1:16-27
- Javier, E.Q.1970. The flowering habits and mode reproduction of guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq.) Proc. XI Int. Grassld. Cong. p.p. 284
- Javier, E., Siota, C. & Mendoza, R. 1975. Fertilizer food and fertilizers center 63:15
- Jouravieva, I. 1996. Influencia del encalado en las propiedades químicas, físicas y físico-química de los suelos ferralíticos ácidos de Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto de Suelos. La Habana. Cuba.
- Kamiyama, K., Fujimara, S. y Funanashi, H. 1995.Effect of successive applications of cow manure compost on growth of crops and the chemical properties of the soil. Bulletin of Agriculture. Research Institute of Kanagawa Prefecture. N° 136:31-40
- Kolmans, E. y Vázquez, D: 1996. Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación MAELA-SIMAS. Nicaragua 222 p.
- Kick, H., Grosze-Brauckmann, E. y Rid, H. 1980. Rev. de la potasa, sección 4, -N° 5, p.1
- Klimes, A.. 1970. Suelos cubanos. Vol. II. Física de suelos. Editorial Orbe. La Habana, s/a.
- La Casa, Mirabal, A. 1990. Fertilización origen biológico, CIDA.. p. 39-42
- Lavelle, Patrick, Dangerfield, M., Fragoso, C., Eschenbrenner, V., López-Hernández, D., Pashanasi, B. and Brussaard, L. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In; The Biological management of tropical soil fertility (Eds. P.L. Woomer and M.J. Swift). Wiley-sayce Publication, p. 137
- Lisett, J.1964. The phosphorus contain of grain of different wheat varieties in relations to phosphorus deficiency. Aust. J- Agric. Res. 15:1
- Loch, D.S. 1988. Morphology and flowering of grasses. In: Tropical pasture seed production. (Ed. JJ. Partridge). Queensland Department of primary Industries, Australia, p. 12
- López, F.L. 1996. Comparación de la dinámica del fósforo en cultivo en callejones y coberturas orgánicas para el frijol (*phaseolus vulgaris*) en San Juan Sur. Tesis Mag- Se. CATIE. Turialba, Costa Rica.
- Longson, G.1994." Worid wide progress in vermicomposting. "Biocycle. 35(10):63-65
- Lynch, P.B & Davies, E.B.1964. N.Z.J. Agrie. Res. 7:299
- Lynd, J.Q. & Ansman. T.R. 1993. Simbiosis nodular tripartite distintiva gobierna la síntesis de componentes altamente nitrogenados en la canavalia (*Canavalia ensiformis* (L) DC). En: *Canavalia ensiformis* (L) DC. Producción, procesamiento y utilización en la alimentación animal. Futuro Táchira. Venezuela, p. 83
- Matías, C. y Ritt, S. 1988. Influencia de dos zonas edafoclimáticas diferentes en el potencial de producción de semillas de cinco cultivares de guinea (*Panicum maximum*, Jacq). Pastos y Forrajes 11.143
- Matías, C. 1995. Producción de leguminosas en condiciones de secano. Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF." Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 97 p.
- Matías, C., Pérez, A. y Pao, C. 1983. Influencia de la distancia de siembra en la producción de semilla de *Panicum máximum* cv. Likoni. Resúmenes IV Reunión. ACPA. 1:26
- Matías. C. y Sánchez, Quiroz, J.1984. Determinación de la explotación óptima de un banco de semilla de guinea likoni. VI Seminario Científico Técnico."Indio Hatuey" p. 2
- Matías, C. 1997. Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción y calidad de la siembra de *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo. Pastos y Forrajes 19:65. p. 69-70
- Matías, C. 1996. Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de semilla de *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo. Pastos y Forrajes 19(1). p. 65-71
- Machado, Hilda., Seguí, Esperanza, Tamayo, Ásela. Y de la Paz, G. 1984- Estudio de la variación genética del potencial de producción de semillas. II. Momento óptimo de cosecha. Pastos y Forrajes. 7:159
- Mac. Qeen. A. and Beine, B.P. 1975. Effect of cattle dung beetle activity on growth of beardless wheat grass in British Columbia. Canadian Journal of Plant. Science. 55: 961-957
- Mesa, A.R.1975. Algunos aspectos botánicos de la hierba guinea (*Panicum maximum* Jacq) y su polimorfismo. Primer Simposio Nacional de Investigaciones. Agrie. Universidad Central de Las Villas. Cuba.
- Mecelis, N. Y Olivera, P.R.P. 1986. Componentes de la producción de semillas de *Brachiaria humidicola*. Efecto de la fertilización nitrogenada y las épocas de cosecha. Resúmenes analíticos de los pastos tropicales. VIII (1):37
- Mesa. A.R.. Hernández, Marta., Reyes, F. & Ávila, Vivían. 1988. Pastos y Forrajes. 11:235
- Mesa, A.R. 1983. Pastos y Forrajes 6:221
- Mejías, P.V.E., Romero. M.C. & Lotero. C-J. 1978. Revista ICA. Colombia. 13:503
- MINAZ. 1994. Listado de precios de los insumos utilizados en la agroindustria azucarera, La Habana. Cuba.
- Motta, M.S. 1953. Emp. J. Exp. Agric. 21:33
- Muñiz, O. 1997. Manejo integrado de la nutrición de los cultivos. Resúmenes IV Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo y Reunión Internacional de Rhizosfera. Matanzas, Cuba p. 9.

- North Carolina State University- 1976. Agronomic-economic research on tropical soil. Annual Report. Soil Science Department. N.C.S.U. Raleigh. N.C.
- Oliva, O., Machado, L., F. y Ortiz, G. 1979. Pastos y Forrajes. Revista de la EEPF. "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba.
- Osaki, M. 1994. Comparison of productivity and nitrogen use efficiency among tropical and temperate maize. 15th World Congress of Soil Science. Acapulco. México. Vol. 5 b. Comisión IV Poster Session. p. 346
- Oakes, A.J. 1966. Effect of N fertilization and harvest frequency on yield and composition of *Panicum maximum* Jacq. In dry tropics. Agron. J. 58:75
- Paretas, J.J., Aspiolea, J., Ávila, A., Crespo, G., González, S., López, M. y Hernández, M. 1983. I Reunión Nacional de Agroquímica. Ponencia. ACC.
- Parelas, J.J., Quesada, R-R., López, Mirtha. & Gómez, L. 1972 Influencia de la fertilización nitrogenada y la distancia de siembra en la producción de semilla de guinea común (*Panicum maximum* Jacq.) y green panic (*P. maximum* var. Trichoglume). Eides. Memoria EEPF. "Indio Hatuey". Perico. Matanzas. Cuba.
- Pacheco, O.P., Pérez, D.G. y Ávila, A. 1985. Fertilización fosfórica en diferentes especies de pastos en un suelo Fersialítico de Camagüey.
- Pacheco, O.P., Flores, E. Pérez, D. y Pérez, J. 1980. Fertilización nitrogenada en guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un suelo Pardo Grisáceo.
- Padilla, C. Y Febles, G. 1980. Efecto de (a frecuencia de corte en la época de seca y la distribución de fertilizante nitrogenado en la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) Revista Cubana de Ciencia Agrícola 14:295-304.
- Pérez, A., Matías, C., González, Yolanda y Alonso, O. 1997. Tecnologías para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. Pastos y Forrajes. 22: (21)44.
- Pérez, A. Y Roto, R. 1998. Efecto de la dosis de fósforo y potasio sobre la producción de semillas de leguminosas. H *Lablab purpureus* cv. Rongai. Pastos y Forrajes 21:219.
- Pérez, A. y Suárez, J. 1997. Sustitución de fertilizantes minerales por materia orgánica en la producción de semillas de *Rhodes callide*. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programa y Resúmenes. P:17.
- Pérez, A., Matías, C. & González, Yolanda. 2000. Tecnología para la producción de semillas de pastos tropicales, EEPF. "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 35 p.
- Pérez, A. Y Suárez, J. 2001. Producción comercial de semillas de *Rodhes callide* con fertilizantes orgánicos y minerales. Pastos y Forrajes 24: 297
- Pérez, A., Matías, C., González, Yolanda. 1995. Producción de semillas de pastos para el trópico. EEPF. " Indio Hatuey ". Matanzas. Cuba. 34 p. p: 5-16.
- Pérez, A. M^a Isabel Reyes. 1990, Pastos y Forrajes 13 (3) p. 243-249
- Pérez, A., Matías, C. y Reyes, Isabel. 1989. Influencia de diferentes agrotécnicas de rejuvenecimiento sobre la producción de semilla de hierba guinea cv. likoni. Revista Pastos y Forrajes de la EEPF. "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba.
- Pérez, A., Matías, C. Y Navarro, G. 1989. Producción de semilla de guinea likoni en Cuba. Información Express. 13 (1):11
- Pérez, A. Y Roidos, J. 1994. Nitrogen biofertilizer for developing countries. 15th World Congress of Soil Science, Acapulco, México. Vol. 56 Commission IV: Poster. Sessions. p. 335
- Pérez, A., Matías, C. y Reyes. 1984. Influencia de diferentes fuentes nitrogenadas sobre la producción de semillas de hierba guinea cv. likoni. Pastos y Forrajes. 7:203
- Pérez, A. Y M^a Isabel Reyes. 1990. Pastos y Forrajes 13:29.
- Pérez, A. 1990. Agrotecnia y momento de cosechas en gramíneas. Informe final de etapa de investigación. EEPF. "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. (Mimeo).
- Pieri, C. 1983. Nutrient balances in rainfed farming systems in arid and semiarid region. In: Nutrient Balances and the need for fertilizer in semiarid and arid region. International Potasi. Inst. Berne.
- Pillai, K.G.1985. Crop response to fertilizer use efficiency in different soil and agro-climatic regions of India. Project. University of Agricultural Sciences, Bangalore 56 000 65, India.
- Primavesi, Ana. 1990. Manejo ecológico do solo: A agricultura em regions tropicals, 9^{na}.ed. Sao Paulo.
- Portieles, M., Arteaga, O. y Mojena, A, 1985. Estudios de fertilización química y orgánica en Pangola. Ciencia y Técnica de la agricultura. Suelos y agroquímica. 8 (1).
- Purcell, D. 1975. Producción, almacenamiento y tratamiento de semillas forrajeras- Seminario sobre la producción de semillas forrajeras, pag. 61-85. IICA. Bogotá. Colombia,
- Rao, A. C.S. y Das, S.K. 1982. Soil fertility management and fertilizer use in dryland crops. In A decade of Dryland Agricultura! Research in India. 1971-80. ALCRPA, Hyderabad, India.
- Ramón, J., Lidia Campa, Mayra Ojeda y Victoria Vale. 1994. Instructivo técnico para el desarrollo d la lombricultura en Cuba. La Habana. Instituto de suelos.

- Restrepo, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados. Experiencia de agricultores en Centroamérica y Brasil p. 51.
- Remy, V.A. & Martínez, J. 1979. Pastos y Forrajes. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 1:45.
- Ruiz, E., Garcés, N. Huelva, R. Y Bahufise, A. 1994. Propiedades químico- físico de cinco tipos de humus de lombriz obtenidos en Cuba. Cultivos tropicales. 15(3)40-41
- Ruiz López, R.M. 1978. Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo. Reseña. Suelos y agroquímica. N°1 Abril.
- Sánchez. P.A. 1994. Tropical Soil fertility research: Towards the second paradigm. 15th World Congress of soil Science. Acapulco. México. Vol. 1. Inaugural and State of the art. Conference p. 65
- Salinas, J.G. 1984. Fertilización para la producción de semillas de pastos tropicales. p. 120
- Sarroca, J.& Concepción, Olga.1981. Efecto de la distancia de siembra sobre la producción de semillas de Guinea likoni (*P. maximum*) Cienc. Tec. Agric. Pastos y Forrajes. 3(1):107
- Sarroca, J.,Herrera, J-, Polunin, N. Y Concepción Olga. 1980. Establecimiento y producción de semillas de guinea likoni (*P. maximum*) Cienc. Tec. Agric. Pastos y Forrajes 4:25
- Seguí, Esperanza y Mendoza, 1999. Posibilidades del *Panicum maximum* para suelos ácidos. Pastos y Forrajes. 22:221
- Simpson, K.1991.Abonos y Estiércoles (Fertilizer and Manures). Editorial Aerobios, Zaragoza, España. p. 273
- Sidak, V y Seguí, Esperanza. 1978. La variabilidad de *Panicum maximum* Jacq y algunos resultados de la selección. Pastos y Forrajes. 1:61
- Simo y de la Paz. 1978. Ensaño comparativo entre 25 dones de hierba guinea (*Panicum maximum* Jacq). Pastos y Forrajes 231:1
- Suelos de Cuba.1982.Tomo I. Resúmenes de trabajos investigativos. Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. INRA.
- Suárez, J., Pérez. A. 1995. Valoración económica de la aplicación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la producción de semillas de hierba guinea. Pastos y Forrajes. 18:281
- Standley, J., Wilson, R.J. and Teitzef, J.K. 1981. Strategic use of nitrogen fertilizers on pastures grasses in the humid tropic of Queensland. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. Vol. 38 (2)
- Shuan, U and Jun Quan, Zhao. 1993. Effect of levels of nitrogen fertilizer on the yield of dean seed and dry matter of *Setaria sphacelata* cv. Narok in South west China. Summaries of invited paper. XVII International Grassland Congress. p. 6
- Thompson, L.M. 1967. El suelo y su fertilidad. p. 284-296
- Vicente- Chanler, J., Silva, S. & Figarellas. 1959. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cotting on yield and composition of three tropical grasses. Agron. J. 51: 202.
- Watabase, N. 1993. Studies on behaviour and management of rotational fertilizer application to soil of tec. field " Bolletin Agriculture. Research Institute of Kanagawa prefecture N° 135:87-182".
- Way, D.W. y Martín, W.R. 1966. Manure one good sources of phosphorus. Calif. Agric. 20 (7): 11-12.
- Warmke, H. E. 1954. Apomixis in *Panicum maximum*. Am. J. Bol. 41:141.
- Xandé, A. & Vivien, M. 1978. Nuv. Agron. Des. Antilles et Guyane 3:273.
- Xandé, A. 1979. Valeur alimentaire des fourrages tropicaux et de fourreges pauvres. Dossier de candidature, CRARG-INRA. Guadalupe.
- Yañez, S. y Funes, F. 1989. Manual práctico para la producción de semillas de pastos en Cuba. IIPF. Documento de campo- Proyecto CUB/86/005 PNUD-FAO. La Habana. Cuba.
- Yepes, S., 1971. Las espiguillas del pasto. Serie I. Ing. Agron. N° 8
- Universidad de La Habana. Cuba-
- Younge, O.R. & Pluncknett, D, L. 1965. Beef production with heavy phosphorus fertilization infertile wet lands of Hawaii. Proc. 9th. Int. Grassld. Congr. Sao Paulo, Brasil.