

ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE PRAGA-CHECOSLOVAQUIA
ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES "INDIO HATUEY"

Comportamiento agronómico del pasto bermuda cruzada-1
***Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1**

Autor: *Ing. Víctor A. Remy López*

Tutor: *Prof. Vladimir Regal Dr. C.*

Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas

1982

AGRADECIMIENTOS

Al Partido Comunista de Cuba y al Gobierno Revolucionario que con su acertada política educacional en el desarrollo científico técnico del país se han brindado la oportunidad de realizar este trabajo.

A la República Socialista de Checoslovaquia y a la Escuela Superior de Agricultura de Praga por las facilidades brindadas para la presentación del trabajo.

A mi tutor Prof. Vladimir Regal por sus orientaciones y consejos durante estos años.

A los trabajadores de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", muy especialmente al colectivo del Dpto. de Estudios Agronómicos que hicieron posible el desarrollo de los trabajos experimentales y a los técnicos José Martínez, Ernesto Fernández y Modesto Cárdenas por la constante ayuda prestada en la ejecución de los experimentos.

A los Ing. Marta Hernández y Rey Machado por la revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias.

A la Sección de Biometría de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", por los análisis efectuados.

A las compañeras Lucía Lazo y Amelia Ramírez por el impecable trabajo mecanográfico.

Al técnico Reinaldo Roche y Andrés Suárez por el esmero puesto en la confección de las figuras.

A mi esposa por sus constantes estímulos y su colaboración general en toda la etapa.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo 1. Revisión bibliográfica	2
Siembra y establecimiento de pastizales	2
Selección del área	2
Preparación del suelo	2
Método de siembra	2
Época, distancia y densidad de siembra	3
Principales factores que afectan la producción de pastos	3
Clima	3
Suelo	4
Especies y variedades	4
Frecuencia y altura de corte	5
Fertilización	5
Estacionalidad de la producción de pastos	6
El nitrógeno en el suelo y su asimilación por los pastos	6
Influencia de la fertilización nitrogenada en la producción de pastos	7
Capítulo 2. Materiales y métodos	8
Características ecológicas	8
El clima del área experimental	8
El suelo del área experimental	8
Descripción de la especie	9
Origen y distribución geográfica	9
Características botánicas	9
Metodología experimental	10
Preparación del suelo, siembra y establecimiento	10
Fertilización y riego	11
Preparación de la muestra	11
Mediciones de campo	11
Cálculo y análisis estadísticos	11
Métodos analíticos	11
Análisis químico del pasto	12
Análisis químico del suelo	12
Capítulo 3. Influencia de la época, distancia y densidad de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1	13
Experimento 1. Influencia de la época y distancia de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1	13
Materiales y métodos	13
Tratamiento y diseño	13
Procedimiento	13
Resultados	13
Germinación	13
Área cubierta	14
Malas hierbas	15
Rendimiento de materia seca	15
Experimento 2. Influencia de la densidad de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1	15
Materiales y métodos	15
Tratamiento y diseño	15
Procedimiento	15
Resultados	16
Área cubierta	16
Invasión de malas hierbas	16
Rendimiento de materia seca	17
Discusión	17
Capítulo 4. Efecto de la frecuencia y altura de corte con riego y en secano en el rendimiento y establecimiento del pastizal	19
Experimento 1. Efecto de la frecuencia, altura de corte y el uso del riego en la bermuda cruzada-1. I	
Composición botánica	19

Materiales y métodos.....	19
Tratamiento y diseño	19
Procedimiento.....	19
Resultados	19
Invasión de malas hierbas.....	19
Experimento 2. Efecto de la frecuencia, altura de corte y el uso del riego en la bermuda cruzada-1. II Altura y rendimiento	20
Materiales y métodos.....	20
Tratamiento y diseño	20
Procedimiento.....	20
Resultados	20
Altura de la planta.....	20
Rendimiento de materia seca.....	21
Discusión.....	22
Capitulo 5. Variación de los componentes de rendimiento y composición química con los niveles de nitrógeno.....	25
Materiales y métodos.....	25
Tratamientos y diseño	25
Procedimiento.....	25
Resultados	25
Altura de la planta.....	25
Porcentaje de hojas.....	26
Invasión de malas hierbas.....	26
Composición botánica	27
Rendimiento de materia seca.....	28
Discusión.....	28
Capitulo VI. Influencia de los sistemas de distribución del n en el desbalance estacional de la producción	31
Materiales y métodos.....	31
Tratamientos y diseño	31
Procedimiento.....	31
Resultados	31
Rendimiento de materia seca.....	31
Discusión.....	35
Conclusiones	37
Recomendaciones.....	38
Referencias bibliográficas	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1. Principales características climáticas del área experimental (promedio 10 años).....	8
Tabla II-2. Características químicas del suelo en el área experimental.....	9
Tabla III-1. Fecha de siembra y corte, riego y precipitación durante el período experimental.....	13
Tabla III-2. Infestación de malas hierbas en el momento del corte.....	15
Tabla III-3. Infestación de malas hierbas en el momento del corte.....	15
Tabla III-4. Comportamiento de los factores climáticos durante el período experimental.....	16
Tabla III-5. Largo de los estolones y número de hijos por estolón.....	16
Tabla III-6. Área cubierta (%).	16
Tabla III-7. Invasión de malas hierbas.....	17
Tabla IV-1. Comportamiento de los factores climáticos en el período experimental.....	19
Tabla IV-2. Invasión de malas hierbas en el primer y segundo año.....	20
Tabla IV-3. Altura de la planta antes del corte.....	21
Tabla IV-4. Rendimiento estacional y anual de materia seca (t/ha) en el primer año.....	22
Tabla IV-5. Rendimiento estacional y anual de materia seca (t/ha) en el segundo año.....	22
Tabla V-1. Comportamiento de los factores climáticos y la aplicación de riego en el período experimental.....	25
Tabla V-2. Variación de la altura de la planta (cm) con la dosis de nitrógeno.....	26
Tabla V-3. Influencia de la fertilización nitrogenada en el contenido de fósforo.....	27
Tabla V-4. Influencia de la fertilización nitrogenada en el contenido de calcio.....	27
Tabla V-5. Influencia de los niveles de nitrógeno en el contenido y producción de PB en ambos años.....	27
Tabla V-6. Rendimiento estacional y anual de MS con dosis de N en el primer año.....	28
Tabla V-7. Rendimiento estacional y anual de MS con dosis de N en el segundo año.....	28
Tabla VI-1. Sistema de distribución del nitrógeno.....	31
Tabla VI-2. Características climáticas y riego durante el primer año.....	32
Tabla VI-3. Características climáticas y riego durante el segundo año.....	32
Tabla VI-4. Producción de MS (t/ha) estacional y anual según el sistema de distribución del N (\bar{X} de 2 años).....	33
Tabla VI-5. Producción de PB (kg/ha) estacional y anual según el sistema de distribución del N (\bar{X} de 2 años).....	33

ÍNDICE DE Y FIGURAS

Fig. II-1. Caracteres morfológicos del desarrollo de un rebrote.....	10
Fig. III-1. Por ciento de germinación para distintas épocas del año según días de sembradas (datos transformados).....	14
Fig. III-2. Por ciento de área cubierta con relación a la distancia de siembra según la época.....	14
Fig. III-3. Por ciento de MS (t/ha) en el corte de establecimiento.....	17
Fig. IV-1. Relación entre la altura de corte (x) y la altura de la planta (y).....	21
Fig. V-1. Variación del porcentaje de hojas con las dosis de nitrógeno.....	26
Fig. V-2. Invasión de malas hierbas con las dosis crecientes de nitrógeno.....	26
Fig. VI-1. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N en lluvia (S_1).....	33
Fig. VI-2. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N por cortes todo el año (S_2).....	34
Fig. VI-3. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N en igual dosis por estación (S_3).....	34
Fig. VI-4. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N 30% lluvia y 70% en seca (S_4).....	34

INTRODUCCIÓN

Con el triunfo de la Revolución comienza en Cuba un extraordinario esfuerzo técnico económico para romper la estructura tradicional que hasta esa fecha imperaba en la ganadería sustituyendo el sistema de manejo extensivo y poco productivo por una industria pecuaria moderna y próspera con los requerimientos tecnológicos más avanzados.

A estos fines se desarrolló un programa masivo que abarcó la inseminación artificial y el mejoramiento genético con las mejores razas, la construcción de modernas instalaciones pecuarias, la utilización del riego, la aplicación de fertilizante principalmente nitrogenado, así como la sustitución de los pastos naturales por pastos mejorados.

Este esfuerzo se tradujo en un notable avance que permitió obtener paulatinos y sistemáticos aumentos en la producción de leche y carne, cuya máxima consolidación se alcanzó con la estrategia planteada en el I Congreso del Partido Comunista de Cuba, donde su resolución sobre política científica define lo siguiente:

“La alimentación del ganado bovino debe basarse en nuestros recursos naturales e industriales, desarrollando la base alimentaria fundamentalmente con pastos de alta calidad y rendimientos y estudiando la utilización más eficiente de los mismos”.

Basados en esta política comenzó a realizarse un considerable esfuerzo con el objetivo fundamental de introducir amplias colecciones de especies y variedades procedentes de las zonas tropicales y subtropicales del mundo, cuyas perspectivas de adaptación a nuestras condiciones permitiera la optimización de su agrotecnia y utilización.

Entre las colecciones introducidas, *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1 fue una de las más rápidamente extendidas, llegando a ocupar en la actualidad uno de los primeros lugares entre los pastos cultivados en nuestro país, tomando en cuenta las notables ventajas que sobre otros cultivares indicaban los reportes procedentes de su centro de origen. No obstante, las evaluaciones primarias llevadas a cabo en nuestro país indicaron que la misma no escapaba al marcado efecto estacional del clima de nuestras condiciones.

En este sentido, si bien es cierto que en general las condiciones climáticas del polo permiten explotar todo el año los pastos y esto representa una gran ventaja en relación con los países templados que ven reducidas sus posibilidades a unos cuantos meses, la producción en áreas tropicales no deja de ser una lucha ardua y compleja donde el hombre tiene que aplicar una tecnología adecuada y enfrentar las alternativas de algunos factores climáticos, como son la irregular distribución de la precipitación y la temperatura entre otras, que influyen en los rendimientos, su estabilidad anual y su calidad.

Un análisis detallado de las consideraciones anteriores es el fundamento de los estudios que a continuación se exponen en esta tesis y que presenta los siguientes objetivos:

1. Determinar la mejor época, distancia y densidad de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada -1.
2. Conocer la influencia que sobre los rendimientos y la variación en la invasión de malas hierbas tiene la frecuencia y altura de corte.
3. Conocer la respuesta estacional y anual a diferentes dosis de nitrógeno en la bermuda cruzada-1.
4. Evaluar la influencia de los sistemas de distribución del fertilizante nitrogenado en el desbalance estacional del rendimiento estacional de materia seca y proteína bruta.

CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Siembra y establecimiento de pastizales

En nuestro país, el incremento de la producción animal, ya sea carne o leche depende fundamentalmente de la utilización de los pastos y forrajes así como de sus formas conservadas. Luego no es exagerado afirmar que los resultados que se obtengan en la explotación de un pastizal dependerán en gran medida de los éxitos alcanzados en la siembra y posterior establecimiento de los mismos.

Es conocido que el establecimiento de nuevos pastizales constituye una de las inversiones más costosas dentro del sistema de producción general, debido principalmente a las operaciones desmonte, preparación del suelo, atención al banco de semilla y siembra que es necesario realizar. De ahí que, la obtención de un buen establecimiento sea la mejor forma de alargar la vida útil y productiva del pastizal y a la vez constituye una vía de reducción de los costos en el sistema.

Entre los factores que mayor influencia ejercen en la siembra y establecimiento se encuentran la selección del área, la preparación del suelo, los métodos de siembra, y la época, distancia y densidad de siembra. El cuidado que el hombre ponga en su correcta utilización incrementará de forma económica las áreas de pastizales.

Selección del área

En Cuba en los últimos años la ganadería ha recibido las áreas que no pueden ser utilizadas en cultivos como la caña, viandas y hortalizas teniendo en cuenta los problemas de drenaje y difícil mecanización, entre otras.

Esta situación ha hecho un poco más compleja la selección del área e implica tomar muy en cuenta las exigencias del pasto en relación con las condiciones de contenido de nutrientes, pH y drenaje, entre otros, con el objetivo de distribuir en dependencia de las exigencias del pasto.

En este sentido Padilla, Sarroca y Febles (1978) mostraron un mayor rendimiento en el establecimiento en un suelo pardo tropical sobre caliza cuando se comparó con un suelo Ferralítico Rojo sobre esa misma roca, lo que puede atribuirse a la mayor eficiencia fotosintética del pasto sobre suelo Pardo.

Con relación al drenaje encontramos un comportamiento muy variable entre las variedades del género *Cynodon*. Así Pereira y Gerardo (1981) reportaron que el pasto estrella mejorado (*Cynodon nlemfuensis*) muestra mayor resistencia a las condiciones de mal drenaje, en contraste con la mala adaptación reportada por Gerardo, Menéndez, Hernández, Machado, Miret y Hernández (1981) al evaluar los cultivares Coastcross-1 y 68 en diferentes regiones ecológicas del país.

Preparación del suelo

La preparación del suelo depende en gran medida de las condiciones climáticas, la especie, los métodos de siembra y el tipo de suelo propiamente. Estos aspectos toman mayor importancia teniendo en cuenta que en algunas regiones se procede a eliminar algunas labores, corriendo el riesgo de no erradicar las semillas de malas hierbas, tan perjudiciales en esta etapa. Por lo tanto, la preparación debe realizarse atendiendo a los factores anteriores sin descuidar que el mismo exceso de labores es tan perjudicial como la falta de las mismas, además de encarecer el costo del establecimiento.

Método de siembra

Aunque el término plantación y no el de siembra es el correcto para describir la labor de propagación de la semilla vegetativa, la popularidad de que goza este último en todo el país, fue el motivo de que se utilizara en este trabajo.

Generalmente en la propagación de gramíneas por partes vegetativa se procede a situar el material sobre el terreno o en surcos el cual es posteriormente tapado con la utilización de diferentes medios. En este sentido aunque Anon (1974) obtuvo buenos resultados en *C. dactylon* cv. Coastcross-1 al sembrar a voleo y tapar con una grada, hay que señalar que la capa de la tierra que aporta este equipo para cubrir la semilla es insuficiente, corriendo el riesgo de perder la siembra debido a la violenta deshidratación que provocan los rayos solares. Una situación similar ocurre con la siembra cuando se emplean las pesuñas de los animales como instrumento del tape, utilizada por Edwards y Mappedoran (1974).

Más recientemente el método a vuelta de arado en la siembra de pangola, pasto estrella y bermuda cruzada-1 ha tenido grandes éxitos (Corbea y Menéndez, 1979). El método consiste en cubrir los estolones con el prisma de tierra que invierte el disco del arado, para cubrir el surco abierto en la anterior vuelta del tractor.

La principal ventaja de este método y que no tiene los anteriores radica en que la semilla queda bien tapada y solo permanece descubierta el tiempo que media entre una y otra vuelta del tractor a la amelga previamente trazada.

Época, distancia y densidad de siembra

Las condiciones de humedad y temperatura son entre otras las causas de mayor influencia en el establecimiento. Así, Swain (1967) señaló que el conocimiento de las mismas durante el año en la zona donde se va a sembrar puede contribuir a eliminar un mal establecimiento. Sin embargo, Jones (1975) plantea que la temperatura no es de gran importancia en la germinación, puesto que las siembras se realizan generalmente en el período poco lluvioso, o sea, cuando prevalecen las mayores temperaturas.

Las siembras al inicio o final del período lluvioso no son recomendables, a no ser que se disponga de riego suplementario. Al inicio de la época, las lluvias suelen ser erráticas, mientras que al final del período se corre el riesgo de que las lluvias disminuyan y se pierdan las plantas ya germinadas.

Las informaciones con relación a la mejor época de siembra de las gramíneas estoloníferas son muy limitadas. Así, el éxito que se alcance depende de las medidas tomadas para asegurar que las condiciones de temperatura y humedad junto a la preparación del suelo y la calidad de la semilla contribuyan a la germinación.

En general, se acepta que la agresividad y el crecimiento de las especies son los factores que se deben tener en cuenta a la hora de definir la distancia de siembra. Machado (1980) indicó diferencias en el establecimiento de cvs. Mejorados de *C. dactylon* y *Brachiaria brizantha* favorables al cv. Callie. Este comportamiento sugiere que las especies más agresivas pueden sembrarse con mayores distancias entre surcos. Sin embargo, este autor reportó un ritmo de sellaje más lento mantenido por el cvs. 67 y la cruzada-1.

En estos casos las siembras muy distantes contribuyen a que las malas hierbas proliferen en los espacios entre plantas, ofreciendo una fuerte competencia que pone en peligro el establecimiento. Resultados similares fueron reportados por Remy y Martínez (1978) con las mayores distancias de siembra en la cruzada-1.

Con relación a la densidad de siembra Humphreys (1967) señaló la relación entre la cantidad de semillas y la rapidez con que se cubre el área sembrada al utilizar la semilla botánica. Así, una práctica común en algunas regiones del país ha sido incrementar en una cantidad mayor de la que realmente se necesita la cantidad de semilla, argumentando erróneamente una mayor germinación, pero sin tener en cuenta el alto costo de la producción de la semilla de los pastos tropicales, aún en países poseedores de una alta tecnología y considerados entre los grandes productores como es el caso de Australia.

En trabajos realizados por Anon (1972) y Hernández y Gómez (1979) en la cruzada-1 se comprobó que al variar el número de nudos en el estolón así como la parte de la planta utilizada se produce un incremento de la germinación y un mejor establecimiento, debido al incremento de la germinación y un mejor establecimiento, debido al incremento de los puntos de germinación. Este aspecto también fue señalado por Anon (1972) como responsable de la baja germinación al reducir el número de nudos en el elefante cv. Napier.

Juan, Peña y Camejo (1977) reportaron una densidad óptima en la cruzada-1 de 2 t/ha cuando la siembra se realizó en suelo arenoso. Por otra parte, Padilla, Gómez y Febles (1979) al estudiar la densidad de siembra en los cvs. Callie, 67 y 68 concluyeron que 1 t semilla/ha resulta suficiente en suelos rojos ferralíticos, donde no abundan las malas hierbas, lo que coincide con Corbea y Remy (inédito) al obtener buenos establecimientos cuando emplearon 1,5 t de semilla/ha en este tipo de suelo.

Principales factores que afectan la producción de pastos

Clima

Sin duda alguna que las condiciones climáticas del trópico juegan un papel decisivo en la producción y calidad de los pastos. Las fluctuaciones que estos presentan están dadas, entre otros factores, por la intensidad luminosa, la temperatura, la precipitación y la interacción con otros elementos como son el suelo, la especie de pastos y el propio manejo que se utilice.

La fuente de energía que constituye la radiación solar influye directamente en el desarrollo de los pastos a través de distintos procesos. En este sentido, Cooper (1970) señaló que la necesidad de luz solar para la producción de materia seca en las gramíneas tropicales es mayor que en las templadas, debido a que el mayor potencial de crecimiento de los pastos tropicales comparados con los de clima templado está relacionado con la mayor conversión de los mismos. Sin embargo, este mismo autor consideró que otros factores como temperatura y falta de humedad en el suelo limitan en mayor grado el crecimiento teniendo en cuenta la disponibilidad de luz durante todo el año.

En condiciones controladas EDINUM y Sirven (1968) obtuvieron un considerable aumento del por ciento de materia seca, del rendimiento y número de rebrotes al aumentar la intensidad luminosa que recibía la *Brachiaria*

mutica; Wang y Cheng (1960) en condiciones de campo indicaron un efecto negativo en el crecimiento de varias gramíneas durante los días más cortos del año y Salette (1970) reportó alimentos en el rendimiento de pangola cuando la intensidad luminosa fue de 1,5 h/día en los meses de octubre a febrero. En este sentido, Stern (1962) y Eyle (1966) concluyeron que este comportamiento depende de la influencia que la luz ejerce en el crecimiento, puesto que el aumento del fotoperíodo favorecía el crecimiento de los tejidos y por tanto la producción de hojas.

Por otra parte, las gramíneas tropicales poseen una mayor capacidad fotosintética, pueden hacer una mayor absorción del CO₂ además tienen la posibilidad de utilizar luz de alta energía por la presencia del C₄ (Cooper y Tainton, 1968; Cooper, 1970; Ludlow y Wilson, 1968, 1970; Whiteman, 1975). Todo lo anterior, determina que las variaciones de la intensidad luminosa repercutan directamente en el comportamiento del pasto.

Según han indicado algunos investigadores, (Cooper y Tainton, 1968; McWilliams, Shanker y Henos, 1970) las especies tropicales necesitan para su crecimiento una temperatura mucho mayor que las especies templadas. En este sentido se ha determinado (Cooper, 1970) que el mayor crecimiento de los pastos tropicales ocurre con temperaturas entre 30 y 35°C, aunque con un notable desarrollo de los tallos y una disminución del porcentaje de hojas (Deinum y Sirven, 1973) en dependencia de las especies.

El incremento de la temperatura hace aumentar la transpiración ocurriendo una gran pérdida de agua, mientras que disminuciones entre 15 y 20°C reducen el crecimiento y menores de 15°C lo limitan considerablemente. Especies como *Cynodon dactylon* presentaron un pobre crecimiento cuando la temperatura osciló entre 10 y 15°C. Así, William y Maylor (1967) y Ludlow y Wilson (1971) al estudiar la fotosíntesis indicaron que las bajas temperaturas afectan la síntesis de clorofila y por consiguiente el crecimiento.

Durante el período de menor precipitación se presentan las temperaturas más bajas, así como los días más cortos. La acción conjunta de estos elementos fueron reportadas por Caro Costas, Vicente-Chandler y Figarella (1960) y García-Trujillo (1977) como los elementos de mayor influencia en la caída de los rendimientos de las gramíneas, aunque este último señaló diferencias entre las especies.

En el trópico existen dos estaciones bien diferenciadas: lluvia y seca; la primera se caracteriza por las abundantes precipitaciones que en ella ocurren y en la segunda predomina una marcada escasez del agua, por lo que se disminuyen notablemente los rendimientos.

En Cuba, durante la estación de lluvias (mayo-octubre) ocurre cerca del 80% de la precipitación, mientras que en la seca (noviembre-abril) se presenta el 20% restante, siendo el déficit de alimento que se produce en este período el responsable de la caída de la producción animal en un sistema donde el pasto es el elemento fundamental en la alimentación.

Suelo

En Cuba tradicionalmente los suelos de sabanas son los más importantes en la ganadería, ya que abarcan diversos tipos que varían notablemente en su fertilidad. Así, tenemos que Bennett y Allison (1928) indicaron que por lo general estos suelos son poco profundos y en su composición se encuentran materiales que afectan el contenido de humedad. El subsuelo es variable e incluye materiales como la caliza, roca dura, roca suave, capas de perdigón y arcilla muy consistente e impermeable.

Ante esta situación el Ministerio de Agricultura clasificó los suelos del país de acuerdo a sus características más prominentes en siete grupos: I arenosos (ligeros), II latosolizados, III no calcáreos, IV calcáreos, V plásticos montmorilloníticos, VI ciénagas y VII escabrosos. Vale la pena señalar que los más representativos de la ganadería son los calcáreos con un 25% del área, mientras que los no calcáreos, montmorilloníticos, arenosos y latosolizados solo ocupan el 11,5% del área.

Como señalamos anteriormente, con excepción de algunos planes ganaderos ubicados en suelos de aceptable fertilidad la mayoría se encuentra en suelos que no pueden ser usados para otros cultivos, entre otras razones por el mal drenaje, difícil mecanización y baja fertilidad.

Con esta breve caracterización queda evidenciado el extraordinario esfuerzo que es necesario realizar en el mantenimiento y mejora de los suelos que sustentan el manejo intensivo de la ganadería.

Especies y variedades

Uno de los aspectos más importantes a considerar en un sistema donde el pasto constituye el elemento fundamental, es precisamente el comportamiento de las especies y de las variedades. Así, Lambert, Toussaint y Hebberecht (1977) señalaron que la selección debe ser cuidadosa, ajustada a las condiciones ecológicas del lugar y el manejo que se aplique.

Algunos investigadores (Stobbs 1971; Wilson y Haydock, 1971 y Wilson y Ford, 1971) han señalado la superioridad de los pastos templados sobre los tropicales. En este sentido, Minson y McLeod (1970) encontraron que las gramíneas tropicales tenían un promedio de 12,5% de digestibilidad más bajo que las templadas, lo que reafirmó posteriormente Ford (1973) al reportar un 14,7% menos de digestibilidad para las especies tropicales.

En los trabajos realizados por Pérez Infante (1970) y Funes (1977) se pone de manifiesto las diferencias en el rendimiento de materia seca y calidad de los pastos; lo que se reafirmó en una revisión realizada por García Trujillo (1977) donde éste autor pone en evidencia la marcada diferencia entre los principales pastos existente en el país. La causa fundamental de estas diferencias está determinada por la respuesta que los pastos muestran ante las condiciones climáticas que se dan en la región, así como el manejo que se aplique, unido a los cambios morfológicos, fisiológicos y químicos que las especies y variedades en particular, sufren en su desarrollo.

La búsqueda de nuevas variedades o especies de pastos tropicales, no solo más productivas, sino de una alta calidad señalada por Minson (1971a) y Hutton y Minson (1974) es una importante vía de solución a la problemática planteada y que comenzó a ser aplicada en Cuba con un amplio programa de introducción de pastos, entre los que se encuentran las variedades del género *Cynodon* que desde hace algunos años han constituido los estudios de mejoramiento genético llevados a cabo por Hurton, Hart y Lowrey (1967).

Frecuencia y altura de corte

Es indudable que uno de los aspectos más abordados por los investigadores es el relacionado con la frecuencia y altura de corte que se emplea en el manejo de los pastos tropicales; a pesar de ello generalmente se encuentran criterios en extremo diferentes.

La utilización de frecuencias de corte prolongadas, con el objetivo de obtener altos rendimientos de materia seca, ha sido cuestionada en reiteradas ocasiones, teniendo en cuenta que las defoliaciones más frecuentes son más deseadas para mejorar la calidad del pasto como ha señalado Herrera (1981). Sin embargo, a esto pudiera contraponerse que el efecto inmediato de los cortes frecuentes, trae aparejado una disminución en los carbohidratos de reserva (Thoughton, 1957; May, 1960 y Alberda, 1966) y por consiguiente una disminución de la velocidad de los rebrotes que introduce cambio en los constituyentes químicos, que afectan la calidad esperada con este manejo.

Este comportamiento es más acentuado aún si las defoliaciones más frecuentes van unidas a alturas de corte que eliminan los puntos de crecimiento activo y reduzcan el área foliar necesaria para continuar la actividad fotosintética y gran parte del sistema de almacenamiento que constituyen las hojas más bajas, los tallos y los estolones.

Luego, el empleo de una frecuencia o altura determinada no sólo debe constituir parte de un plan donde el objetivo fundamental contemple la obtención de la máxima producción de materia seca o calidad del pasto, su fisiologismo, así como la adaptación a las condiciones del medio para proceder a aplicar un manejo que además de producir los resultados esperados sea capaz de mantener y prolongar la vida útil de los pastizales.

Fertilización

Entre los elementos minerales que se pueden aplicar al suelo el nitrógeno es el más importante. Esta situación tiene mayor relevancia en áreas tropicales, ya que la mayoría de los suelos presenta bajo contenido del mismo. Por tal razón, los niveles que se utilicen y su distribución, así como la relación que se establece con el suelo, la especie y las condiciones de clima determinarán los incrementos del rendimiento y la calidad del pasto.

A pesar de que el incremento de los niveles es una vía segura para elevar de forma considerable la producción de materia seca y el contenido de proteína, (Burton, Jackson y Hart, 1963; Wollner y Castillo, 1968; Aspiolea y Arteaga, 1976; Crespo y Cuesta, 1974) es de suma importancia considerar que la elevación sistemática de las dosis puede contribuir a la acumulación de grandes cantidades de nitratos, debido a la incapacidad de la planta de metabolizar todo el N absorbido. En este sentido, las altas aplicaciones parecen influir de forma más notable. Así, Reid (1966) reportó que con aplicaciones de 0, 224, 448, 672, y 896 kg N/ha los contenidos de NO₃ fueron de 0,5; 1,3; 7,7; 15,5 y 14,2%. Sin embargo, en los trabajos de Crespo, Febles, Pedroso y Padilla (1977) se reportaron contenidos de nitrato entre 3,5 y 3,6%, a pesar de utilizar dosis que oscilaron entre 480 y 940 kg N/ha.

La deficiencia de nitrógeno ocasiona trastornos fisiológicos y morfológicos de gran envergadura en los pastos. Hewitt (1963) indicó que una limitación en el suministro de N provoca una disminución de la síntesis proteica, la cual afecta el crecimiento meristemático y el desarrollo del ahijamiento se reduce considerablemente. Por otra parte, como el N forma parte de la estructura de la molécula de clorofila, su deficiencia causa una disminución en el contenido de este constituyente de las hojas, apareciendo en las más viejas una coloración amarillenta, característica de este síntoma (Wallace, 1961).

Aunque es evidente que el adecuado suministro de N tiende en general a incrementar los rendimientos y la calidad de los pastos, es indudable que la respuesta puede variar según las características intrínsecas del pasto, cuando los factores como el clima, el manejo y la edad de rebrote no limitan esta capacidad propia. En este

sentido Little, Vicente-Chandler y Abruña (1965), Chada y Akinola (1971) y Crespo, Ramos, Suárez y Herrera (1981) han indicado un comportamiento específico para cada especie.

Con relación al valor energético del pasto, Deinum (1966) planteó que el mismo se ve favorecido con la fertilización nitrogenada en los primeros estadios puesto que al madurar este efecto se hace negativo.

En cuanto a la digestibilidad, los criterios son contradictorios. Así, Minson (1975) plantea que las aplicaciones de N pueden variar la digestibilidad del pasto, pero en tan poca magnitud que no debe ser tomada en cuenta, en lo que coincide Raymond (1969). Sin embargo, otros resultados indican aumentos en la digestibilidad con el N (Minderhoud, Van Burg, Deinum, Dirven y Hart 1974; Funes, 1975; Crespo y col., 1981).

El efecto del nitrógeno sobre el contenido de los elementos minerales en el pasto es reportado como muy variable en la literatura. El contenido de P y Ca en la planta puede mostrar tendencias a aumentar o disminuir, por lo que la diversidad de resultados con relación a la fertilización nitrogenada también depende de otros factores como son: la composición química del suelo y las variaciones climáticas, entre otras.

Estacionalidad de la producción de pastos

Como señalamos anteriormente en general en el sistema de alimentación de la ganadería en Cuba depende de la producción de pastos y forrajes. Y es precisamente el déficit de alimento la causa principal que más limita la producción animal y la más difícil de abordar pues está determinada en primera instancia por las variaciones climáticas, las que el hombre en su desarrollo no ha podido poner a su disposición como sucede con otros factores.

La desigual distribución de las lluvias a través del año hace que la mayor producción de pastos se produzca en el período lluvioso donde cae el 80% aproximadamente de los 1 300 mm de la precipitación anual promedio; además de presentarse altas temperaturas y radiación solar, lo cual favorece el crecimiento de las plantas. En la época seca donde solo cae el 20% de la precipitación la producción decae drásticamente y se mantiene en un rango de 25-35% de la producción anual.

Resultados que atenúan este comportamiento son obtenidos con la utilización de pastos más productivos y de mayor resistencia a la falta de humedad, el uso del riego y la fertilización nitrogenada.

Es precisamente la distribución del fertilizante nitrogenado una de las medidas que el productor puede utilizar para contrarrestar el desbalance de los rendimientos, aunque continúan manifestando su influencia el resto de los factores.

La reducción de la fertilización en los meses donde el crecimiento es favorecido por las condiciones existentes, a fin de incrementar la misma en los meses de seca, aunque ello conlleve una menor eficiencia del nitrógeno, ha sido recomendada por Simpson (1975) y Murtagh (1975).

En las condiciones de nuestro país, Crespo (1976), obtuvo una mayor proporción del rendimiento cuando el 60% de la dosis anual de N se aplicó en el período seco con la especie de pangola, que es una de las gramíneas tropicales que muestra mayor desequilibrio en sus rendimientos a través del año. Luego, con la puesta en práctica de este sistema cuando se emplean especies de menor susceptibilidad al desbalance estacional, es de esperar incremento de los rendimientos de una forma más eficiente.

El nitrógeno en el suelo y su asimilación por los pastos

Es incuestionable que el crecimiento de los pastos, al igual que otras plantas se ve limitado con mayor intensidad por las deficiencias de nitrógeno que por las de otros nutrientes, siendo la causa fundamental de este comportamiento las elevadas extracciones que en general hacen las plantas y de forma especial las especies de pastos cuando son sometidas a un régimen de explotación intensivo.

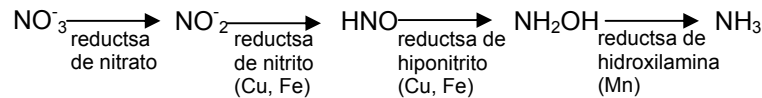
El nitrógeno está presente en la atmósfera del suelo y disuelto en el agua en su forma elemental (N_2). En el suelo también están presentes formas inorgánicas como el óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2) y el amoníaco (NH_3) que son gaseosos y que en cantidades tan pequeñas que apenas son detectables, mientras que el amonio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) y el nitrato (NO_3^-) son las formas iónicas presentes en la solución del suelo. Por lo general estas formas inorgánicas constituyen alrededor del 2% del contenido total de N en los suelos.

El resto del nitrógeno presente en los suelos es de naturaleza proteica debido a la descomposición de residuos de plantas y animales y el mismo constituye entre el 85 y 95% del nitrógeno total.

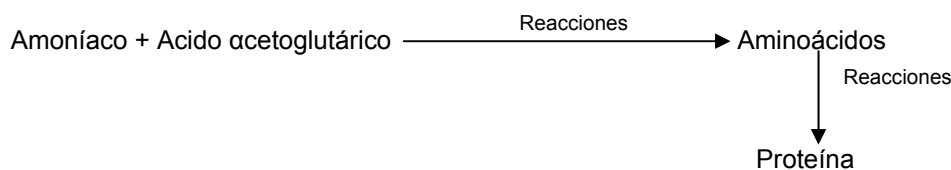
Este elevado contenido de residuos orgánicos no es asimilable por los pastos sin que antes medie un proceso de descomposición microbiana en ausencia de oxígeno. La presencia de microorganismos no especializados transforma la materia orgánica en NH_4^+ para que posteriormente las bacterias nitrificantes puedan oxidar este a NO_2^- , y las nitrobacterias completen el proceso con la oxidación del NO_2^- a NO_3^- .

Las gramíneas toman el N de la solución del suelo en forma de iones NO_3^- y NH_4^+ aunque en muchas plantas asimilan de forma más rápida el nitrato que el amonio (Viet, 1965). Sin embargo, ambas formas del N no pueden ser directamente empleadas por las plantas, sin que antes sean reducidas a amoníaco.

En el proceso de reducción de los nitratos están presentes la energía obtenida en el proceso de respiración y un grupo de enzimas (reductasas) cuyos grupos prostéticos contiene molibdeno, manganeso, cobre y hierro. El esquema propuesto por Doby (1965) y más comúnmente aceptado es el siguiente:



A partir del amoníaco obtenido de la reducción de los nitratos tiene lugar la síntesis de compuestos orgánicos como los aminoácidos y las amidas a través de aceptores como el ácido oxalacético y el pirúvico. En este sentido, Davis, Giobanelli y Rees (1964) indicaron el sendero normal de la síntesis proteica a partir del amoníaco y el mismo fue esquematizado por Doby (1965) de la siguiente forma:



Como hemos señalado, el manejo intensivo de las gramíneas, sobre todo en áreas forrajeras, es muy exigente en lo que a fertilidad del suelo se refiere. El mantenimiento de la capacidad productiva no puede depender solamente de las reservas nutritivas del suelo, por lo que resulta obvio que los sistemas conlleven la aplicación sistemática de fertilizantes nitrogenados.

Influencia de la fertilización nitrogenada en la producción de pastos

El nitrógeno afecta el crecimiento de los pastos al incidir sobre los procesos metabólicos, fisiológicos y morfológicos que regulan la síntesis de proteína (Hewett, 1963 y Davis y col, 1964) la producción de rebrotes, el incremento del área foliar (Ryle, 1970), el diámetro radicular (Oswalt, Bertrand y Teel, 1959) y la longitud de los tallos, hojas y el número de entrenudos por tallo (Prine y Burton, 1956 y Wilman, 1977).

A pesar de las dinámicas transformaciones que ocurren en el suelo como una vía de mantener el constante suministro de N, la escasez del mismo limita frecuentemente la producción de cosechas y muy en particular la producción de los pastizales en las áreas tropicales. Esto se debe en primer lugar al bajo contenido de N asimilable que generalmente presentan estos suelos (Conforth, 1969 y Mott, Quinn y Bisschoff, 1970) y en segundo lugar a las elevadas extracciones que hacen los pastos (Paretas, 1976) sobre todo en los sistemas intensivos de explotación.

A diferencia de los templados, los pastos tropicales ocupan en forma permanente el suelo. Así, los nutrientes que se requieren para mantener óptimos rendimientos son mayores que en el resto de los cultivos anuales. De esta forma, solo el continuado suministro de fertilizantes nitrogenados compensará las pérdidas de elementos nutritivos aprovechables y la baja tasa de mineralización de los suelos ocupados por pastos (Hensell, 1968).

Un gran número de investigaciones llevadas a cabo en las regiones templadas han mostrado una respuesta casi lineal de los pastos hasta el nivel de 300 a 400 kg de N/ha/año (Cowling y Lackyer, 1965; Reid, 1966 y Ryan, 1974) mientras que en condiciones tropicales muchas especies han mantenido una respuesta similar hasta los 400 kg N/ha/año (Salette, 1970; Crespo, 1976; Herrera, 1981 y Ramos, Curbelo y Herrera, 1980).

No obstante, la posibilidad real de obtener incrementos sustanciales de la producción con el uso del N se ve limitada por dos razones fundamentales: en primer lugar la respuesta puede variar teniendo en cuenta algunos factores como son el suelo, las condiciones climáticas, la especie de pasto y el manejo y en segundo lugar porque la situación económica del área tropical no le permite disponer de los recursos necesarios para adquirir en el mercado internacional los grandes volúmenes de N y mucho menos realizar instalaciones fabriles para mantener la intensidad de fertilización que la explotación requiere.

Es evidente la dificultad de conjugar todos estos factores para lograr la máxima eficiencia. A pesar de ello, algunas de las situaciones analizadas han sido resueltas de forma favorable pero aún es necesario seguir profundizando en el manejo de los pastos.

CAPITULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Características ecológicas

El clima del área experimental

La Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" fue fundada el 8 de marzo de 1962 por iniciativa del Gobierno Revolucionario y se encuentra ubicada en la zona central de la provincia de Matanzas, a 1 km del central España Republicana, municipio de Perico, en el punto geográfico determinado por los 22°48'7" de latitud Norte y los 81°2' de longitud Oeste a una altura de 19,01 m sobre el nivel del mar (Anon, 1971).

Entre sus instalaciones cuenta con una estación meteorológica de segundo orden que bajo las orientaciones del Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba, controla de forma sistemática la lluvia, la temperatura (máxima, mínima y media), la humedad relativa y la evaporación.

En la tabla II-1 se muestran las principales características climáticas del área.

Tabla II-1. Principales características climáticas del área experimental (promedio 10 años).

Meses	Temperatura (°C)			Lluvia (mm)	Humedad relativa (%)	Evaporación (mm)
	Máxima	Mínima	Media			
Enero	27,1	13,7	20,4	35,2	74,3	118,3
Febrero	27,7	14,0	20,9	69,0	73,8	128,6
Marzo	30,3	15,8	23,0	31,9	67,6	190,6
Abril	31,3	17,8	24,4	75,4	66,6	207,3
Mayo	32,3	20,2	26,2	214,8	74,3	169,9
Junio	32,2	21,3	26,6	281,4	78,8	138,1
Julio	32,6	21,4	27,0	150,6	76,9	167,2
Agosto	32,9	21,5	27,1	148,1	76,5	164,9
Septiembre	32,7	21,3	26,5	216,5	80,6	118,8
Octubre	30,6	20,0	25,1	105,8	81,3	119,8
Noviembre	29,1	17,5	23,2	44,6	79,3	106,5
Diciembre	27,9	15,4	21,7	34,0	67,0	112,6
Promedio	30,5	18,3	24,3	(1 407,3)	74,9	145,2

El promedio anual de lluvia es de 1 407,3 mm, siendo junio el mes de mayor precipitación, con 282 mm y diciembre y enero los más secos, pues solo llueve para un promedio de 34 y 35 mm, respectivamente. La mayor precipitación se produce entre los meses de mayo a octubre lo que representa el 79,4 % de la precipitación anual.

La temperatura promedio mensual se mantiene por encima de 20°C y no sobrepasa los 28°C con una media anual de 24,3°C.

Entre los meses de mayor temperatura se destaca agosto con una máxima promedio de 32,9°C; en tanto que enero y febrero tienen mínimas promedios de 13,7 y 14,0°C. Es de destacar que entre las 5:00 y 9:00 a.m. en los meses de diciembre y abril se presentan mínimas inferiores a 15°C.

La humedad relativa del aire generalmente es alta, oscilando entre 74-81 % durante el período lluvioso y 66-79 % en el período seco con un promedio anual del 75 %. La evaporación se mantiene en ascenso en los primeros meses del año alcanzando en marzo, abril y mayo valores extremos de 190, 207 y 169 mm respectivamente para después descender a valores mínimos de 106 mm en el mes de noviembre.

El suelo del área experimental

De acuerdo a la génesis y clasificación de los suelos de Cuba de la Academia de Ciencias los suelos de la Estación utilizados para desarrollar el trabajo experimental son Ferralíticos Rojos de relieve llano y rápida desecación. Se caracterizan por la diversidad de cultivos en ellos presentes, son arcillosos sobre una base de roca caliza dura y cavernosa del Neógeno. En análisis de los rasgos morfológicos indica que son suelos profundos con una notable uniformidad en el perfil donde se observan transiciones notables hasta la caliza subyacente. La acción de la meteorización ha disminuido la presencia de carbonato de calcio y aumentado la de aluminio y hierro. El perfil entre 0 y 10 cm de profundidad es de color rojo a rojo pardo por la presencia de materia orgánica, presenta escaso sistema radicular y algunas concreciones de hierro. A la profundidad de 10-

30 cm el color rojo es más intenso, hay mayor compactación, se encuentra mayor número de raíces y pocas concreciones. A partir de los 30 cm el color rojo es brillante cuando está seco, el sistema radicular comienza a ser escaso, se encuentra un 30% de concreciones de hierro, el perfil se torna más friable (Anon, 1973).

Antes de la fundación de la Estación estos suelos fueron utilizados tradicionalmente para el cultivo de viandas y caña de azúcar siendo fertilizados sistemáticamente con distintas fórmulas. Esta es la causa fundamental por la que algunos valores que se exponen en la tabla II-2 no se corresponden con las características de este tipo de suelo.

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

Determinación	Contenido	ES $\bar{X} \pm$
pH	6,03	0,5
Materia orgánica (%)	2,90	0,2
Nitrógeno (%)	0,18	0,2
Fósforo (mg/100 g)	2,83	0,4
Potasio (mg/100 g)	7,14	0,1
Calcio (%)	0,23	0,2

Descripción de la especie

Origen y distribución geográfica

Un aspecto sobre el cual los especialistas no han llegado a unificar criterios es precisamente el relacionado con el origen del pastos bermuda (*Cynodon dactylon* L. Pers). En este sentido Burton (1962) señala su origen en la India por lo extendida en ese país durante miles de años y Ahlgren (1956) y Hughes y Metcalfe (1972) coinciden en señalar toda la región del Mediterráneo como centro activo de evolución. Por otra parte, cada vez toma más fuerza el criterio de que las recientes introducciones provenientes del África han mostrado mayor diversidad de tipos que las provenientes de la India.

Este argumento es sostenido por los especialistas para diferenciar las formas existentes en esas regiones y razón para considerar al África y no a la India como el centro primario de origen, ya que coincide con la teoría de los centros secundarios desarrollada por Vavilov (1926).

Las islas Bermudas sirven de puente para su introducción en América, siendo introducidas en el sudeste de Estados Unidos alrededor del siglo XVIII donde en la actualidad ocupan más de dos millones de hectáreas dedicadas a pastoreo o conservación en forma de heno (Burton, 1965). En Cuba se reportan introducciones posteriores a 1950 por la Estación Experimental de Santiago de las Vegas.

Actualmente se encuentra distribuida en una amplia zona del trópico y subtropico con diferencias morfológicas y ecológicas bien definidas lo que ha contribuido a que se le considere por Harlam, de Wet y Rawal (1970) y Harlam (1970) una especie cosmopolita.

Esta amplia distribución de las variedades, así como su adaptación a diferentes tipos de suelo y su plasticidad ecológicas unido al rápido establecimiento de los estolones, señalándosele como mala hierba en plantaciones de cítrico y maíz, (Burton 1962) fue el motivo por el cual el Dr. G. W. Burton de la Coastal Plain Experimental Station en Georgia desarrolló un programa de introducción y cruzamiento con esta especie donde se ha obtenido un considerable número de nuevas variedades.

La bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1) como se le conoce en Cuba es un híbrido (F1) completamente estéril producto del cruce de la Coastal y la bermuda PI-255445, esta última obtenida por Bogdan en el año 1958 al cruzar la bermuda de costa con la Kenya No. 14. El cultivar comenzó a ser utilizado por los productores en los Estados Unidos en 1967 (Bogdan, 1977) y se caracteriza por un incremento del 12 % de digestibilidad sobre el cv. Coastal (Burton, Hart y Loury, 1967), mejora sustancialmente el consumo y la ganancia de peso vivo (Loury, Jonson, Burton, Marchant y McCormick, 1968) y se considera, producto del cruzamiento una planta más resistente al ataque de plagas (Lenck, Taliaferro, Burton y Bouman, 1969).

Características botánicas

La bermuda cruzada-1 es una gramínea perenne de hábito cespitoso, estolonífero, con tallos rastreros y erectos, huecos, medianamente robustos o robustos en dependencia de la madurez de la planta. Cuando las condiciones son favorables puede alcanzar entre 80-90 cm de altura con entrenudos 8-9 cm. Se diferencia de

otros cultivares de la especie por presentar pocos o ningún rizoma, estolones fuertes de rápido crecimiento y las hojas del extremo de limbos cortos y dobladas hacia atrás (fig. II-1).

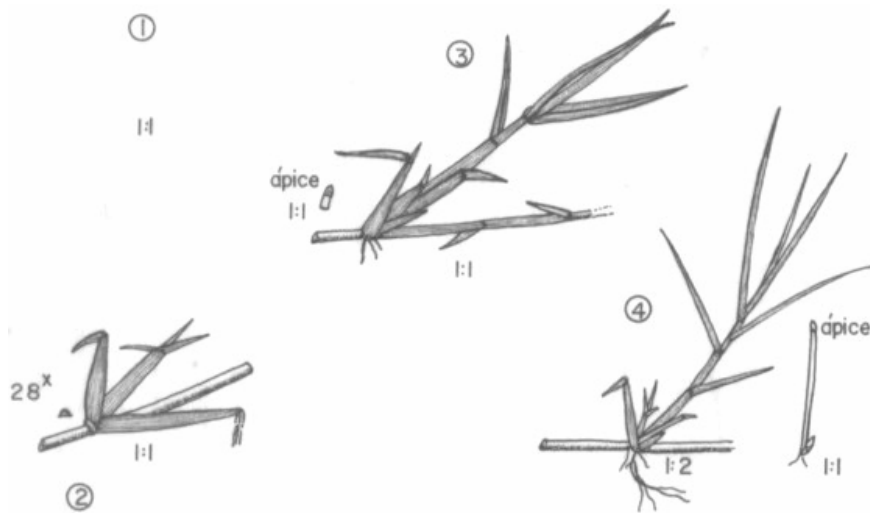


Fig. II-1. Caracteres morfológicos del desarrollo de un rebrote.

Las hojas presentes en número de dos o tres en un mismo nudo, particularidad que le permite ser más hojosa, son lanceoladas, suaves y presentan pelos cortos en ambas caras con una ligula pilosa. El color varía su tonalidad del verde suave al verde intenso según el régimen de fertilización y el estado de madurez. Las dimensiones fluctúan entre 2-6 mm de ancho y 11-15 cm de largo.

Florece solamente una vez en el periodo seco (Dudar y Machado, 1981). Sus tallos florales pueden alcanzar hasta 70 cm de altura mostrando una inflorescencia digitada cuyos verticilos originados en un punto común muestran la presencia de dos hileras de espiguillas enclavadas a un solo lado del raquis. La utilización práctica de las semillas botánicas carece de valor debido a que las mismas son completamente estériles, de ahí que la única posibilidad de propagación es la distribución de porciones vegetativas.

Aunque proviene de áreas donde prevalecen los suelos sueltos y arenosos, en Cuba se ha adaptado bien a diferentes tipos, donde desarrolla un sistema radicular profuso a los 30-45 cm de profundidad, resistente al ataque de nemátodos.

Desde su introducción en Cuba en el año 1992, procedente de Jamaica, comenzó a ser ampliamente distribuida llegando a ocupar un área importante de los pastos cultivados en áreas de producción, teniendo como premisa los resultados que avalan su comportamiento en otras regiones y los que de forma sistemática se han obtenido en nuestro país.

Metodología experimental

La conducción de los experimentos se realizó seleccionando el terreno lo más uniforme y representativo que las condiciones prácticas permitieron, después de comprobar que la influencia de posteriores tratamientos a emplear fuera nula o por debajo de los rasgos permisibles en estos casos.

Preparación del suelo, siembra y establecimiento

Para la siembra de los experimentos se realizaron labores de tipo convencional en la preparación del suelo tratando, en todos los casos, de que el terreno quedara suelto para facilitar el posterior establecimiento. El procedimiento general para efectuar la siembra fue utilizando porciones vegetativas de 90 días de edad y a una distancia de 45-60 cm entre surcos a una profundidad de 10-15 cm en los meses de junio a julio, que solo varió cuando alguno de estos aspectos fue objeto de estudio.

Los experimentos se desarrollaron en el período comprendido entre 1975-1980.

El comienzo de la evaluación se realizó 6-12 meses posteriores a la siembra cuando el pasto estaba completamente establecido y no sin antes realizar un corte de establecimiento y un ensayo en blanco para conocer de antemano la variación del área experimental.

Fertilización y riego

Posterior al corte del establecimiento y después de distribuir de forma homogénea los tratamientos, se marcó el área total y cosechable de las parcelas con sus correspondientes calles. Previamente se tomó una muestra del suelo, en cada parcela, hasta 20 cm de profundidad que después de ser secadas al aire fueron enviadas al laboratorio para la determinación de la composición química del mismo.

Los cortes se realizaron con una motosegadora autopropulsada de sable frontal, con una frecuencia y altura de corte determinadas por la metodología que a cada caso correspondía. Se desechó una franja de 50 cm a cada lado de las parcelas para eliminar el efecto de borde, cosechándose el resto del material para la determinación de la materia verde y selección de la muestra.

Preparación de la muestra

Una muestra homogénea de cada parcela fue introducida en un saco de nylon y cerrada herméticamente con una liga para ser trasladadas inmediatamente a un lugar techado a fin de evitar pérdidas, contaminación o alteración. En el laboratorio se determinó el peso de cada muestra antes de ser introducidas en la estufa a 100°C hasta obtener peso constante para la determinación del contenido de materia seca. Posteriormente las muestras pasaron a ser molidas y guardadas en frascos de cristal en espera de los análisis bromatológicos indicados.

Mediciones de campo

Para determinar la germinación se sembraron 200 estolones por tratamiento tomados al azar del material utilizado en la siembra.

Durante tres semanas se realizaron conteos por el método de eliminación con intervalos de tres días.

La altura de la planta se midió con una regla graduada en cm en cinco puntos al azar en cada parcela antes de efectuar el corte. Para conocer la variación de la composición botánica se determinó el por ciento de malas hierbas al inicio del experimento y en cada período, por el método del puntero. También con la utilización de este método se midió el por ciento de área cubierta.

El por ciento de hojas se midió en cortes alternos tomando una muestra de 200 g que fue sometida a la estufa hasta peso constante; separadas las hojas del resto del material se determinó por diferencia de la cantidad de éstas y se expresó con porcentaje en base seca.

Cálculo y análisis estadísticos

El rendimiento de materia seca en cada corte y por parcela se calculó multiplicando el peso de la materia verde por el porcentaje de materia seca determinado en la estufa. A su vez éste sirvió para obtener el rendimiento por hectárea al multiplicar por un factor constante que incluía el área cosechable de la parcela.

La eficiencia de utilización del nitrógeno (EUN) se determinó restando al rendimiento de MS de la variante en estudio el rendimiento del control, dividiendo el resultado por el nivel de nitrógeno aplicado.

$$EUN = \frac{\text{kg MS/ha con } N_x - \text{kg MS del control}}{N_x}$$

donde N_x = dosis de N aplicada

Se efectuaron los correspondientes análisis de varianza por época y anual, así como regresiones para relacionar los factores.

Los valores medios de los parámetros en estudio se compararon según la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955).

Métodos analíticos

Para efectuar los análisis químicos se tomaron dos gramos del recipiente que contenía la muestra molinada correspondiente a cada tratamiento, tratando en todos los casos de disminuir el tiempo de almacenamiento con vistas a evitar la alteración del material. Los análisis se realizaron con una muestra por tratamiento y en paralelo.

Análisis químico del pasto

La determinación del nitrógeno se realizó por la oxidación de la muestra con ácido sulfúrico y la posterior adición de álcalis para la formación de una base que después de filtrada se tituló con un ácido de concentración conocida. El por ciento de nitrógeno obtenido se multiplicó por el factor 6,25 para conocer el contenido de proteína bruta de la muestra (AOAC, 1965).

El calcio y el fósforo se determinaron a partir de la ceniza bruta (AOAC, 1965) obtenida de la ignición de la materia orgánica en una mufla de 400-500°C. De la disolución de las cenizas se tomaron alícuotas que en el caso del fósforo se hicieron reaccionar con el molibdato de amonio formando el complejo azul fosfomolibdico, el cual fue leído en un fotolorímetro y para el calcio se procedió a titular con un indicador apropiado la reacción entre la alícuota de la disolución y la sal disódica del ácido etilendiamino tetracético conocido como EDTA.

Análisis químico del suelo

El contenido de materia orgánica fue determinado con 0,5 g de suelo tamizado a 0,5 mm a los que se añadieron 10 mL de $K_2Cr_2O_7$ 1 N y 20 mL de H_2SO_4 concentrado, se mezclaron durante 1 minuto y dejados en reposo 30 minutos. La mezcla se diluyó con 200 mL de agua y para la valoración se añadieron 0,2 g de NaF y 20 gotas del indicador de Difenilamina. Para la titulación se añadió sulfato ferroso conocido como sal de Mohr (Walkley y Black, citado por Jackson, 1958).

Para la determinación del potasio se tomaron 5 g de suelo previamente pasados por un tamis de 1 mm a los que se le añadieron 50 mL de acetato de amonio 1 N (Ph-7). La mezcla se agitó durante una hora y se filtró. De la solución obtenida se determinó el potasio utilizando el fotómetro de llama (Maslova, citado por Dinchev, 1972).

Contenido de N. Se determinó por Kjeldahl (citado por Jackson, 1958).

Contenido de P. Se determinó por el método de Onniani.

CAPITULO 3. INFLUENCIA DE LA ÉPOCA, DISTANCIA Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL ESTABLECIMIENTO DE LA BERMUDA CRUZADA-1

Un gran número de las investigaciones conducidas en nuestro país han estado encaminadas a la búsqueda de pastos de fácil reproducción por semilla botánica como una de las vías más rápidas y económicas para establecer los pastizales. Sin embargo, hay pastos que no producen semillas fértiles o éstas presentan períodos más o menos largos de dormancia que hacen difícil y lenta la propagación sexual, teniendo que recurrir obligatoriamente a la propagación mediante la utilización de semilla vegetativa.

La bermuda cruzada es uno de estos casos y la determinación de los principales factores agronómicos que influyen en su establecimiento redundan en una más rápida utilización del pasto y por consiguiente en una mayor producción de los animales que lo consumen.

Por estas razones es que se decidió estudiar la influencia de la época, distancia y densidad de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1.

Experimento 1. Influencia de la época y distancia de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1

Materiales y métodos

Tratamiento y diseño

Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas con 4 réplicas donde la época de siembra correspondió a la parcela principal y la distancia de siembra a la subparcela.

Las variantes estudiadas fueron:

Época de siembra	Distancia de siembra
E ₁ – mayo	30 cm
E ₂ – julio	45 cm
E ₃ – septiembre	60 cm
E ₄ – noviembre	90 cm
E ₅ – enero	
E ₆ - marzo	

Procedimiento

La siembra se realizó con semilla vegetativa de 90 días de edad que había sido regada y fertilizada con 50 kg de N/ha. Durante la etapa experimental no se aplicó fertilización ni se realizaron deshierbes. El corte de establecimiento se efectuó cuando el pasto tenía 120 días de sembrado.

La toma y procesamiento de las muestras y las medidas determinadas (germinación, área cubierta, invasión de malas hierbas y rendimiento) aparecen descritos en el capítulo II. En la tabla III-1 se muestra la fecha de siembra, corte, riego y precipitación.

Tabla III-1. Fecha de siembra y corte, riego y precipitación durante el período experimental.

Tratamientos	Siembra	Corte	Riego (mm)	Precipitación (mm)
E ₁ – mayo	22-5-75	-	-	987,7
E ₂ – julio	22-7-75	22-11-75	80	433,0
E ₃ – septiembre	22-9-75	22-1-76	210	176,0
E ₄ – noviembre	15-11-75	15-3-76	210	195,0
E ₅ – enero	15-1-76	15-5-76	140	408,0
E ₆ - marzo	15-3-76	-	80	1 031,5

Resultados

Germinación

La época y distancia de siembra tuvieron una marcada influencia en la germinación de las semillas. En la figura III-1 se muestra el comportamiento de la germinación en los días posteriores a la siembra para la distancia de 60 cm.

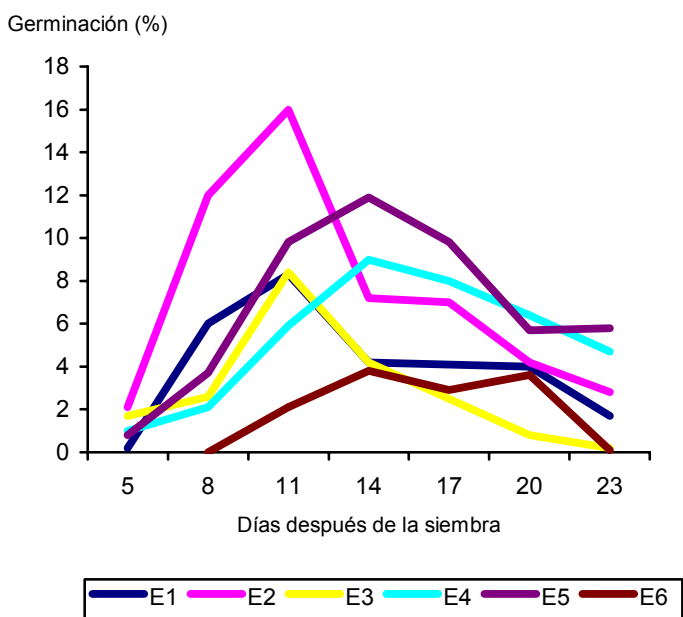


Fig. III-1. Por ciento de germinación para distintas épocas del año según días de sembradas (datos transformados).

El mayor por ciento de semilla germinada se presentó entre los 9 y 15 días posteriores a la siembra independientemente de la época. Para los tratamientos correspondientes al período lluvioso (mayo, julio y septiembre) la germinación fue mayor a los 11 días. Sin embargo, las del período seco (noviembre, enero y marzo) mostraron un alargamiento en la germinación, alcanzándose la mayor germinación a los 14 días.

Área cubierta

El por ciento de área cubierta mostró mayor variación con la época que con la distancia de siembra (fig. III-2). La siembra en julio (E₂) alcanzó los mayores por cientos de área cubierta (82-92%) independiente de la distancia de siembra. Las siembras del período lluvioso alcanzaron la mayor área cubierta que las del período seco y en todas las épocas de siembra la distancia de 90 cm entre surcos tendió a alcanzar los menores por cientos de área cubierta.

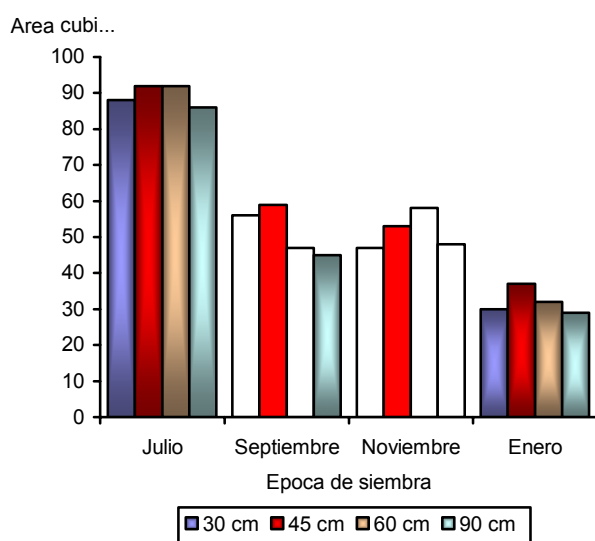


Fig. III-2. Por ciento de área cubierta con relación a la distancia de siembra según la época.

Malas hierbas

La época de siembra influyó significativamente en la invasión de malas hierbas, sin embargo las distancias entre surcos no presentaron efecto significativo (tabla III-2). La infestación para E₂ alcanzó valores (P<0,001) más bajos que para E₃, E₄ y E₅, resultando nula en la distancia de 60 cm.

Tabla III-2. Infestación de malas hierbas en el momento del corte.

Época de siembra	Distancia de siembra (cm)				\bar{X}	ES \pm
	30	45	60	90		
E ₁ – mayo	-	-	-	-	-	
E ₂ – julio	1,6	2,3	0	2,1	1,5 ^c	6,3***
E ₃ – septiembre	24,6	17,9	34,1	26,0	25,6 ^b	
E ₄ – noviembre	31,0	22,5	34,9	41,7	37,5 ^b	
E ₅ – enero	63,0	48,3	55,9	50,5	50,7 ^a	
E ₆ – marzo	-	-	-	-	-	
\bar{X}	26,3	22,7	31,2	30,1		
ES \pm						2,0 NS

^{a, b, c} Medias sin letras en común difieren P<0,05

*** P<0,001

Rendimiento de materia seca

En la tabla III-3 se indica el comportamiento del rendimiento de materia seca en el establecimiento. Como en el caso anterior solo hubo diferencias significativas (P<0,001) para la época de siembra. El rendimiento se incrementó significativamente con la siembra en julio (E₂) donde se obtuvo un rendimiento promedio de 6,7 t/ha y máximos de 6,9 y 8,0 t/ha en la distancia de 45 y 60 cm.

Tabla III-3. Infestación de malas hierbas en el momento del corte.

Época de siembra	Distancia de siembra (cm)				\bar{X}	ES \pm
	30	45	60	90		
E ₁ – mayo	-	-	-	-	-	
E ₂ – julio	6,5	6,9	8,0	5,6	6,7 ^a	0,5***
E ₃ – septiembre	1,0	1,5	0,8	1,0	1,1 ^c	
E ₄ – noviembre	4,5	4,6	4,5	3,7	4,3 ^b	
E ₅ – enero	4,8	3,2	4,0	3,3	3,8 ^b	
E ₆ – marzo	-	-	-	-	-	
\bar{X}	4,2	4,1	4,3	3,4		
ES \pm						0,2

^{a, b, c} Medias sin letras en común difieren P<0,05

*** P<0,001

A pesar de no enfrentar diferencias entre sí, la distancia de 90 cm entre surcos mostró una ligera tendencia a introducir los menores rendimientos.

Experimento 2. Influencia de la densidad de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1

Materiales y métodos

Tratamiento y diseño

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 réplicas donde se compararon las siguientes densidades: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 y 3,0 t de semilla/ha que constituyeron los tratamientos.

Procedimiento

La siembra se realizó en el mes de junio con semilla vegetativa de 90 días de edad a una distancia de 60 cm entre surcos y la misma se regó y fertilizó con 50 kg de N/ha. Durante todo el período (120 días) no se aplicaron labores de limpieza ni fertilización.

Capítulo 3. Influencia de la época, distancia y densidad de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada- 1

Las observaciones para determinar el área cubierta se realizaron cada 30 días y se transformaron según $sen^{-1}\sqrt{\%}$. La toma y procesamiento de las muestras y el resto de las medidas realizadas (largo de los estolones, número de hijos por estolón, malas hierbas y rendimiento) fueron descritas en el capítulo II.

El comportamiento de los factores climáticos durante el período experimental se indican en la tabla III-4.

Tabla III-4. Comportamiento de los factores climáticos durante el período experimental.

Indicador	Observaciones			
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Precipitación	184,3	184,7	95,6	283,2
Temperatura máxima	34,3	32,9	33,1	32,3
Temperatura mínima	22,0	21,7	21,7	21,3
Temperatura media	27,1	26,7	25,8	25,8

Resultados

El largo de los estolones y el número de hijos por estolón correspondientes a cada densidad en el momento del corte se indican en la tabla III-5. Aunque ambos parámetros no presentaron diferencias al momento del corte es de destacar que el largo promedio alcanzado fue de 172 cm a los 120 días con 2,6 hijos por estolón.

Tabla III-5. Largo de los estolones y número de hijos por estolón.

Densidad (t/ha)	Largo de los estolones (cm)	Número de hijos/estolón
1,0	184,6	4,0
1,5	144,0	4,5
2,0	176,3	1,5
2,5	185,5	2,0
3,0	170,6	1,5
\bar{X}	172,2	2,6
ES \pm	0,23 NS	1,70 NS

Área cubierta

Todos los tratamientos incluso los de menor densidad (1,0 y 1,5 t/ha) mostraron un buen comportamiento en el por ciento de área cubierta. El pasto fue cubriendo de forma uniforme toda el área de las parcelas independientemente de la densidad empleada para alcanzar en la quinta observación un promedio del 78-83% del área total (tabla III-6).

Tabla III-6. Área cubierta (%).

Observaciones*	Densidad (t/ha)					\bar{X}	ES \pm
	1,0	1,5	2,0	2,5	3		
1	26,0	26,0	31,3	31,1	34,0	29,7 ^e	0,902***
2	66,3	68,0	65,0	69,5	56,5	65,0 ^d	
3	73,0	69,0	71,3	72,5	71,1	57,3 ^c	
4	77,0	75,0	76,1	78,2	73,0	75,9 ^b	
5	82,0	83,0	83,0	78,5	78,5	81,0 ^a	
\bar{X}	65,1	64,4	65,3	66,0	62,6		
ES \pm	0,823						

* Las observaciones se realizaron cada 30 días

a, b, c, d, e Medias sin letras en común difieren a P<0,05

*** P<0,001

Invasión de malas hierbas

El por ciento de malas hierbas fue del 36% a los 30 días y aumentó considerablemente entre ésta y las restantes observaciones donde se mantuvo sin diferencias entre sí hasta la quinta observación. La densidad de 3 t/ha resultó menos invadida (44%) que el resto (tabla III-7).

Tabla III-7. Invasión de malas hierbas.

Observaciones*	Densidad (t/ha)					\bar{X}	ES \pm
	1,0	1,5	2,0	2,5	3		
1	42,0	40,9	34,2	30,7	32,8	36,2 ^b	1,87***
2	61,4	60,4	58,1	57,1	42,5	55,9 ^a	
3	61,7	61,2	60,9	60,5	47,7	58,4 ^a	
4	63,4	57,1	59,5	63,0	49,0	58,4 ^a	
5	64,0	57,6	61,1	63,9	48,8	59,1 ^a	
\bar{X}	58,5 ^a	55,4 ^a	54,8 ^a	55,0 ^a	44,2 ^b		
ES \pm							1,715***

* Las observaciones se realizaron cada 30 días

^{a, b} Medias sin letras en común difieren a $P < 0,05$

*** $P < 0,001$

Rendimiento de materia seca

El rendimiento de materia seca en el corte de establecimiento (120 días) no presentó diferencias entre tratamiento (fig. III-3). Los mejores rendimientos se obtuvieron con las densidades de 1,5 y 3,0 t de semilla/ha al alcanzar producciones por encima de 2 t de materia seca.

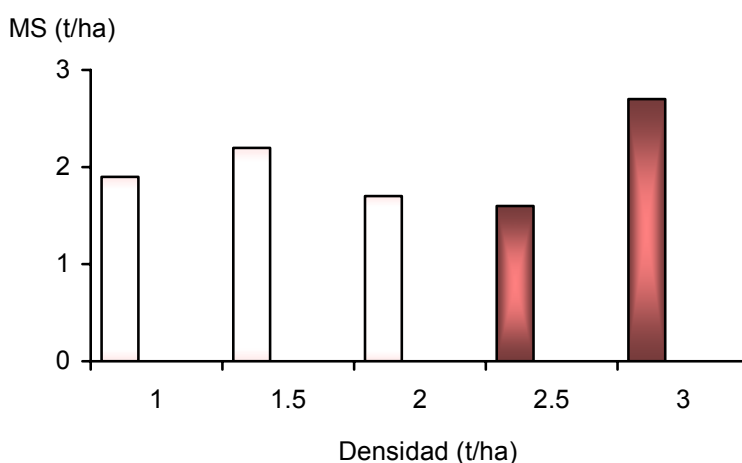


Fig. III-3. Por ciento de MS (t/ha) en el corte de establecimiento.

Discusión

Los por cientos de germinación en meses alternos del año mostraron una considerable variación como se indica en los datos del experimento 1. es evidente la relación entre época de siembra, la germinación y el posterior establecimiento que alcanzó la semilla, debido a que las siembras en mayo, julio y septiembre correspondientes al período lluvioso, alcanzaron mayores germinaciones en un tiempo más corto (11 días) respecto a las siembras efectuadas en el período seco, noviembre, enero y marzo que necesitaron 14 días para alcanzar los picos de germinación.

En este sentido Hernández y Gómez (1978) reportaron un comportamiento similar en términos absolutos del tiempo transcurrido en la germinación de la semilla apical y basal de la cruzada-1, aunque atribuyeron estas variaciones a la edad de la planta. De esto se desprende que la germinación no depende de un solo factor, sino de una compleja interacción entre diversos factores en los que la época de siembra juega un importante papel.

Hartman y Kester (1968) y Burns (1977) señalaron la influencia positiva del aspecto nutricional de la planta madre y los factores temperatura, luz y humedad, relacionadas con la germinación y posterior emisión de raíces y ramas.

Al analizar nuestros resultados parece que el primer aspecto disminuyó o eliminó su influencia teniendo en cuenta la aplicación de 50 kg/ha de N aplicados al banco de semilla. Sin embargo, es incuestionable que los elementos del clima señalados por estos autores ejercieron su influencia en la germinación y establecimiento y

cuando se sembró en los meses más calurosos (mayo, julio y septiembre) en contraposición con el aumento del tiempo de germinación en las siembras de noviembre y enero o la baja germinación obtenida en marzo (fig. III-1).

A pesar de que en el área cubierta no se observó efecto significativo entre los tratamientos, los resultados mostraron una mayor variación para los meses de siembra que para las distancias. De esta forma con la siembra en julio se obtuvo un incremento promedio de 38,3; 38,9 y 56,8 unidades porcentuales con relación a la siembra en septiembre, noviembre y enero.

Según nuestros resultados los tratamientos sembrados en enero, marzo y mayo (E_5 , E_6 y E_1) fueron los que recibieron durante los 90 días de crecimiento en el banco de semilla los efectos desfavorables del clima entre los meses de octubre a abril. Como se observa en la figura III-2, la semilla utilizada en la siembra de marzo y mayo no llegó a cubrir el área y la de enero lo hizo para un discreto 40%.

Estos resultados sugieren que la relación entre las condiciones climáticas, muy especialmente la humedad y la temperatura, y las condiciones que se introduzcan son los elementos vitales para lograr el establecimiento.

Al determinar la infestación de malas hierbas en el momento del corte se encontró un aumento significativo de las malezas en los tratamientos que alcanzaron el establecimiento (E_2 , E_3 , E_4 y E_5).

En varios trabajos realizados por Burside y Wicks (1969) y Hammerton (1972) se ha indicado que la competencia está muy relacionada con la reducción del número de plantas. Estos resultados se corroboran en este trabajo, ya que la reducida germinación de algunos tratamientos y por consiguiente el bajo por ciento de área cubierta (menos del 60%) fue facilitó el desarrollo de las especies indeseables y la competencia con la bermuda cruzada-1.

Generalmente, el rendimiento no es considerado como determinante en el establecimiento, ya que los resultados pueden variar en períodos de tiempo relativamente cortos. Sin embargo, es indudable que la producción de materia seca tuvo un efecto marcado de los meses de siembra y sirvió como índice para reflejar la variación mostrada por la germinación y el área cubierta.

Los resultados del experimento 2 permitieron demostrar como influyó la densidad de siembra en el establecimiento de la cruzada-1.

A pesar de no haberse obtenido un efecto significativo de la densidad de siembra en el largo de los estolones y el número de hijos por estolón, se puso de manifiesto la característica agresiva de los estolones descrita en el capítulo II. El crecimiento estolonífero de cerca de 1,5 cm por día alcanzado en este trabajo es ligeramente inferior al reportado para este cultivar (Anon, 1974), pero fue suficiente para alcanzar una longitud que fluctuó entre 144 y 185 cm a los 120 días de efectuada la siembra.

Además un aspecto que resultó notable fue el relacionado con el mayor número de hijos presentes en los tratamientos de menor densidad. Este comportamiento resultó muy favorable, pues cuando se utilizó una mayor densidad de semilla en la siembra se obtuvo una compensación en el número de plantas por metro cuadrado, que lógicamente se produjo en los tratamientos de mayor densidad y que ha sido reportado en otras gramíneas.

Como consecuencia del rápido crecimiento de los estolones se obtuvo un aumento significativo del área cubierta, que a pesar de alcanzar valores del 81% sufrió la fuerte competencia de otra especie.

Durante este mismo período la presencia de malezas aumentó considerablemente de la primera a la segunda observación a partir de la cual se produjo una estabilización de los valores. Esto pudiera estar relacionado con el hecho de que la infestación de malezas se correspondió con la germinación de una considerable cantidad de semillas de *Sorghum* presentes en el área, las que fueron favorecidas por las condiciones climáticas de la época y el movimiento del suelo para la siembra.

El hecho de que el rendimiento de materia seca no presentara un efecto significativo en las densidades, demuestra la posibilidad de utilizar menores densidades de semilla en la siembra.

Sin hacer un pormenorizado análisis económico, los resultados indican que es posible obtener un establecimiento satisfactorio con rendimientos del orden de 2-3 t de MS/ha al reducir la dosis de siembra de 3 t/ha por lo general, la más usada en la mayoría de las especies estoloníferas a 1,5 t/ha, lo que representaría un ahorro de cerca de nueve pesos en cada hectárea sembrada considerando solamente el factor costo de producción de semilla a razón de 5,93 pesos/t. Además el ahorro de semilla permite duplicar el área de siembra.

Todo lo anterior nos permite concluir que cuando a la bermuda cruzada se le proporcionan las condiciones de riego, fertilización y manejo que el banco requiere se pueden obtener altas germinaciones, un buen sellaje del área y rendimientos aceptables en el establecimiento en períodos no mayores de 120 días.

CAPITULO 4. EFECTO DE LA FRECUENCIA Y ALTURA DE CORTE CON RIEGO Y EN SECANO EN EL RENDIMIENTO Y ESTABLECIMIENTO DEL PASTIZAL

La frecuencia y altura de corte son entre otros factores agronómicos los que mayor influencia ejercen en el rendimiento y calidad del pastizal. Esto se debe a que los procesos que intervienen en la reacción de crecimiento, así como la composición química y estructural del pasto, se ven afectados principalmente por el régimen de explotación a que son sometidos.

Una acción similar ejerce el riego, toda vez que el mismo contribuye a la absorción y posterior utilización de los nutrientes en los procesos antes señalados.

Sin embargo, estos factores tienen la particularidad de ser controlados por el hombre y utilizados para encontrar rasgos que permitan emplear el manejo más adecuado. En este sentido, el conocimiento de la influencia de los factores reviste particular interés, ya que los mismos redundan en el momento de la producción cuando son empleados de forma racional, sin descuidar la conservación del pastizal.

Por estas razones el objetivo fundamental del presente capítulo fue estudiar el efecto de la frecuencia y altura de corte con riego y en seco sobre el rendimiento y los cambios en la composición botánica de la bermuda cruzada-1.

Experimento 1. Efecto de la frecuencia, altura de corte y el uso del riego en la bermuda cruzada-1. I Composición botánica

Materiales y métodos

Tratamiento y diseño

Se utilizó un diseño de parcela sub-sub-dividida con 4 réplicas.

El riego constituía la parcela principal, la altura de corte (5, 10 y 15 meses) la subparcela y la frecuencia de corte (3, 4, 6 y 8 semanas) la sub-sub- parcela.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente por época (lluvia y seca).

Procedimiento

Las parcelas experimentales fueron de 20 m² con un área cosechable de 12 m². el fertilizante nitrogenado se aplicó a razón de 50-50-100 kg/ha al principio, intermedio y final del período lluvioso respectivamente y el P y K se fraccionaron en dos aplicaciones de 50 kg/ha al principio y final del mismo período.

La aplicación de riego, toma y procesamiento de las muestras, así como la determinación de la invasión de malas hierbas fueron descritas en el capítulo II. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente por época (lluvia y seca).

El comportamiento de los factores climáticos durante los dos años de estudio se indica en la tabla IV-1.

Tabla IV-1. Comportamiento de los factores climáticos en el período experimental.

Elementos climáticos	Primer año		Segundo año	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Lluvia (mm)	759,1	202,2	1 105,4	266,1
Temperatura máxima (°C)	31,4	31,0	32,7	28,9
Temperatura mínima (°C)	19,6	16,2	20,9	15,7
Temperatura media (°C)	25,5	23,5	26,8	22,4
Total de días con lluvia	69	16	93	19
Total anual de lluvia	961,3		1 371,5	

Resultados

Invasión de malas hierbas

El por ciento de malas hierbas en los distintos tratamientos para el primer y segundo año se indican en la tabla IV-2.

Hubo un marcado incremento estacional del por ciento de malezas en los dos años de evaluación y un aumento considerable al comparar el primero con el segundo año.

Con la aplicación del riego en el período seco se incrementaron significativamente ($P < 0,05$) las malezas solamente en el primer año. El incremento siempre fue más notable en el período de lluvia que en el período seco, aunque en este último se aplicó riego.

Tabla IV-2. Invasión de malas hierbas en el primer y segundo año.

Tratamientos	Primer año		Segundo año	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Riego	25,7	15,4	35,1	26,2
No riego	28,2	9,2	39,8	25,9
ES \pm	2,30	1,27*	2,90	$\pm 1,31$
Altura de corte (cm)				
5	31,7 ^a	15,9 ^a	46,1 ^a	36,1 ^a
10	28,0 ^a	14,5 ^a	43,5 ^a	32,2 ^a
15	21,2 ^b	8,4 ^b	22,7 ^b	10,4 ^b
ES \pm	1,75***	1,10***	1,61***	2,23***
Frecuencia de corte (semanas)				
3	38,7 ^a	15,9 ^a	50,0 ^a	31,9 ^a
4	30,1 ^b	12,4 ^a	41,3 ^b	29,5 ^a
6	28,0 ^b	15,6 ^a	42,9 ^b	26,8 ^a
8	11,1 ^c	7,7 ^b	15,8 ^c	16,7 ^c
ES \pm	2,15***	1,21**	1,82***	1,68***

La infestación para las alturas de corte fue significativa por estación en ambos años. Las alturas de 5 y 10 cm incrementaron entre 14 y 20% las malas hierbas para la lluvia y seca respectivamente no reportándose diferencias entre éstas. Sin embargo, 15 cm difirió significativamente de 10 y 5 cm y solo presentó un incremento estacional del 2% en el segundo año con relación al primero.

Los intervalos de corte también difirieron significativamente por época en ambos años. En la misma medida en que los intervalos fueron más amplios disminuyeron los porcentajes de malas hierbas, con una variación entre 3 y 8 semanas de 39 a 11% y de 50 a 16% para la lluvia y de 16 a 8% y de 32 a 17% para la seca en ambos años, respectivamente.

Experimento 2. Efecto de la frecuencia, altura de corte y el uso del riego en la bermuda cruzada-1. II Altura y rendimiento

Materiales y métodos

Tratamiento y diseño

Se utilizó un diseño de parcela sub-sub-dividida con 4 réplicas, donde la parcela principal fue el riego y no riego; las subparcelas principal, las alturas de corte (5, 10 y 15 meses) y las sub-subparcela los intervalos de corte (3, 4, 6 y 8 semanas)

Procedimiento

El procedimiento empleado fue descrito en el experimento 1 de este mismo capítulo.

La aplicación de fertilizante basal, riego, toma y procesamiento de las muestras, así como las medidas tomadas (altura de la planta y rendimiento de materia seca) aparecen descritas en el capítulo II. También se determinó la relación existente entre la altura de corte que alcanza el pastizal.

Resultados

Altura de la planta

El crecimiento del pastizal por estación en ambos años se indica en la tabla IV-3. Es evidente que la aplicación de riego en el período poco lluvioso, las mayores alturas de corte y los intervalos menos frecuentes, incrementaron significativamente ($P < 0,001$) la altura del pasto por época y en ambos años de evaluación.

Al relacionar la altura de corte con la altura que alcanza el pastizal, los datos se ajustaron a ecuaciones de regresión lineal positiva (fig. IV-1). Las mayores alturas se obtuvieron en el período lluvioso y en el de seca cuando se aplicó riego.

Tabla IV-3. Altura de la planta antes del corte.

Tratamientos	Primer año		Segundo año	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Riego	55,5	37,4	50,1	28,5
No riego	54,6	29,6	52,0	22,1
ES ±	0,64	0,27***	0,75	0,34***
Altura de corte (cm)				
5	47,2 ^c	28,4 ^c	46,5 ^c	17,5 ^c
10	53,2 ^b	31,5 ^b	50,6 ^b	25,0 ^b
15	64,8 ^a	40,5 ^a	57,1 ^a	33,3 ^a
ES ±	0,72***	0,61***	0,93***	0,60***
Intervalo de corte (semanas)				
3	41,8 ^d	29,3 ^b	35,6 ^d	19,2
4	48,3 ^c	29,9 ^b	46,6 ^c	20,4
6	57,3 ^b	35,9 ^a	56,4 ^b	25,7
8	72,6 ^a	38,9 ^a	70,0 ^a	35,8
ES ±	0,97***	1,15***	1,11***	0,96***

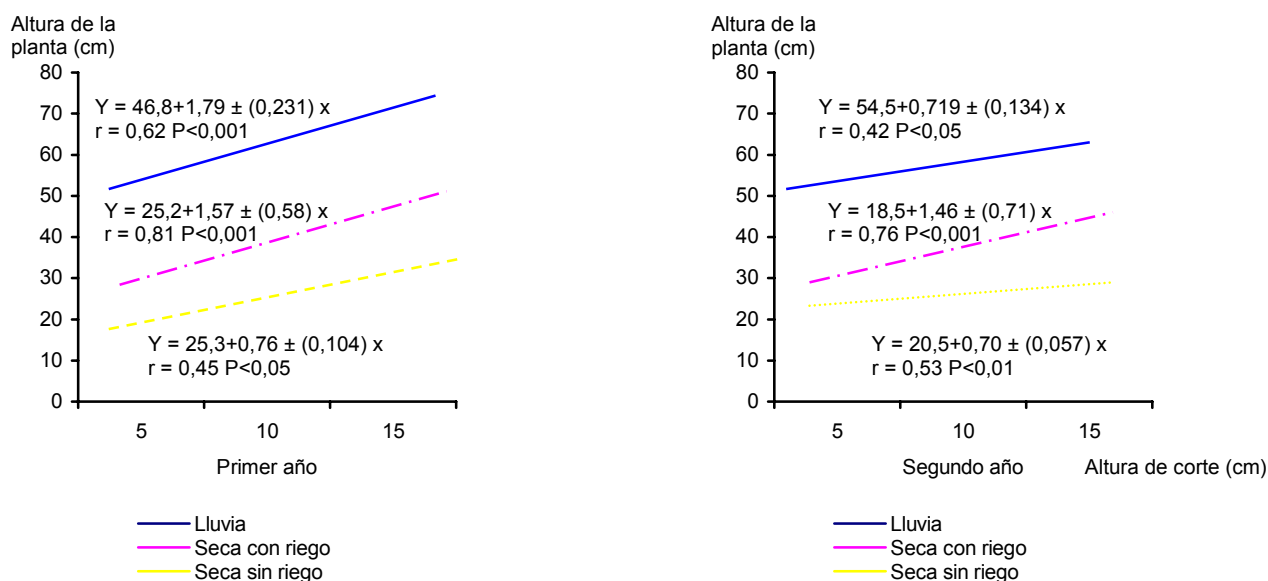


Fig. IV-1. Relación entre la altura de corte (x) y la altura de la planta (y).

Rendimiento de materia seca

El rendimiento acumulado por época en el primer año (tabla IV-4) indica un aumento significativo con la aplicación de riego. Los tratamientos con riego produjeron el 61% de lo que produjo el tratamiento en seco. Las alturas de corte difirieron durante la estación de lluvia, resultando más favorable el corte a 5 cm.

En la estación seca el rendimiento se elevó significativamente a medida que se ampliaron los intervalos, alcanzando una producción de 5 t cuando se cortó a 8 semanas en contraste con solo 2 t cuando se cortó a 3 semanas.

En el segundo año (tabla IV-5) se muestra nuevamente que la aplicación de riego aventajó significativamente a la no aplicación, a pesar de que los rendimientos fueron más bajos con relación al primer año. Cuando se analizó el rendimiento utilizando diferentes alturas de corte se encontró un cambio sustancial con relación al

segundo año, ya que los rendimientos se incrementaron significativamente con las mayores alturas de corte a diferencia del primer año.

Los intervalos menos frecuentes también presentaron mayor producción en el segundo año.

Tabla IV-4. Rendimiento estacional y anual de materia seca (t/ha) en el primer año.

Tratamientos	Lluvia	Seca	Total
Riego	8,60	4,69	3,29
No riego	8,62	1,86	10,40
ES ±	0,64	0,22***	0,22
Altura de corte (cm)			
5	9,95 ^a	3,55	13,50 ^a
10	8,85 ^b	3,05	11,90 ^b
15	7,06 ^c	3,23	10,29 ^c
ES ±	0,21***	0,14	0,27***
Intervalos de corte (semanas)			
3	8,06 ^b	1,88 ^c	9,94 ^b
4	7,28 ^c	2,91 ^b	10,19 ^b
6	10,33 ^a	3,40 ^b	13,73 ^a
8	8,83 ^b	4,91 ^a	13,74 ^a
ES ±	0,26***	0,17***	0,32***

^{a,b,c} Medias con diferentes superíndices dentro de la misma columna difieren a P<0,05

*** P<0,001

Tabla IV-5. Rendimiento estacional y anual de materia seca (t/ha) en el segundo año.

Tratamientos	Lluvia	Seca	Total
Riego	7,60	2,88	10,48
No riego	7,89	1,31	9,20
ES ±	0,08	0,07***	0,09***
Altura de corte (cm)			
5	7,98	1,75 ^b	9,73 ^b
10	7,52	1,93 ^b	9,45 ^b
15	7,74	2,59 ^a	10,33 ^a
ES ±	0,18	0,08***	0,18*
Intervalos de corte (semanas)			
3	4,10 ^d	1,43 ^c	5,33 ^d
4	7,17 ^c	1,47 ^c	8,64 ^c
6	8,13 ^b	1,99 ^b	10,12 ^b
8	11,58 ^a	3,51 ^a	15,09 ^a
ES ±	0,14***	0,11***	0,22***

^{a,b,c,d} Medias con diferentes superíndices dentro de la misma columna difieren a P<0,05

* P<0,05

*** P<0,001

Discusión

Numerosos autores (Simpson, Bromfield y McKimney, 1974 y Gómez y Paretas, 1976) han indicado la relación entre el manejo y la variación en la composición botánica de los pastizales en explotación; aunque estas variaciones también están relacionadas con la especie de pasto y los factores climáticos.

Los porcentajes de malas hierbas obtenidos en el experimento 1 durante el primer año, estuvieron enmarcados en un rango relativo estrecho y de forma especial durante el período seco. La aplicación de riego en esta época solo incrementó las malezas en 6 y 1% en el primer y segundo año, respectivamente, lo cual sugiere que las malezas más abundantes *Brachiaria extensa*, *Brachiaria subcuadriparia* y la *Waltheria americana*

parecen haber hecho un uso poco eficiente del riego o bien su desarrollo se vio limitado por la acción desfavorable que ejercen algunos factores climáticos en dicha estación.

Sin embargo, en el período lluvioso la presencia de elevadas temperaturas y abundante precipitación (tabla-1) pudieron favorecer un crecimiento más rápido de estas malezas y por consiguiente un incremento en el pastizal.

El hecho de que la mayor altura de corte (15 cm) la infestación se mantuviera entre 21 y 8%; 22 y 10% en lluvia y seca de ambos años concuerda con los resultados reportados por Gómez y Paretas (1976) para este mismo cultivar cuando utilizaron una altura de corte similar a la de este trabajo. Por otra parte, el crecimiento casi erecto en las primeras semanas de rebrote facilitó el corte de los puntos apicales cuando se cortó a una altura de 5 cm; lo que unido a la carencia de rizomas (Burton, 1972) contribuyó a su lenta recuperación y permitió el incremento de malas hierbas.

Como consecuencia de las defoliaciones más frecuentes, aumentaron significativamente las malas hierbas, siendo estas mayores en lluvia. Resultados similares fueron obtenidos por Graber (citado por Funes, 1975), quien encontró que el mayor número de cortes durante tres años casi eliminó las especies evaluadas. Crespo (1972) cortando la pangola con intervalos de 30 y 45 días reportó una infestación de un 35% aunque atribuyó sus resultados al método de aplicación del fertilizante y Gómez y Paretas (1976) también reportaron incrementos con los menores intervalos.

En la literatura consultada se encuentran criterios diferentes sobre el efecto de la frecuencia y altura en el crecimiento. Watking, Ley y Van Serenen (1951); Burton, Jackson y Hart (1963); Maclusky y Morrinson (1964) y Ethredgem, Beaty y Lawrence (1973) han reportado un buen crecimiento al combinarse largos períodos sin cortes y bajas alturas o por el contrario defoliaciones más frecuentes con mayores alturas.

En nuestro caso la aplicación de riego en el período poco lluvioso, las mayores alturas y los intervalos menos frecuentes mostraron un incremento significativo de la altura, lo que asociamos a la presencia de rebrotes vigorosos. Esto pudiera reafirmar la hipótesis de Throughton (1957) de que el incremento de la remoción de los rebrotes en plantas cortadas más bajo y frecuentemente hay una disminución del desarrollo radicular y por consiguiente del crecimiento, que en casos extremos, puede llegar a ser a expensas de las reservas del pasto.

Los rendimientos del pasto a través del año y muy especialmente en el período seco fueron bajos, como indican los resultados del experimento 2. No cabe duda que los pobres rendimientos obtenidos en la estación seca se debió, principalmente a la ausencia de aplicación de nitrógeno, a la falta de humedad en el suelo (no riego) y a factores climáticos poco favorables (baja temperatura, pocos días con lluvia, entre otros). Estos factores influyeron para que en dicha estación, el rendimiento representara el 35 y el 27% en ambos años, cuando se aplicó riego y el 17 y 14% cuando no se aplicó. En este sentido Prine y Burton (citado por García Trujillo, 1978), señalaron un rendimiento anual de 30 t de MS/ha en *Cynodon dactylon* en un año húmedo, descendió drásticamente a 14 t/ha en un año seco.

Aunque en este trabajo, la utilización del riego duplicó los rendimientos en los dos años estudiados, el mismo muy inferior al logrado en la estación lluviosa, por lo que pone de manifiesto que durante el período seco la aplicación de riego solo atenúa el efecto negativo de otros factores. Blanco (citado por Hernández y García Trujillo, 1978) encontró importantes rendimientos del incremento del rendimiento en *Panicum maximum* cuando comparó el riego con el no riego, aunque en este sentido parece concluyente el criterio de que el riego no aumenta considerablemente los rendimientos si no va acompañado de la fertilización nitrogenada (Burton, Prine y Jackson, 1957; Doss, 1966; Herrera y Herrera, 1976 y Herrera y Juan, 1977).

Estos resultados sugieren profundizar en los conocimientos sobre la norma y la frecuencia de aplicación del riego que el cultivar requiere en seca incluso en lluvia cuando se producen largos períodos sin precipitación para poder relacionar las propiedades hidrofísicas del suelo con las características fisiológicas de la planta.

Los mayores rendimientos de materia seca se obtuvieron en el primer año cuando los cortes se realizaron a 5 cm, sin embargo en el segundo año se produce un cambio y con la altura de 15 cm se obtuvo un incremento significativo de los rendimientos. Este comportamiento pudo asociarse al rápido deterioro del pastizal y la reducción del potencial de rebrote, producto de las defoliaciones casi a ras del suelo (5 cm). Gwyme (1966) señaló que después de la defoliación, una gramínea depende de los carbohidratos almacenados en sus raíces y bases de las hojas, y Adegbola (1967) indicó que la velocidad de rebrote de la bermuda de costa estaba en dependencia de la cantidad de carbohidratos de reserva.

De esto se desprende que la estrecha relación entre la cantidad de materia verde remanente después de una baja defoliación y su capacidad de fotosintetizar determinan la estabilidad del pastizal y el mantenimiento de su potencial de producción.

Autores como Burton, Jackson y Hart (1963), Hunt (1965), Singh y Ray (1967) Salette (1970, 1971) Hernández y Serrano (1971) y Funes (1974) han estudiado de diversas formas las influencias de la frecuencia de corte y su relación con la producción del pasto.

En este sentido, Bryan y Sharpe (1965) y Ramos y Curbelo (1976) encontraron que la frecuencia de 7 semanas aumentó en un 12% el rendimiento de materia seca cuando lo compararon con 3 y 5 semanas, que mostraron igual rendimiento.

Los resultados obtenidos en este trabajo señalan incrementos de los rendimientos al cortar con los mayores intervalos (tablas IV-5 y IV-6) llegando a ser tres veces superior el rendimiento a 8 semanas, cuando se comparó con 3 semanas en el segundo año.

En este sentido algunos autores han señalado que incremento del rendimiento bajo cortes más espaciados tienen un valor nutritivo mucho menor que el material más joven (Oyenuga, 1960; Grieve y Osburn, 1965; Reyes y Southerland, 1969; Funes, Morales, Liutkus y Martín, 1980), por lo cual sugirieron cosecharlos antes de que alcancen sus rendimientos máximos de materia seca. Por otra parte, los trabajos de Ramos y Curbelo (1975) y Ramos y Curbelo (1977) coinciden con los resultados antes señalados al obtener una respuesta lineal en la producción de materia seca hasta dosis de 600 kg N/ha/año y diferencias significativas entre el acumulado de 3 y 8 semanas favorables a esta última. Sin embargo, el contenido de proteína bruta mantuvo valores aceptables (superior al 7%) aun con las edades más avanzadas.

El balance de estos resultados reafirma la hipótesis planteada al inicio del capítulo con relación a la importancia de la frecuencia y altura de corte en el manejo de los pastizales. En nuestro caso el mejor equilibrio entre producción y estabilidad botánica del pastizal, se obtuvo al emplear mayores alturas de corte y los intervalos más largos. Sin embargo, como el producto final incide directamente en el consumo animal y la producción de éstos, es lógico incluir en este equilibrio el aspecto de la composición química del pasto, el cual será objeto de estudio en los capítulos posteriores.

CAPITULO 5. VARIACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA CON LOS NIVELES DE NITRÓGENO

Entre las gramíneas tropicales la bermuda cruzada-1 se caracteriza por su rápido crecimiento y elevado rendimiento, ello implica considerables extracciones de nitrógeno del suelo para mantener esta capacidad productiva.

En las condiciones de pastoreo gran parte de los elementos nutritivos son devueltos al medio por el animal con las excretas y la orina. Sin embargo, cuando el pasto es segado para conservarlo como heno, silo o suministrarlo como forraje verde, la disminución de las reservas de nitrógeno del suelo es considerable y se impone la aplicación en forma de fertilizante para mantener el normal desarrollo de los procesos morfológicos y fisiológicos donde el nitrógeno juega el más importante papel.

En Cuba, pese a los incrementos en la industria de fertilizantes, la producción de estos años no satisface las demandas nacionales y por otra parte los precios de este producto en el mercado internacional se han mantenido en ascenso en los últimos años (Anon, 1976). De ahí que la aplicación de fertilizantes en los pastos necesariamente implica una utilización racional y eficiente de los mismos.

Es por estas razones que se realizó este trabajo, cuyo objetivo fundamental fue conocer la influencia de los niveles de nitrógeno en las variaciones del rendimiento, sus componentes y la composición química del pasto.

Materiales y métodos

Tratamientos y diseño

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 réplicas donde se estudió la respuesta de la cruzada-1 a las dosis de 0, 200, 400 kg N/ha/año. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente por época (lluvia y seca).

Procedimiento

Durante dos años consecutivos se evaluaron las parcelas experimentales de un área total de 20 m² y un área cultivable de 12 m². El fertilizante nitrogenado se aplicó fraccionado después de cada corte.

La frecuencia de corte utilizada fue de 25-42 días en el primer y 49-56 en el segundo año para lluvia y seca, respectivamente.

La aplicación de fertilizante basal, riego, toma y procesamiento de la muestra, así como las mediciones realizadas (altura de la planta, relación hoja/tallo, invasión de malas hierbas, proteína, calcio, fósforo y rendimiento de materia seca) fueron descritas en el capítulo II.

El comportamiento de los factores climáticos durante los dos años de estudio se indica en la tabla V-1.

Tabla V-1. Comportamiento de los factores climáticos y la aplicación de riego en el período experimental.

Parámetros	1978-1979		1979-1980	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Temperatura máxima (°C)	32,1	29,1	31,9	29,0
Temperatura mínima (°C)	20,6	15,1	21,3	16,0
Precipitación (mm)	349,9	292,0	1 041,7	283,1
Riego (mm)	-	175,0	-	265,0
Precipitación+riego (mm)	1 415,9		1 589,89	

Resultados

Altura de la planta

El incrementote la fertilización aumentó ($P < 0,001$) la altura del pastizal en ambos años (tabla V-2). El menor crecimiento correspondió al período seco, aunque es de señalar que en el segundo año este fue superior al primero, en cuyo período la altura alcanzó hasta 43 cm con el mayor nivel de nitrógeno.

Tabla V-2. Variación de la altura de la planta (cm) con la dosis de nitrógeno.

Nitrógeno kg/ha/año	Período	
	Lluvia	Seca
Primer año		
0	35,3 ^c	16,8 ^c
200	40,3 ^b	19,9 ^b
400	45,4 ^a	26,2 ^a
ES ±	0,66***	0,77***
Segundo año		
0	36,7 ^c	32,6 ^c
200	40,4 ^b	37,4 ^b
400	46,0 ^a	43,4 ^a
ES ±	0,72***	0,70***

Porcentaje de hojas

En general, la fertilización nitrogenada tuvo poca influencia en el porcentaje de hojas (fig. V-1), ya que no se encontró un efecto significativo de los tratamientos. No obstante, se mantuvo la tendencia de aumentar la cantidad de hojas con los mayores niveles de nitrógeno.

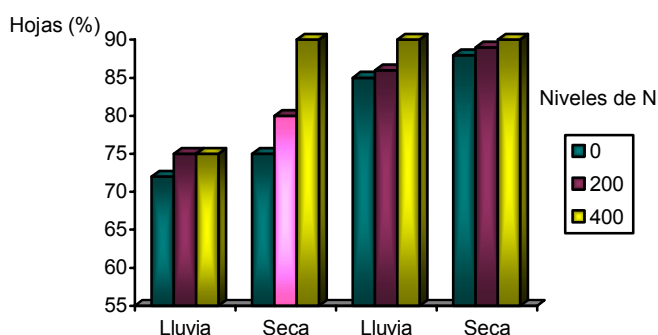


Fig. V-1. Variación del porcentaje de hojas con las dosis de nitrógeno.

Invasión de malas hierbas

En la figura V-2 se muestra el comportamiento de malas hierbas durante el período experimental. Se incrementaron en el segundo año de evaluación hasta alcanzar el 48% de la invasión cuando no se aplicó fertilizantes. Sin embargo, a pesar de haber un incremento significativo, los por cientos de malezas siempre fueron menores con los niveles crecientes de nitrógeno.

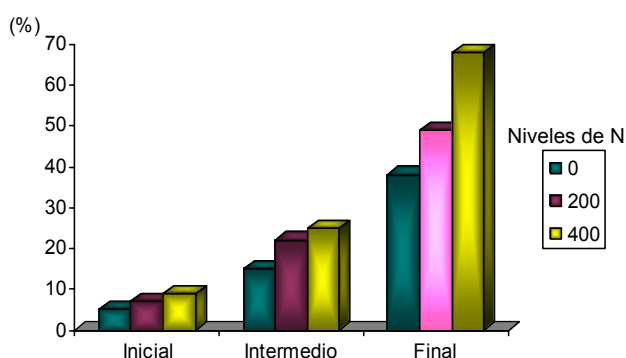


Fig. V-2. Invasión de malas hierbas con las dosis crecientes de nitrógeno.

Composición botánica

El contenido de fósforo presentó poca variación con el nivel de fertilización. Solamente se encontró una disminución significativa ($P < 0,05$) con las dosis crecientes de N en el período lluvioso del primer año. Los valores del período seco fueron inferiores al período lluvioso en ambos años (tabla V-3).

Tabla V-3. Influencia de la fertilización nitrogenada en el contenido de fósforo.

Época	kg/N/ha/año			ES \pm
	0	200	400	
Primer año				
Seca	0,27	0,25	0,25	0,01
Lluvia	0,35 ^a	0,30 ^b	0,28 ^b	0,01*
Segundo año				
Seca	0,28	0,28	0,26	0,01
Lluvia	0,35	0,35	0,28	0,03

^{a, b} Medias con letras en común por fila no difieren a $P < 0,05$

* $P < 0,05$

El comportamiento del calcio por época en ambos años aparece en la tabla V-4. Este elemento no fue influenciado por los niveles crecientes de N en ambos períodos estacionales, alcanzando los mayores valores en el período seco, comparado con el lluvioso.

Tabla V-4. Influencia de la fertilización nitrogenada en el contenido de calcio.

Época	kg/N/ha/año			ES \pm
	0	200	400	
Primer año				
Seca	0,61	0,58	0,57	0,03
Lluvia	0,47	0,43	0,50	0,01
Segundo año				
Seca	0,64	0,59	0,60	0,02
Lluvia	0,42	0,41	0,40	0,05

El porcentaje de proteína bruta, su producción por hectárea y el incremento de ésta, para ambas épocas en dos años de estudio se muestran en la tabla V-5. Como se puede apreciar, hubo un incremento significativo del por ciento de proteína con las dosis crecientes de N en ambas épocas, siendo mayor el porcentaje en el período en el período seco. La producción de PB/ha también se incrementó significativamente por época en ambos años, llegando a alcanzar valores de 1 905 y 1 788 kg, aunque el incremento resultó menor en el período lluvioso.

Tabla V-5. Influencia de los niveles de nitrógeno en el contenido y producción de PB en ambos años.

Nitrógeno (kg/ha/año)	Lluvia			Seca			Anual	
	PB (%)	PB (kg/ha)	Incremento	PB (%)	PB (kg/ha)	Incremento	PB (kg/ha)	Incremento
Primer año								
0	7,5 ^b	413 ^c		9,1 ^b	349 ^c		762	
200	8,5 ^{ab}	661 ^b	248	10,5 ^b	584 ^b	235	1 245	483
400	9,1 ^a	1 069 ^a	656	11,5 ^a	836 ^a	487	1 905	1 145
ES \pm	0,27*	26,9**		0,44*	30,3***			
Segundo año								
0	8,3 ^c	422 ^c		8,1 ^b	307 ^c		729	
200	9,2 ^b	602 ^b	180	9,0 ^b	389 ^b	82	991	262
400	10,2 ^a	1 155 ^a	733	10,9 ^a	633 ^a	326	1 788	1 059
ES \pm	0,15**	26,7**		0,27***	19,7***			

Rendimiento de materia seca

El rendimiento anual y estacional de ambos años se resume en las tablas V-6 y V-7, respectivamente. El incremento de la fertilización nitrogenada aumentó ($P < 0,001$ y $P < 0,01$) los rendimientos en ambas épocas según se incrementó la dosis de nitrógeno.

En este sentido 400 kg/ha/año, llegó a duplicar los rendimientos anuales (9,0 vs 17,3 y 9,3 vs 18,5 t MS/ha), cuando se compararon con el control.

La utilización de una frecuencia de corte más amplia en el segundo año produjo un aumento de los rendimientos por época y un mayor por ciento del rendimiento en seca, con relación al total anual.

Tabla V-6. Rendimiento estacional y anual de MS con dosis de N en el primer año.

Nitrógeno (kg/ha/año)	MS (t/ha)		
	Lluvia	Seca	Total
0	5,1 ^c	3,9 ^b	9,0 ^c
200	6,6 ^b	4,3 ^b	10,9 ^b
400	11,4 ^a	5,8 ^a	17,3 ^a
ES ±	0,319 ^{***}	0,223 ^{**}	0,10 ^{***}

a, b, c Cifras con superíndices distintos dentro de cada columna difieren a $P < 0,05$

** $P < 0,01$

*** $P < 0,001$

Tabla V-7. Rendimiento estacional y anual de MS con dosis de N en el segundo año.

Nitrógeno (kg/ha/año)	MS (t/ha)		
	Lluvia	Seca	Total
0	5,5 ^c	3,8 ^c	9,3 ^c
200	7,7 ^b	5,5 ^b	13,2 ^b
400	11,6 ^a	7,1 ^a	18,8 ^b
ES ±	0,38 ^{***}	0,15 ^{**}	0,17 ^{***}

a, b, c Cifras con superíndices distintos dentro de cada columna difieren a $P < 0,05$

*** $P < 0,001$

Discusión

El nitrógeno incrementó significativamente la altura de la planta en lluvia y seca, respectivamente. No obstante, entre estaciones ocurrieron marcadas fluctuaciones del crecimiento, lo que atribuimos a la acción conjunta de los factores climáticos, así como el cambio introducido en los intervalos de corte en el segundo año de evaluación.

La disminución de la altura en el período seco con relación al lluvioso ha sido señalada por Machado (1980) en la evaluación de cultivares mejorados de *Cynodon*, siendo nuestros valores comparables a los indicados por este autor. Por otra parte, el mayor crecimiento del segundo año comparado con el del primero, demostró la influencia positiva que ejerció el incremento de los intervalos de corte, los que también, han sido señalados por Paretas, Montero, Pérez y Ronda (1979).

Los resultados obtenidos con relación al porcentaje de hojas de la bermuda cruzada-1 cuando se fertilizó con 200 y 400 kg N/ha/año coinciden con los señalados por Prine y Burton (1956), Medina, Wollner y Castillo (1968) y Minson (1973) en otras gramíneas tropicales. Estos autores coincidieron en señalar que la utilización del N no introduce incrementos sustanciales en el porcentaje de hojas, ya que este nutriente favorece la formación de tallos en detrimento de la cantidad de hojas.

Por otra parte, algunos autores como Deinum (1966), Deinum y Dirven (1972) y Dirven (1976) al estudiar la incidencia de los factores climáticos en la calidad de los pastos, pusieron mayor énfasis en el efecto negativo que producen las altas temperaturas y la intensidad luminosa que se producen en la época de lluvia, coincidiendo este período, en nuestro país, donde se detectan los más bajos porcentajes de hojas en numerosas especies evaluadas (Funes, Valdés, Chongo y Diez, 1978; Monzote, Funes, Lazo y Linares, 1976 y 1978).

Similar resultado se obtuvo en este trabajo, donde los menores porcentajes de hojas se alcanzaron en el período lluvioso. Esto sugiere que el mayor crecimiento que se reporta en este período depende en mayor grado del resto de las estructuras del pastizal y no de las hojas.

Al aumentar en una semana el intervalo de corte para lluvia y seca, respectivamente en el segundo año, se produjo un incremento del porcentaje de hojas con relación al primero. Estos resultados no coinciden con los últimos de Minson (1972) y Funes (1977) quienes señalaron la disminución de hojas a medida que el pasto maduró. Sin embargo, Munilla, Fonseca, Pérez Infante y Herrera (1978) no obtuvieron diferencias apreciables en las mismas con intervalos de 35 a 63 días. Como se observa estas disímiles respuestas parecen indicar que existen interacciones entre las especies y el porcentaje de las hojas, relacionadas con el estadio de crecimiento que deben ser objeto de un estudio más profundo.

El ligero incremento de malas hierbas ocurrido en el segundo año de evaluación (48% vs 35% con 0 y 400 kg/ha/año) podemos asociarlo al efecto de la frecuencia de corte utilizada durante el primer año. Sin embargo, Machado (1980) indicó una mayor infestación en el segundo año con la cruzada-1 que con el resto de los cvs. de *Cynodon* evaluados.

La mayor eficiencia con que el pasto mejorado utilizó el fertilizante nitrogenado en comparación con las plantas más rústicas se manifestó con la disminución del por ciento de maleza y los niveles crecientes de N, lo cual ha sido también señalado por otros autores (Wollner y Castillo, 1968; Gómez y Paretas, 1978).

En la literatura se encuentran criterios diferentes sobre el contenido de fósforo en los pastos y los niveles crecientes de N. Así, Guerrero, Fassbender y Blydenstein (1970); Chicco, Rodríguez y Fassbender (1971); Aspiolea (1975) y Paretas (1976) han reportado una disminución del contenido de P en pastos fertilizados con nitrógeno, mientras que otros autores han indicado un efecto contrario (Millar, Mamarill y Blair, 1970; Engelstad y Allen, 1971).

A pesar de que solo se encontró efecto significativo de los tratamientos en la lluvia del primer año, hubo una ligera tendencia a disminuir con los niveles crecientes de N, lo que atribuimos al efecto de dilución, producto del incremento de la producción de materia seca con los niveles crecientes de nitrógeno. Resultados similares fueron descritos por Micheli, Ramírez Chavedra (1968) y Arteaga, Aspiolea y Mojena (1978).

El fertilizante nitrogenado no tuvo efecto sobre el contenido de Ca en ambos años. La disminución del contenido con relación al testigo coincide con los resultados de Salette, Dumas y Sobesky (1973) en la pangola y Herrera y Ramos (1980) en la cruzada-1, mientras que los mayores porcentajes obtenidos en seca también han sido señalados por Aspiolea (1975) y Paretas (1976).

El incremento del contenido de PB con niveles crecientes de N obtenido en este período es un hecho ampliamente reconocido (Simpson 1986; Paretas y Gómez, 1974; Herrera y Ramos, 1977; Klesnil y Turek, 1977) tanto en climas templados como tropicales. Por otra parte, la producción de PB por hectárea también se incrementó hasta la dosis máxima de nitrógeno empleada.

Como se pudo apreciar, el incremento de PB se mantuvo aun en el segundo año, cuando se utilizó un intervalo de corte más amplio. En este sentido numerosos autores (Burton, Hart y Lowrey, 1967; Vicente-Chandler, Abuña, Caro Costas, Figarella, Silva y Pearson, 1974; Hernández y Rodríguez, 1976; Aspiolea, Ríos y Díaz, 1977) han indicado el efecto negativo que ejerce la edad en el contenido de PB de varias especies de pastos y Minson, Raymond y Harris (1960); Milford y Minson (1966) y Minson (1971) reportaron disminución del consumo de los pastos tropicales cuando el contenido de proteína bruta fue menor del 7%.

En nuestro caso resultó alentador comprobar que aun en el segundo año, con los intervalos más amplios, la bermuda cruzada-1 no disminuyó su contenido de proteína bruta a los límites críticos señalados anteriormente, lo que demuestra que es factible utilizar esta frecuencia.

Los resultados mostraron la posibilidad de obtener incrementos de importancia en el rendimiento de la cruzada-1 con la utilización del nitrógeno. No obstante, a pesar de los niveles crecientes de N y la aplicación de riego empleados en el período seco, el rendimiento en esta época fue inferior al logrado en la estación de lluvia, lo cual indica la influencia de los factores del clima en el comportamiento de este cultivar en dicho período. En este sentido los datos de la tabla V-1 evidencian la desigual distribución de la lluvia, así como las bajas temperaturas, cuando se comparó una y otra época.

Según Deinum (1966) Deinum y Sirven (1974) la cantidad y distribución de las precipitaciones, la temperatura y sus fluctuaciones durante el día y la noche, así como la longitud del día y la radiación solar, son entre otros, los factores que hacen que el crecimiento de los pastos no sea uniforme a través del año y también Cooper (1970) consideró que las bajas temperaturas suelen ser el factor que con mayor frecuencia limita la fotosíntesis y por tal motivo el crecimiento del pasto.

Como puede observarse en este trabajo el rendimiento en el segundo año fue similar y a veces superior al obtenido en el primero, en lo que incidió una mayor aplicación de riego en la seca, del segundo año y una frecuencia de corte más amplia, lo que permitió la recuperación del pastizal y evitó la drástica caída de los rendimientos durante el segundo año reportado por Funes (1974).

Capítulo 5. Variación de los componentes de rendimiento y composición química con los niveles de nitrógeno

De los resultados obtenidos se puede concluir que tanto los rendimientos, así como el resto de los parámetros analizados, muestran notables fluctuaciones debido a las variaciones del clima. No obstante, se comprobó que la utilización de 400 kg N/ha/año puede elevar considerablemente los rendimientos, mantiene la calidad y preserva de la vida útil del pastizal. Sin embargo, cuando no se disponga de cantidades suficientes de fertilizantes, la aplicación de 200 kg N es una alternativa a utilizar.

CAPITULO 6. INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL N EN EL DESBALANCE ESTACIONAL DE LA PRODUCCIÓN

En los capítulos anteriores quedó demostrado que el rendimiento de la cruzada-1 se caracteriza por las variaciones a través del año, producto de la influencia que en mayor grado ejerce la cantidad de lluvia y su distribución irregular y la temperatura, entre otros factores del clima.

Por otra parte, se comprobó que el fertilizante nitrogenado incrementa los rendimientos estacional y anualmente. Sin embargo, esta respuesta varía en dependencia de los factores antes señalados y como consecuencia se mantiene la variación estacional.

Esta variación influye no solo en el rendimiento sino también en la calidad del pasto y por consiguiente en el consumo animal. Luego la problemática abordada es de vital importancia, teniendo en cuenta que la política de alimentación se basa en la utilización de los pastos.

Es por esta razón que se decidió utilizar en el presente capítulo, de forma comparativa la influencia de los métodos de distribución del fertilizante nitrogenado en la distribución estacional de los rendimientos como una posible alternativa que minimice las variaciones de este cultivar en las condiciones de nuestro país.

Materiales y métodos

Tratamientos y diseño

El experimento se condujo durante dos años con un diseño de bloques al azar y cuatro réplicas para evaluar la influencia de los sistemas de distribución del N en la bermuda cruzada-1. La dosis de N utilizada (400 kg/ha) se aplicó según correspondió a los sistemas de distribución indicados en la tabla VI-1.

Tabla VI-1. Sistema de distribución del nitrógeno.

Sistema de distribución	N (kg/ha)		Proporción (%)	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Control	0	0	-	-
S ₁	400	0	100	0
S ₂	229	171	57	43
S ₃	200	200	50	50
S ₄	120	280	30	70

Procedimiento

Los cortes, siete en cada año, fueron distribuidos de forma tal, que cuatro correspondieron al período lluvioso y tres al período seco, en ambos años. Se utilizaron parcelas de 12 m² de área cosechable.

La aplicación de fertilizante basal, riego y toma y procesamiento de las muestras, así como las mediciones realizadas en cada corte (rendimiento de materia seca y el contenido de proteína) fueron descritas en el capítulo II.

El comportamiento de los factores climáticos durante los dos años de estudio se indican en las tablas VI-2 y VI-3, respectivamente.

Resultados

Rendimiento de materia seca

El rendimiento alcanzado por el sistema de fraccionar el nitrógeno en dosis iguales por cortes (S₂) que tradicionalmente se utiliza en la producción fue de 19,3 t MS/ha en el total anual de 5,1 t en el período seco, lo que representó el 26,1% del rendimiento anual. Con el sistema donde el nitrógeno se fraccionó en igual dosis en cada estación (S₃) se obtuvo un rendimiento anual de 19,8 t MS/ha y una producción en seca de 5,9 t para un 30,2% del rendimiento total.

Sin embargo, cuando la dosis se fraccionó en un mayor por ciento en el período seco (S₄) en el rendimiento anual no presentó diferencias con los anteriores y el rendimiento del período seco llegó a ser de 7,6 t MS/ha, obteniéndose con este el mayor porcentaje (40%) del rendimiento en la estación seca (tabla VI-4); mientras que con el sistema S₁, donde toda la dosis de nitrógeno se aplicó en el período de lluvia, se produjo el mayor desequilibrio de la producción entre las estaciones.

Tabla VI-2. Características climáticas y riego durante el primer año.

Parámetros	Intervalo entre cortes						
	7 mayo 11 junio	18 junio 31 julio	1 agosto 10 septiembre	11 septiembre 21 octubre	22 octubre 17 diciembre	18 diciembre 10 febrero	11 febrero 6 abril
Temperatura máxima (°C)	33,2	32,7	32,5	31,4	28,9	26,9	30,1
Temperatura mínima (°C)	21,1	22,1	21,7	21,7	18,7	12,5	16,4
Precipitación (mm)	428,2	197,9	174,7	250,8	39,8	83,5	86,5
Riego (mm)	0	0	0	0	0	105,0	105,0
Precipitación+riego (mm)	428,2	197,9	174,7	250,8	39,8	188,5	191,5
Total de días con $\leq 15^{\circ}\text{C}$	0	0	0	0	4	40	16
Total de días con más de 5 mm de lluvia	12	11	11	14	1	4	4

Tabla VI-3. Características climáticas y riego durante el segundo año.

Parámetros	Intervalo entre cortes						
	7 abril 25 mayo	26 mayo 13 julio	14 de julio 31 agosto	1 septiembre 20 octubre	21 octubre 14 diciembre	15 diciembre 8 febrero	9 febrero 3 abril
Temperatura máxima (°C)	32,0	32,4	33,1	31,9	28,9	24,6	28,3
Temperatura mínima (°C)	19,3	21,7	21,8	20,9	19,1	10,7	14,1
Precipitación (mm)	138,7	197,3	174,9	468,4	197,1	39,7	118,2
Riego (mm)	0	0	0	0	35,0	105,0	70,0
Precipitación+riego (mm)	138,7	197,3	174,9	468,4	232,1	144,7	188,2
Total de días con $\leq 15^{\circ}\text{C}$	4	0	0	0	7	40	32
Total de días con más de 5 mm de lluvia	7	9	9	14	1	4	4

Tabla VI-4. Producción de MS (t/ha) estacional y anual según el sistema de distribución del N (\bar{X} de 2 años).

Sistema de distribución de N	Sistema de distribución de N		Rendimiento t/ha			% rendimiento en seca	Kg MS/kg N
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Total		
Control	0	0	5,29 ^c	1,51 ^d	6,80 ^b	22	-
S ₁	400	0	16,21 ^a	3,98 ^c	20,19 ^a	19	33,4
S ₂	230	170	14,21 ^{ab}	5,11 ^{bc}	19,32 ^a	26	31,3
S ₃	200	200	13,82 ^{ab}	5,99 ^b	19,81 ^a	30	32,5
S ₄	120	280	11,34 ^b	7,67 ^a	19,01 ^a	40	30,5
ES $\bar{X} \pm$			0,30 ^{***}	0,36 ^{***}	1,22 ^{***}		

a, b, c, d Valores con superíndices desiguales difieren a P<0,05 *** P<0,001

En todos los sistemas estudiados las dosis de 400 kg N/ha incrementó de forma significativa la producción estacional y anual del pasto con relación al testigo.

En las figuras del VI-1 al VI-4 se muestra la variación de la producción en ambos años. Ninguna de las variantes estudiadas llegó a uniformar los rendimientos.

Los resultados mostraron que los sistemas de distribución del nitrógeno también ejercieron su influencia en la producción estacional y anual de PB (tabla VI-5).

Con el sistema S₁ se obtuvo un rendimiento de 2 095 kg/ha en el total anual (4,3 veces más que el control), sin embargo, el rendimiento de seca fue de 411 kg y solo representó el 19% de la producción anual. Con los sistemas S₂ y S₃ la producción anual fue 3,4 y 3,7 superior al testigo, con una producción en seca de 570 y 643 kg, respectivamente, lo que representó un 34% de la producción anual, en ambos casos. Sin embargo, el sistema S₄ tuvo una producción anual de 1 789 kg (3,6 veces mayor que el control) y su producción en seca alcanzó los 846 kg (8 veces mayor que el control), lo que representó para esta época un 47% de la producción anual.

Tabla VI-5. Producción de PB (kg/ha) estacional y anual según el sistema de distribución del N (\bar{X} de 2 años).

Sistema de distribución de N	Sistema de distribución de N		Rendimiento t/ha			% Producción en seca
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Total	
Control	0	0	379 ^d	107 ^d	486 ^c	23
S ₁	400	0	1 684 ^a	411 ^c	2 095 ^a	19
S ₂	230	170	1 126 ^{bc}	570 ^b	1 696 ^b	34
S ₃	200	200	1 197 ^b	643 ^b	1 840 ^{ab}	34
S ₄	120	280	943 ^c	846 ^a	1 789 ^b	47
ES $\bar{X} \pm$			7,12 ^{***}	5,13 ^{***}	9,20 ^{***}	

a, b, c, d Valores con superíndices desiguales difieren a P<0,05
*** P<0,001

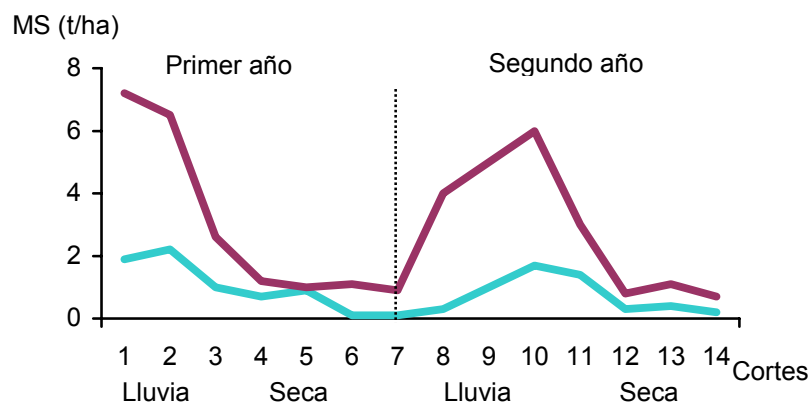


Fig. VI-1. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N en lluvia (S₁).

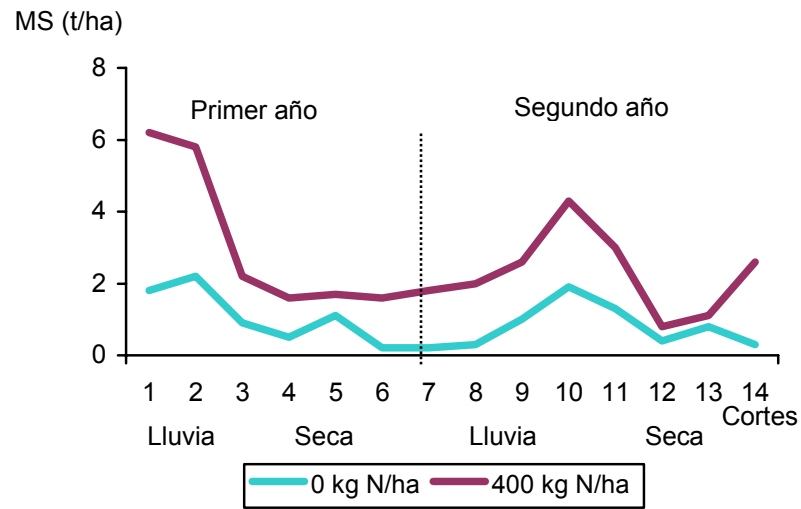


Fig. VI-2. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N por cortes todo el año (S₂).

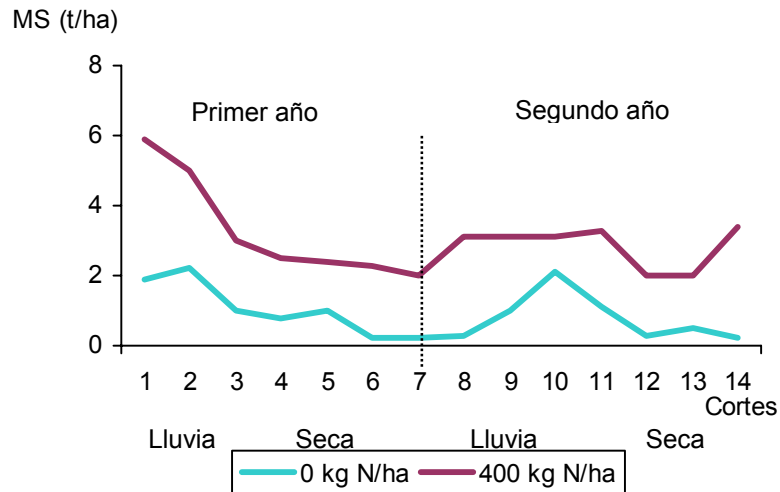


Fig. VI-3. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N en igual dosis por estación (S₃).

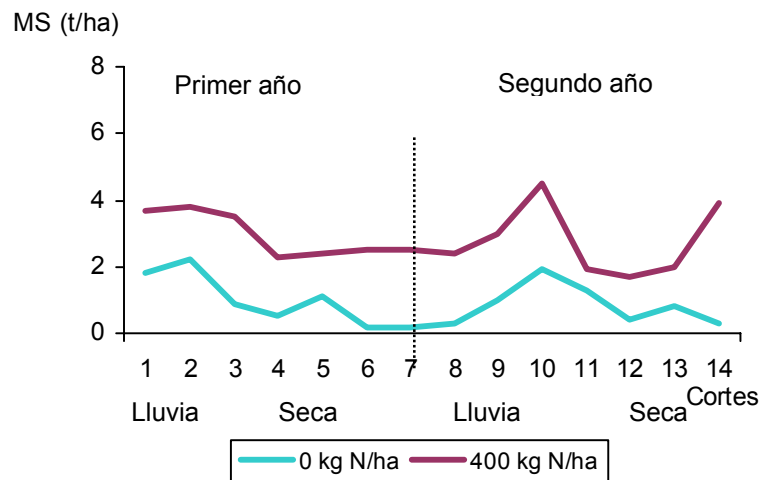


Fig. VI-4. Distribución estacional del rendimiento al fraccionar el N 30% lluvia y 70% en seca (S₄).

Discusión

En el análisis de los capítulos anteriores se puso de manifiesto el potencial productivo de la bermuda cruzada-1 con los diferentes tratamientos. A pesar de ello, los rendimientos no dejaron de mostrar el desbalance estacional, ya que durante el período lluvioso siempre fueron superiores, aunque en general se mantuvieron en un rango aproximado a los reportados por Anon (1974), Ramos y Curbelo (1976), Herrera y Ramos (1997) y Funes, Ramos y Díaz (1979) para el género *Cynodon* en Cuba.

Por otra parte, la diferencia estacional en los rendimientos fue más evidente cuando se aplicó todo el nitrógeno en la estación de lluvia (sistema S₁). Resultados similares en otras especies registraron Cowling (1963); Bryan y Sharpe (1965), van Buró (1968), Bousquet (1971) y Crespo (1973, 1976), lo que se atribuyó a que cuando existen condiciones propicias para el crecimiento, el efecto del N se hace más acentuado, por lo cual se produce un mayor desequilibrio de los rendimientos.

La observación de un efecto similar, pero mucho más atenuado, se obtuvo con los restantes sistemas de este experimento. Esto demuestra la posibilidad de introducir cambios favorables en la curva normal de rendimiento a través del año, según el sistema de distribución del fertilizante nitrogenado que se seleccione para la explotación. Sin embargo, en este caso quedó evidenciado que no es posible obtener uniformidad de los rendimientos del pastos con relación al período lluvioso, al menos con las variantes estudiadas.

La idea expresada con anterioridad, de que el desbalance estacional podía atenuarse mediante la selección adecuada del sistema de distribución del N mantiene su valor, ya que los datos indican que los rendimientos acumulados por estación mostraron un mayor equilibrio estacional cuando la dosis de N se fraccionó con vistas a incrementar la producción del período seco. No obstante, como se puede apreciar en las figuras VI-1 al VI-4 en las curvas de rendimiento dentro de cada estación se mantuvo este desequilibrio.

Es incuestionable que este comportamiento está relacionado con la acción de los factores del clima y que los mismos regulan el comportamiento del pasto en mayor magnitud que el sistema de distribución del N propiamente.

La producción de la cruzada-1 por época en los dos años de evaluación (fig. VI-3) cuando el nitrógeno se fraccionó en igual dosis durante el año (sistema S₃) fue similar a la representada por García Trujillo (1977) para la producción de pastos en Cuba, con la aplicación de riego y fertilización en el período de seca. En nuestro trabajo los rendimientos en ambos años sufrieron las variaciones del clima, obteniendo las producciones picos en los meses de mayor temperatura y lluvias más abundantes (tablas VI-2 y VI-3) con una disminución en el período seco, que solo permitió a la cruzada-1 alcanzar un 30,2% de su producción con relación al total anual con dicho sistema de distribución.

En la misma medida en que se aplicaron mayores dosis de nitrógeno en el período se lograron incrementos sustanciales de los rendimientos hasta alcanzar el mayor porcentaje (40,3) para ese período con el sistema S₄.

De estos resultados se desprende que con una adecuada utilización de la fertilización nitrogenada y el uso del riego en la época de seca se pueden obtener incrementos de los rendimientos de materia seca que disminuyen el desequilibrio estacional, sobre todo si se dispone de un pasto con un elevado potencial productivo.

La posibilidad de atenuar las condiciones prevalecientes en el período más crítico del año se ve reafirmada al comparar la producción de la cruzada-1 en el sistema S₄ con el 30% o más indicado para la pangola por Pérez Infante (1970), Crespo (1972) y Paretas (1976).

Es incuestionable la importancia que reviste el incremento de materia seca disponible durante el período más crítico del año, aunque esto conlleve una menor eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado como ha sido señalado por Cowlin (1953); Simpson (1965); Jones (1970) y Murtagh (1975).

Así, en la literatura se encuentran numerosos trabajos donde se ha estudiado la influencia que ejerce la época de aplicación del N en la producción estacional de pastos (Van Buró, 1960, 1968; Burto y Jackson, 1962; Devine y Colmes, 1963; Simpson, 1968; Burns, Goos, Woodhouse y Nelson, 1970 y Crespo, 1975) en diferentes especies. En este sentido Bousquet (1971) obtuvo disponibilidades de 50 kg MS/día aproximadamente cuando distribuyó en el tiempo el fertilizante nitrogenado, mientras que Paretas (1976) encontró que el rendimiento anual de la pangola se mantuvo alto y el estacional tendió a equilibrarse, al aplicar el 75% de la dosis de N en la estación seca, en tanto que Crespo (1981) señaló que la fertilización diferida era más eficiente en pastizales de guinea que en esta última.

Los resultados mostraron que la producción de PB/ha se incrementó de forma considerable cuando en la estación seca aplicó un mayor por ciento de la dosis anual del fertilizante nitrogenado. Así, con el tratamiento S₄ (30% lluvia y 70% en seca) se obtuvo la producción más uniforme de PB en ambos años.

Algunos autores (Pérez Infante, 1970 y Salette, 1970a) han señalado la ventaja de reducir las aplicaciones de N en el período lluvioso, teniendo en cuenta que las dosis moderadas reducen las pérdidas en períodos donde los factores climáticos, favorecen el crecimiento y la eficiencia del nitrógeno. Por otra parte, Crespo (1976) señaló como una aparente desventaja el inconveniente de obtener bajos contenidos de proteína cuando

la fertilización consisten en pequeñas aplicaciones durante el período de lluvia; mientras que Minson, Raymond y Harris (1960) y Minson y Milford (1967) indicaron que un contenido menor de 7% de proteína bruta puede incidir negativamente en el consumo y la digestibilidad.

En nuestro experimento este comportamiento no constituyó una limitante, puesto que la cruzada-1 produjo aun en el control valores por encima de los señalados por estos autores como limitante en algunos pastos tropicales.

Los resultados aquí presentados reafirman la hipótesis de que los factores del clima son los que mayor influencia ejercen en el desbalance estacional de los rendimientos. De ahí que la fertilización diferida del nitrógeno puede contribuir a mejorar este desequilibrio notablemente, aunque no lo elimina de forma total.

CONCLUSIONES

1. Las germinaciones y establecimiento más eficientes se produjeron cuando la siembra se realizó en julio.
2. Las distancias de 45 y 60 cm entre surcos presentaron la mayor área cubierta en julio, bajo por cientos de malas hierbas y los mejores rendimientos en el corte de establecimiento.
3. La densidad de 1,5 t de semilla vegetativa fue suficiente para lograr un buen establecimiento a los 120 días de efectuada la siembra y se obtuvo un considerable ahorro (1,5 t) de semilla/ha en relación con la mayor densidad.
4. Los rendimientos obtenidos en el período seco demuestran que la utilización del riego duplica los rendimientos.
5. La utilización de alturas de corte de 10 y 15 cm con intervalos de 6-8 semanas, presentaron los menores porcentajes de malas hierbas, lográndose los mayores rendimientos en el segundo año y una mejor conservación del pastizal.
6. Es posible obtener incrementos significativos del rendimiento de MS, el contenido de PB y la producción de esta última en lluvia y seca cuando se emplea el riego y dosis de 200 y 400 kg de N/ha/año.
7. La utilización de toda la dosis de N en el período de lluvia con vistas a conservar los excedentes para la seca aumenta considerablemente el desbalance estacional.
8. El sistema tradicional de aplicación fraccionada del N/cortes fue menos estabilizador de la producción estacional que el sistema de 30% de lluvia y 70% en seca.
9. La distribución del 30% de la dosis de N (400 kg/ha/año) en lluvia y 70% en la estación seca resultó el sistema de menor variación en el rendimiento estacional MS y PB.

RECOMENDACIONES

La posibilidad real de obtener un rápido establecimiento, con altas producciones y buena calidad, así como la prolongación de la vida útil del pastizal, según estos resultados permiten proponer las siguientes recomendaciones en el manejo agronómico de la bermuda cruzada-1.

1. Siempre que se disponga de las condiciones necesarias la siembra debe realizarse en el mes de julio a una distancia de 45-60 cm entre surcos y una densidad de 1,5 t de semilla/ha. Esta siembra posibilitará obtener un establecimiento a los 1 200 días.
2. El corte del forraje debe realizarse con intervalos de 6-8 semanas para lluvia y seca; respectivamente, a 10-15 cm de altura, lo que permite efectuar 7 cortes anuales, 4 en la estación de lluvia y 3 en la de seca, con vista a obtener buenos rendimientos y una mejor estabilidad del pastizal.
3. Para la aplicación de 400 kg N/ha/año cuando se dispone de riego debe utilizarse una distribución de 30% en lluvia y 70% en seca, lo que permite una mayor estabilización en la producción anual y un aumento del rendimiento en el período crítico.
4. Es necesario investigar la dosis y el sistema de distribución aconsejable para cada zona ganadera, teniendo en cuenta la respuesta del suelo a los fertilizantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegbola, A.A. 1967. The effect of nitrogen fertilization on the carbohydrate content, forage quality and regrowth potential of coastal bermudagrass (*Cynodon dactylon* L. Pers). **Soils Fertilizers** 30:3063
- Ahlgren, H.G. 1956. Bermudagrass. En: Forages Crop. Ed. Mc Graw-Hill Book. Co. New York. USA.
- Alberda, t.H. 1966 The influence of reserve substances on dry matter production after defoliation. Proc. X Int. Grassl. Congr. p. 50
- Anon. 1971. Informe general. Memoria de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Anon. 1972. Memoria 1971-1972. Microestaciones de Pastos INRA. La Habana, Cuba.
- Anon. 1973. Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana.
- Anon. 1974. Reseña descriptiva de la bermuda cruzada-1 en Cuba. **Bol. Univ. de La Habana**.
- Anon. 1976. En: Avances de la ganadería en Cuba. Imprenta Universitaria. La Habana.
- AOAC. 1965. Official methods of analysis of AOAC. 10th Ed. Assoc. of Official Agricultural Chemists. Washington, DC.
- Arteaga, O.; Aspiolea, J.L. & Mojena, A. 1978. Estudio de tres portadores nitrogenados sobre el rendimiento y el contenido mineral del pasto pangola (*D. decumbens*, Stent) y algunas propiedades químicas del suelo. **Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Pastos y Forrajes** 1:2
- Aspiolea, J.L. 1975. Respuesta de cuatro gramíneas a la fertilización nitrogenada en condiciones de regadío. I Simposio Nacional de Ciencias Agrícolas. Univ. Central. Villa Clara.
- Aspiolea, J.L. & Arteaga, O. 1976. Fertilización con N de tres especies de pastos. Resumen I Reunión de la Asoc. Cubana de Producción Animal. La Habana.
- Aspiolea, J.L.; Ríos, C. & Díaz, H. 1977. Efecto de la edad de rebrote sobre el rendimiento y contenido de proteína bruta en el pasto pangola en condiciones de secano. **Agrotecnia de Cuba** 9:57
- Bennett, H.H. & Allison, R.V. 1928. En: The soils of Cuba. Trop. Plant. Res. Found. Washington, DC.
- Bogdan, A.V. 1977. En: Tropical Pasture and Fodder Plants. Ed. Longman. Londres.
- Bousquet, P. 1971. Conduite de l'élevage bovin sur prairie de pangola en zone a saison siche marquer aux Antilles Fracaises. Proc. Ed. CRAAG.
- Bryan, W.W. & Sharpe, V.P. 1965. The effect of urea and cutting treatment on the production of pangola grass in south eastern Queensland. **J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 5:433
- Burns, J.C.; Goes, H.D.; Woodhouse, W.W. & Nelson, L.A. 1970. Seasonal dry matter distribution and annual yield of a cool – season sward as altered by frequency and rate of nitrogen application. **Agron. J.** 62:4
- Burside, C.C. & Wicks, G.A. 1969. Influence of weed competition on sorghum growth. **Weed Seed** 17:332
- Burton, G.W. 1962. Bermudagrass. En: Forages. Ed. Iowa State Univ. Press. Iowa, USA.
- Burton, G.W. & Jackson, J.E. 1962. Effect of rate and frequency of applying six nitrogen of yield, in vitro digestibility, and protein, fiber and carotene contents of Coastal Bermuda grass. **Agron. J.** 55:500
- Burton, G.W. 1965. Breeding better bermudagrass. Proc. 9th Int. Grassld. Congr. 1:93
- Burton, G.W.; Hart, R.H. & Lowrey, R.S. 1967. Improving forage quality in bermudagrass by breeding. **Crop Sci.** 7:329
- Burton, G.W. 1972. Registration of Coastcross-1 bermudagrass (Reg. N:9). **Crop Sci.** 12:125
- Caro-Costas, R.; Vicente-Chandler, J. & Figarella, J. 1960. The yield and composition of five grasses growing in the humid mountain of Puerto Rico as affected by nitrogen fertilization, season and harvest procedure. **J. Aust. Univ. P. Rico** 44:3
- Cooper, J.P. & Tainton, N.M. 1968. Light and temperature requirement for the growth of tropical and temperate grasses. **Herb. Abst.** 38:167

- Cooper, J.P. 1970. Potential production and energy conversion in temperates for the growth of tropical and temperate grasses. **Herb. Abst.** 38:167
- Cooper, J.P. 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. **Herb. Abst.** 40:1
- Corbea, L.A. & Hernández, R. 1979. Influencia del método de siembra en el establecimiento de pastos por vía agámica. **Pastos y Forrajes** 2:101
- Corbea, L.A.; Hernández, R. & Cárdenas, M. 1979. Influencia del método de mantenimiento en la producción de guinea común (*P. maximum*, Jacq.). **Pastos y Forrajes** 2:435
- Conforth, I.S. 1969. Nitrogen in West Indian Soils. Proc. Soil Sci. Conf. Uni. West Indies. Barbados.
- Cowlong, D.W. 1963. Nitrogenous fertilizer and seasonal production. **J. Br. Grassld. Sco.** 18:1
- Crespo, G. 1972. Efecto de tres niveles de urea y dos sistemas de aplicación sobre el rendimiento y contenido de N en la hierba pangola. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 6:247
- Crespo, G. 1973. Effect of NPK fertilization on guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq.) yield. **Cuban J. of Agric. Sci.** (Eng. Ed.) 7:1
- Crespo, G. 1974. Efecto de diferentes niveles de P + K sobre la respuesta de pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.) a dosis crecientes de fertilización nitrogenada. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 8:195
- Crespo, G. 1975. Fertilización diferida de N y producción anual de los pastos pangola y guinea. Resumen ALPA. Venezuela.
- Crespo, G. 1976. Fertilización diferida de nitrógeno y producción de los pastos (*Digitaria decumbens*, Stent.) y guinea (*P. maximum*, Jacq.). **Rev. cubana Cienc. agríc.** 10:229
- Crespo, G.; Febles, G.; Pedroso, D.M. & Padilla, C. 1977. Effect of increasing dosis of N on the yield and chemical composition of guinea grass (*P. maximum*, Jacq.) and its influence in the mineral composition of bovine blood serum. Proc. XIII Int. Grassld. Congr. p. 560
- Crespo, G. 1981. Respuesta de pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.) y guinea (*P. maximum*, Jacq.) al fertilizante nitrogenado a través del año. Tesis Cand. Dr. Cienc. ISCAH. La Habana, Cuba.
- Crespo, G.; Ramos, N.; Suárez, J.J.; Herrera, R.S. & González, S. 1981. Producción y calidad de los pastos. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 15:211
- Cheda, H.R. & Akinola, J.C. 1971. Effects of cutting frequency and levels of applied N on productivity, chemical composition, growth components and regrowth potential and weed composition. **Nigerian Agric. J.** 8:44
- Chicco, R.L.; Rodríguez, L. & Fassbender, T. 1971. Efecto de la fertilización con N sobre el rendimiento, consumo y digestibilidad del heno de pangola. **Agron. Trop.** 21:3
- Davis, D.D.; Giobanelli, J. & Rees, A.P.T. 1964. En: Plant Biochemistry. V. 3. Oxford. James, W.O. Blackwell, Sc. Press.
- Deinum, B. 1966. Influence of some climatological factors on the chemical composition and feeding value herbage. Proc. X Int. Grassld. Congr. p. 415
- Deinum, B. & Dirven, J.G. 1968. Informative experiment on the influence of light intensity and temperature on dry production and chemical composition of *Brachiaria ruziziensis*. **Herb. Abst.** 38:235
- Deinum, B. & Dirven, J.G.P. 1972. Climate, nitrogen and grass. 5. Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of conggrass (*Brachiaria ruziziensis* Germain et Everard). **Neth. J. Agric. Sci.** 20:1259
- Deinum, B. & Dirven, J.G.P. 1973. Preliminary investigations on the digestibility of some tropical grasses grown under different temperature regimen. Repr. Hesmnaase Ladbon, Wageningen 21:121
- Devine, J.R. & Holmes, M.R.J. 1963. Fields experiments comparing ammonium nitrate, ammonium sulphate and urea applied respectively to grassland. **J. Agric. Sci. Camb.** 60:3
- Dinchev, D. 1972. En: Agroquímica. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba.
- Dirven, J.G.P. 1976. En: Tropical roughage. Int. Course of dairy cattle husbandry. Int. Agric. Centre. Wageningen.

- Doby, G. 1965. En: Plant Biochemistry. Ed. Interscience Publishen, John Wiley & Sons, LTD. London.
- Dudar, Y.A. & Machado, R. 1981. Maduración de las semillas y diseminación de pastos en Cuba. **Pastos y Forrajes**
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. **Biometrics** 11:1
- Edwards, P.J. & Mappedoram, B.C. 1974. **Trop. Abs.** 29:830
- Engelstead, O.P. & Allen, S.E. 1971. Effect of form and proximity of added nitrogen on crop uptake of P. **Soil Sci. Amer.** 112(5):330
- Ethredgem, J.; Braty, E.R. & Lawrence, R.M. 1973. Effects of clipping height, clipping frequency and rates of Coastal Bermuda grass. **Agron. J.** 63:5
- Ford, C.W. 1973. In vivo digestibility of cell wall polysaccharides of *Setaria splendida* and *Lolium perenne* cv. Kangaroo Valley. **Aust. J. Biol. Sci.** 26:1225
- Funes, F. 1974. Cuttings intervals in graminæ. Proc. XII Int. Grassld. Congr. Moscú.
- Funes, F. 1975a. Efecto de la guinea y el pastoreo en el mantenimiento de pastizales tropicales. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 3:395
- Funes, F. 1975b. Digestibility and nutritive value of pangola grass in relation to nitrogen fertilization and harvesting time. **Cuban J. of Agric. Sci.** (Eng. Ed.) 9:3
- Funes, F. 1977. Introducción y evaluación inicial de gramíneas en Cuba. Tesis Cand. Dr. Cienc. ISCAH. La Habana, Cuba.
- Funes, F.; Valdés, J.; Chongo, E. & Díaz, L.E. 1978. Comparaciones de gramíneas bajos pastoreo intermitente en Isla de Pinos. I. Con riego. Resumen I Seminario. Cient. Téc. Est. Central de Pastos. Las Tunas.
- Funes, F.; Ramos, N. & Díaz, L.E. 1979. Frecuencia de corte en cultivares de *Cynodon* y *Digitaria*. Resumen II Reunión ACPA. La Habana. p.113
- García-Trujillo, R. 1977. Alimentación de vacas lecheras basada en la utilización de pastos, forrajes y su formas preservadas. EEPF "Indio Hatuey".
- García-Trujillo, R. 1978. Disponibilidad de pastos en Cuba para la producción de leche. **Boletín de Reseñas. Pastos y Forrajes**, CIDA. La Habana.
- Gerardo, J.; hernández, J.; Hernández, R.; Machado, R.; Miret, R. & Hernández, Neice. 1981. Evaluación de pastos introducidos en diferentes regiones del país. Resumen. IV Foro Científico. Acad. de Ciencias de Cuba. La Habana.
- Gómez, L. & Paretas, J.J. 1976. Influencia de la frecuencia de corte y el N sobre la composición botánica de cuatro gramíneas tropicales. Resúmenes. I Reunión ACPA. La Habana.
- Grieve, C.H. & Osburn, D.E. 1965. The nutritional value of some tropical grasses. **J. Agric. Sci.** 65:411
- Guerrero, R.; Fassbender, H.W. & Blydenstein, J. 1970. Fertilización del pasto elefante en Turrialba, Costa Rica. II. Efecto de combinaciones nitrógeno-fósforo. **Turrialba** 20:1
- Gwyne, M.D. 1966. Plant physiology and the future. En: Faber and Faber (ed.). Tropical Pasture. London.
- Harlam, J.R. 1970. *Cynodon* species and their value for grazing and hay. **Review Herb. Abst.** 40:3
- Harlam, J.R.; De Wet, J.M.J. & Rawal, K.M. 1970. Geographic distribution of the species of *Cynodon* L.C. Rich (*Graminae*). **E. Afric. Agric. For. J.** 36:2
- Hammerton, J.L. 1972. Effects of weed competition defoliation and time of harvest on soybeans. **Exp. Agric.** 8:333
- Hartman, H.T. & Kester, D.E. 1968. En: Propagación de plantas. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba.
- Henzell, E.F. 1968. Sources of nitrogen for Queensland pastures. **Tropical Grasslands** 2:1
- Hernández, D. & Serrano, I. 1971. Frecuencia de corte en gramíneas. 1. Memoria Anual. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

- Hernández, Marta & Rodríguez, G. 1976. Influencia de la fertilización y la frecuencia de corte en el rendimiento y composición de la pangola. I reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 32
- Hernández, R. & Gómez, A. 1978. Germinación de la semilla agámica de bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) **Pastos y Forrajes** 1:79
- Herrera, J. & Herrera, E. 1976. Efecto de dos normas de riego sobre el rendimiento de algunas especies de pastos. Resúmenes. I Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 43
- Herrera, J. & Juan, R. 1977. Respuesta de la bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1). A diferentes regímenes de riego y niveles de N. ALPA. Memoria. p.135
- Herrera, R.S. & Ramos, N. 1977. The effect of nitrogen fertilization and age of regrowth on the chemical composition of Coastcross-1 bermudagrass (*Cynodon dactylon*). Proc. XIII Int. Grassld. Congr. p. 199
- Herrera, R.S. & Ramos, N. 1980. Respuesta de la bermuda cruzada a la fertilización nitrogenada y edad de rebrote. I. Composición mineral en la época de seca. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 14:75
- Herrera, R.S. & Ramos, N. 1981. Influencia de la fertilización nitrogenada y la edad de rebrote en la calidad del pasto bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1). Tesis Cand. Dr. Cienc. ISCAH. La Habana, Cuba.
- Hewitt, E.J. 1963. the essential nutrient elements requirements and interactions in plants. **Plant Physiology** Vol. II
- Humphreys, L.R. 1967. En: Pasturas mejoradas para regiones tropicales y subtropicales. Wellman Printing Co. Pty. Ltd. Victoria. ACT.
- Humphreys, L.R. 1972. The response of pasture sward to defoliation. En: Trop. Past. Sci. Training Course for S.E. Asia Malaya
- Hunt, I.V. 1965. The effect of utilization of herbage on the response to fertilizer nitrogen. Proc. 9th Int. Grassld. Congr. Brazil.
- Hutton, E.M. & Minson, D.J. 1974. Selecting and breeding tropical pasture plants for increased cattle production. Proc. XII Int. Grassld. Congr. Moscow. Jackson, M.L. 1958. En: Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood cliffs. New York.
- Jones, R.J. 1970. The effect of nitrogen fertilizer in spring and autumn on the production and botanical composition of two subtropical grass-legume mixtures. **Trop. Grassld.** 4(1):97
- Jones, R.M. 1975. En: Management improved in tropical pasture. Refresher Course. Univ. Qld. Australia.
- Juan, R.; Peña, M. & Camejo, R. 1977. Métodos de establecimiento para la bermuda cruzada-1 en suelos arenosos. Resúmenes. IV Reunión ALPA. La Habana, Cuba.
- Klesnil, A. & Turck, F. 1977. Influence of mineral fertilization on the quality of meadow grass. Proc. XIII Int. Grassld. Congr.
- Leuck, D.B.; Taliaferro, C.M.; Burton, G.W.; Burton, L.R. & Bowman, M.C. 1969. Resistance in Bermuda grass to the fall armyworm. **J. Econ. Ent.** 61:1321
- Little, S.; Vicente-Chandler, J. & Abruña, f. 1965. Yield and protein content of irrigated napier grass, guineagrass and pangolagrass as affected by N fertilization. **Agron. J.** 51:111
- Lowrey, R.S.; Johnson, J.C.; Burton, C.W.; Marchant, W.H. & McCormick, W.C. 1968. *In vivo* studies with Coastcross-1 and other Bermudas. Res. Bull 55. Ca. Agric. Exp. Sta. p. 22
- Ludlow, M.N. & Wilson, G.L. 1968. Studies on the productivity of tropical pastures plants. I. Growth analysis, photosynthesis and respiration of Hamil grass and Siratro in a controlled environment. **Aust. J. Agric. Res.** 19:35
- Ludlow, M.N. & Wilson, G.L. 1970. Studies on the productivity of tropical pastures plants. II. Growth analysis, photosynthesis and respiration of 20 species of grasses and legume in controlled environment. **Aust. J. Agric. Res.** 21:183
- Ludlow, M.N. & Wilson, G.L. 1971. Photosynthesis of tropical pastures plants. II. Temperature luminance history. **Aust. J. Biol. Sci.** 24:1065

- Machado, R. 1980. Comportamiento de cuatro cultivares mejorados de *C. dactylon* y *Brachiaria brizantha*. **Pastos y Forrajes** 3:25
- Maclusby, D.S. & Morrison, D.W. 1964. Grazing methods stoking rate and grassland production. **Agric Prog.** 39:16
- McWilliam, J.R.; Shanker, K. & Knox, R.B. Effects of temperate and photoperiod on growth and reproductive development in *Hyparrhenia hirta*. **Aust. J. Agric. Res.** 21:557
- May, L. 1960. The utilization of carbohydrates reserves in pastures plants alter defoliation. **Herb. Abstr.** 30:239
- Medina, O; Wollner, H. & Castillo, J.L. 1968. the effect of different levels of fertilizer NPK on the yield of pangola. I. Interine Report. **Cuban J. of Agric. Sci.** (Eng. Ed.) 2:115
- Michelin, A.; Ramírez, A. & Chavera, A. 1968. Frecuencia de corte y aplicación de N en B. de costa, pangola y pará en el Valle del Cauca. **Agri. Trop.** 24(10):698
- Minderhoud, J.W.; Van Burg, P.F.J.; Deinum, B.; driven, J.G.P. & Hart, M.L. 1974. Effects of hight levels of nitrogen and adequate utilization on grassland productivity and cattle performance with special reference to permanent pasture in temperate regions. Proc. XII Int. Grassld. Congr. Moscow. Plenary Paper.
- Milford, R. & Minson, D.J. 1966. the feeding value of tropical pastures. En: Tropical Pastures. Faber and Faber Ltd. London. p. 106
- Miller, R.H.; Mamarill, C.P. & Blaer, C.J. 1970. Ammonium effect of phosphorus absorption through pH changes and phophorus precipitation at the soil root interface. **Agron. J.** 62:4
- Minson, D.J.; Raymond, W.F. & Harris, C.E. 1960. Studies on the digestibility of herbage. VIII. The digestibility of S 37 cocksfoot, S 32 ryegrass and S 24 ryegrass. **J. Br. Grassld. Soc.** 15:174
- Minson, D.J.; Raymond, W.F. & Harris, C.E. 1960. The nutritive value of four tropical grasses when fed as chaff and pellets to sheep. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 8:270
- Minson, D.J. & Milford, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature pangola grass (*D. decumbens*). **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 7:546
- Minson, D.J. & McLeod, M.N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. Proc. XI Int. Grassld. Congr. p. 719
- Minson, D.J. 1971a. The nutritive value of tropical pasture. **J. Aust. Int. Agric. Sci.** 37:255
- Minson, D.J. 1972. The digestibility and voluntary intake by sheep of six tropical grasses. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 12:21
- Minson, D.J. 1973. Effect of fertilizer nitrogen on digestibility and voluntary intake of *Chloris gayana*, *Digitaria decumbens* and *Pennisetum clandestinum*. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 13:153
- Monzote, Marta; Funes, F.; Lazo, C. & Linares, D. 1976. Evaluación de cultivares de *P. maximum*. 1. Primer año de evaluación con Riego. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 10:115
- Monzote, Marta; Funes, F.; Lazo, C. & Linares, D. 1978. Evaluación de cultivares de *P. maximum*. 2. Sin riego. Resumen I Seminario Cient. Téc. Estación Central de Pastos. Las Tunas.
- Mott, G.O.; Quinn, L.R. & Bisschoff, W.V.A. 1970. the retention of nitrogen in a soil-plant-animal system in guinea grass (*Panicum maximum*) pastures in Brasil. Proc. XI Int. Grassld. Congr. Moscú. p. 414
- Munilla, Rosa; Fonseca, J.; Pérez-Infante, F. & Herrera, J. 1978. Efecto del intervalo de corte en alguna sp. De pastos en suelos motmorilloníticos del sur de La Habana. Sp. del género *Cynodon*. Resumen I Seminario Cient. Téc. Estación Central de Pastos. Las Tunas.
- Murtagh, G.F. 1975. Environmental effects on the short-term response of tropical grasses to nitrogen fertilizer. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 15:679
- Oswalt, D.L.; Bertrand, A.R. & Teel, M.R. 1959. Influence of nitrogen fertilization and clipping on grass roots. Proc. Soil Sci. Soc. AMER. 23:228
- Oyenuga, V.A. 1960. Effect of stage of growth and frequency of cutting on the yield and chemical composition of some Nigerian fodder grasses. *Panicum maximum*. **J. Agr. Sci.** 55:339

- Padilla, C.; Sarroca, J. & Febles, G. 1978. Efectos de la profundidad de la siembra y la humedad en los suelos cubanos sobre la germinación de *Panicum maximum*. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 12:229
- Padilla, C.; Gómez, J. & Febles, G. 1979. Estudio de la densidad de plantación en *Cynodon dactylon* cvs. 67, 68 y Callie. Resúmenes II Reunión de ACPA. La Habana. p.199
- Paretas, J.J. & Pérez, D. 1974. Fuentes y niveles de N en aplicaciones por corte sobre el rendimiento de la pangola. Serie Científico Técnica A-5. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Paretas, J.J. & Gómez, L. 1974. Recuperación del N en hierba rhodes. Resumen I Seminario Interno Cient. Téc. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Paretas, J.J. 1976. Uso del N en pastos tropicales. Tesis de Candidatura. Univ. de La Habana. Cuba
- Paretas, J.J.; Montero, O.; Pérez, L. & Ronda, A. 1979. Respuesta de la hierba guinea a diferentes intervalos y alturas de corte. **Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie de Pastos y Forrajes** 2:41
- Pereira, E. & Gerardo, J. 1981. Pasto estrella mejorado (Tocumen) para la producción de leche en suelos de mal drenaje. (Documento interno). EEPF "Indio Hatuey".
- Pérez-Infante, F. 1970. Efecto de tres intervalos de corte y tres niveles de nitrógeno en las ocho gramíneas más extendidas en Cuba. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 4:2
- Prine, G.M. & Burton, G.W. 1956. The effect of nitrogen rate and clipping frequency upon the yield, protein content and certain morphological characteristics of coastal bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). **Agron. J.** 48:296
- Ramos, N. & Curbelo, F. 1976. Efecto de la frecuencia de corte y el N sobre el comportamiento y calidad de la bermuda cruzada. Resumen I Reunión ACPA. La Habana. p. 27
- Ramos, N.; Curbelo, F. & Herrera, R. 1980. Edad de rebrote y niveles de N en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). **Rev. cubana Cienc. agríc.** 14:83
- Raymond, W.F. 1961. the nutritive value of forage. **Advan. Agron.** 21:1
- Reid, D. 1966. The response of herbage yield and quality to a wide range of nitrogen application rates. Proc. X Int. Grassld. Congr. Helsinki.
- Remy, V.A. & Martínez, J. 1978. Influencia de la época y distancia de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). **Pastos y Forrajes** 1:407
- Reyes, Y. & Sutherland, T.H. 1969. Efecto de la frecuencia de corte sobre la digestibilidad *in vitro* de varios forrajes tropicales cortados en estación seca. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 3:175
- Ryle, G.J.A. 1966. The influence of daylength on the growth of leaves and tillers in herbage grasses. Proc. X Int. Grasslds. Congr. p. 4
- Ryle, G.J.A. 1970. Tropical grassland possibilities for a more intensive management. **Fourragere** 43:91
- Salette, J.E. 1970. Nitrogen use and intensive management of grasses in the wet tropics. Proc. XI Int. Grasslds. Congr. p. 404
- Salette, J.E. 1970a. Tropical grassland possibilities for a more intensive management. **Fourragere** 43:91
- Salette, J.E. 1971. Dans jounees techniques sur la production fourragere el l'elevage des ruminants. CRAAG Sta. d'Agron. Guadalupe.
- Salette, J.E.; Dumas, Y. & Sobesky, O. 1973. Donées sur les elements minéraux chez *D. decumbens*, cultivée dans divers mileiex. **L'Agronomie Trop.** 28(9).845
- Simpson, J.R. 1965. The effects of nitrogenous fertilizers on the winter growth of pastures in a tableland environment. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 5:208
- Simpson, J.R. 1968. Comparison of the efficiency of several nitrogen fertilizers applied to pasture in autumn and winter. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 8:301
- Simpson, J.R.; Bromfield, S.M. & McKinney, G.T. 1974. Effects of management on soil fertility under pasture. I. Influence of experimental grazing and fertilizer system on growth composition and nutrient status of the pastures. **Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 14:479

- Singh, H.K. & Ray, S.N. 1967. Effects of N fertilization and different harvesting intervals on the yield and chemical composition of pangola grass (*D. decumbens*). **Indian J. Dairy Sci.** 20:130
- Smith, A.D. & Lutwich, L.E. 1975. Effect of N fertilizer on total N and N-NO₃ content of six grass species. **Can. J. Plant Sci.** 55:573
- Stern, W.R. 1962. Light measurement in pasture. **Herb. Abst.** 32:11
- Stobbs, T.H. 1971. Quality of pasture and forage crops for dairy production in the tropical regions of Australia. No. 1. Review of the literature. **Trop Grassld.** 5:159
- Swain, F.G. 1967. En: Pasture improvement in Australia. Ed. Barry Wilson. Australia.
- Thoughton, A. 1957. The underground organs of herbage grasses. Bull 44. CAB.
- Van Burg, P.F.J. 1960. Nitrogen fertilization and the seasonal production of grassland herbage. Proc. VIII Int. Grassld. Congr.
- Van Burg, P.F.J. 1968. Nitrogen fertilizing of grassland in spring. N.N. Techn. Bull 6
- Vavilov, N. 1926. Studies on the origin cultivated plant. Inst. Appl. Bot. and Plant Breed. Leningrad.
- Vicente-Chandler, J.; Abruña, F.; Caro-Costa, R.; Figarella, J.; Silva, S. & Pearson, R.W. 1974. Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. Bull 233. Univ. P. Rico.
- Viet, F.G. 1965. The plants need for and use of nitrogen. *Agronomy* 10:503-549
- Wallace, T. 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. Chemical Pub. Co. Inc. N. Y. 2nd Ed.
- Wang, C.C. & Cheng, C.P. 1960. Experiment on promising grasses in Formosa during 1958-1960. **J. Agric. Assoc. China. Taiwan** 32:16
- Watking, J.M.; Ley, Y. & Van Screven. 1951. Effect of frequency and height of cutting on the yield, stand and protein content of some forages in El Salvador. Bull. Tech. (Centro Nac. Agron. El Salvador).
- Whiteman, P.C. 1975. En: Management of improved tropical pastures. Ald. St. Lucia. p. 162
- William, D. 1977. Some effects of nitrogen supply on grass growth. XIII Int. Grassld. Congr. Leipzig.
- Wilson, K.R. & Ford, C.W. 1971. Temperature influence on the growth digestibility and carbohydrate composition of two tropical grasses. *Panicum maximum* var. *trichoglume* and *Setaria sphacelata* and two cultivars of the temperate grass *Lolium perenne*. **Aust. J. Agric. Res.** 22:563
- Wilson, J.R. & Haydock, K.P. 1971. The comparative response of tropical and temperate grasses to varying levels of nitrogen and phosphorus nutrition. **Aust. J. Agric. Res.** 22:573
- Wollner, H. & Castillo, J.L. 1968. La influencia de distintos niveles de N en el rendimiento de pangola (*Digitaria decumbens*). **Rev cubana de Cienc. Agríc.** 2:227