

UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES "INDIO HATUEY"

***Aspectos de la agrotecnia
de *Brachiaria purpurascens* en suelos bajos***

Autor: *Ing. Francisco Reyes Ocampo*

Tutora: *Dra. Marta Hernández Chávez*

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

**Matanzas
1996**

DEDICATORIA

A mi familia, con quienes aprendí a amar la naturaleza y a respetar la tierra; a mis compañeros, eficientes colaboradores, por la confianza depositada en mí; a mi hija, semilla de mi propio ser; a mi compañera por su dedicación y amor; al pueblo cubano, mi pueblo.

A todos, porque son lo mejor de mí: mi raíz.

AGRADECIMIENTOS

Tengo mucho que agradecer a mis compañeros de trabajo, pues de una forma u otra han colaborado en la confección de esta tesis; en un lugar muy especial se encuentran los que a continuación relaciono:

- Dra. Marta Hernández, por su meritorio trabajo como tutora.
- MSc. David Hernández, por su influencia en mis iniciativas como investigador.
- Ing. Luis A. Corbea, por su valiosa ayuda en la revisión de la tesis.
- Ing. Orlando Rodríguez, por su responsabilidad y dedicación en el trabajo realizado como técnico en la investigación.
- Pedro Duquesne, Mercedes Armas y Teresa Daniel por la eficiencia y la valiosa ayuda que brindaron en la mecanografía del trabajo.
- Lic. Alicia Ojeda y Nancy Pérez por la revisión y edición de esta tesis.
- Lic. Oderay Molina por la ayuda brindada en la búsqueda de bibliografía.

Agradezco de forma muy especial a Rafael Mejías y al resto de los trabajadores de la Empresa Pecuaria Aguada por el apoyo brindado.

A la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" y a todos los trabajadores que apoyaron y posibilitaron la realización de estas investigaciones.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
I.1 Algunos factores que afectan el establecimiento de los pastos	2
I.1.1 Selección del suelo y su relación con la planta	2
I.1.2 Preparación del suelo	2
I.1.3 Momento de siembra	2
I.1.4 Métodos de siembra	3
I.1.5 Distancia y densidad de siembra	3
I.2 Influencia de la fertilización	4
I.2.1 Fertilización en el establecimiento	4
I.2.2 Influencia de la fertilización en la composición botánica	5
I.3. Algunos factores relacionados con el momento de comenzar la explotación del pasto	5
I.3.1 Defoliación y morfología de las plantas	5
I.3.2 Efecto del pastoreo al iniciar la explotación	6
I.3.3 Interacción de la defoliación con los factores ambientales	6
CAPITULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	8
II.1 Características del área experimental	8
II.2 El suelo del área experimental	8
II.3 Descripción de la especie	8
II.4 Procedimiento experimental	9
II.4.1 Corte y fertilización	9
II.4.2 Mediciones y análisis estadístico	9
II.4.3 Análisis químico del suelo	9
CAPITULO III. ASPECTOS DE LA AGROTECNIA DE <i>B. PURPURASCENS</i>	10
III.1 Efecto de la distancia y la densidad de plantación en el establecimiento de <i>B. purpurascens</i>	10
CAPÍTULO IV. MOMENTO DE COMENZAR LA EXPLOTACIÓN	15
CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	19
CONCLUSIONES	21
RECOMENDACIONES	22
REFERENCIAS	23

Índice de tablas y figuras

Tabla III.1. Rendimiento de la brachiaria en el corte de establecimiento (t de MS/ha).....	10
Tabla III. 2. Área cubierta por el pasto cultivado en el corte de establecimiento (%).	11
Tabla III. 3 Área cubierta por la vegetación espontánea en el corte de establecimiento (%).	11
Tabla III.4 Área cubierta en el corte de establecimiento (%).	13
Tabla IV.1. Fluctuaciones del por ciento de pasto en el período experimental.	16
Tabla IV.2. Variación de la disponibilidad de <i>B. purpurascens</i> (t/ha).	16
Tabla 1. Rendimiento y costo de los fertilizantes en el establecimiento para los diferentes tratamientos.	19
Tabla 2. Costo de establecimiento de 1 hectárea de Brachiaria.	19
Fig. III.1. Efecto de la distancia en el rendimiento de <i>B. purpurascens</i> . 12	
Fig. III.2. Rendimiento de MS y altura en <i>B. purpurascens</i> . Corte de establecimiento. 13	
Fig. IV.1. Dinámica del comportamiento del pasto. 15	
Fig. IV.2. Dinámica del comportamiento de la vegetación espontánea. 16	

SÍNTESIS

Con la finalidad de conocer el efecto de la distancia y la densidad de plantación, la fertilización en el establecimiento y el momento de comenzar la explotación, se realizó un estudio del comportamiento agronómico de *Brachiaria purpurascens* mediante tres experimentos, en suelos que sufren inundaciones temporales.

Todos los experimentos se desarrollaron en la Empresa Pecuaria Aguada, desde 1986 hasta 1991, bajo condiciones de secano.

En el experimento 1 se determinó el efecto de las densidades 1,0; 1,5; 2,0 y 2,5 t de material vegetativo/ha y las distancias plantación 0,60; 0,90 y 1,20 m. Se hallaron diferencias en el rendimiento de MS ($P < 0,05$), favorables a la distancia 0,60 m, la cual alcanzó el mayor por ciento de área cubierta (72,8 %). El efecto de los tratamientos desapareció en el tercer corte.

En el experimento 2 (fertilización) se evaluaron los siguientes tratamientos: control, N, P, K, NP, NK, PK y NPK. No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. El pasto en todos los tratamientos cubrió más del 75 % del área y el rendimiento en el control fue de 4,9 t de MS/ha.

El experimento 3, que consistió en determinar el momento de comenzar la explotación, se inició cuando el pasto tenía una posición botánica de 40-45, 50-55, 60-65 y 70-75 % después de siembra. En las primeras rotaciones del período poco lluvioso área cubierta por *B. purpurascens* aumentó en todos los tratamientos, con diferencia significativa a favor de 70-75 % y un valor final de 77,6%. En el período lluvioso el área se mantuvo inundada hasta el final del experimento y el por ciento de *B. purpurascens* disminuyó en todos los tratamientos. La disponibilidad de MS (1,8 t/ha) fue superior para el tratamiento 70-75%; mientras que al final del período no se encontró diferencia para este indicador.

Se concluye que bajo las condiciones estudiadas *B. purpurascens* manifestó un rápido establecimiento. La densidad de 1,5 t de semilla vegetativa/ha y la distancia de 0,60 m fueron suficientes para lograr un buen establecimiento a los 120 días de efectuada. La siembra y se obtuvo un ahorro de 1 t de semilla en relación con la mayor densidad. No es necesario aplicar fertilizante para su establecimiento, ya que el pasto puede suplir sus requerimientos a través del aporte de nutrientes del mismo, lo que conlleva un ahorro entre \$5.00 y 40,96. Debe comenzarse a pastar cuando el pasto alcance entre el 70 y 75 % de área cubierta, con lo que se logra prolongar la vida útil del pastizal.

INTRODUCCIÓN

Desde fecha muy temprana, la estrategia seguida en la alimentación de la masa bovina se basó en el uso de los pastos y forrajes como alimento fundamental; es por eso que la misma quedó caramente ratificada en la IV Reunión Nacional de Ganadería en 1974, cuando el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz en el discurso de clausura, patentizó: "...la importancia que tiene el pastoreo y que nosotros desarrollemos una filosofía de alimentación del ganado vacuno a base de pastos por lo económico que resulta la alimentación del ganado a base de pastos y por las incuestionables dificultades que surgen con respecto a la adquisición de granos para la alimentación del ganado".

En la actualidad esta política se justifica aun más y mantiene su vigencia, por lo que esta estrategia se ha venido confirmando a través de los congresos del Partido Comunista de Cuba celebrados hasta la fecha.

El establecimiento de pastizales cultivados es la condición clásica para el incremento de la producción animal y además el más costoso. Sin embargo, no siempre se obtienen los resultados previstos.

Cuba no ha sido una excepción en este sentido, pues al analizar la información de la Plenaria Nacional de Pastos y Forrajes, se llega a la conclusión de que los primeros esfuerzos en la práctica han estado centrados en la reposición de toda el área en un período de 20 años debido, entre otras causas, al acortamiento de la vida útil de las praderas por un deficiente establecimiento.

Un balance reciente de las áreas dedicadas a la ganadería en Cuba mostró que aproximadamente de los 2 millones 675 mil hectáreas consideradas con potencial agrícola, el 34 % están ocupadas por pastos cultivados y de estas solo el 9 % de los suelos no presentan limitaciones para una producción intensiva; si se combinan uno o más factores limitantes se dificulta de forma extrema la producción de alimentos. En este sentido, el mapeo agroquímico nacional indicó contenidos muy bajos de materia orgánica y nitrógeno. Además de estos elementos, se plantea que muchas áreas (1 498 500 ha) sufren problemas de encharcamientos temporales (Anón, 1995).

Por otra parte, los problemas tecnológicos más frecuentes de estas áreas son: la dificultad en el drenaje y la pérdida de la biodiversidad y de los recursos genéticos útiles.

La introducción de la *Brachiaria purpurascens*, especie adaptada a condiciones de alta humedad y suelos parcialmente inundables, puede constituir una vía potencial para dichas áreas.

En un inventario realizado por el MINAG en 1992, se informó que en el país hay 5 210 hectáreas de este pasto (Funes, 1996). Es por ello que los estudios que fundamentan esta tesis se hicieron con el propósito de elevar el nivel de los conocimientos actuales, con el fin de mejorar la tecnología de su establecimiento bajo condiciones de alta humedad.

Los objetivos propuestos fueron:

1. Determinar la densidad y la distancia de plantación adecuadas para esta especie.
2. Conocer la necesidad de aplicar NPK en el establecimiento de la *B. purpurascens*.
3. Determinar el momento de iniciar la explotación.

CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Técnicamente, se podría suponer que el establecimiento de una pradera es un proceso que depende de la disponibilidad de variedades comerciales ecológicamente adecuadas y de su posible; potencial de respuesta para incrementar la producción; no obstante, no son solamente las consideraciones anteriores las que deben servir de base para tomar una decisión, sino que existen una serie de factores relacionados con el suelo y otros que lo hacen más difícil, a tal punto que el fallo en algunas de las actividades técnicas limita la acción óptima de otras y, por lo tanto, afecta el establecimiento.

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 del sistema.

I.1 Algunos factores que afectan el establecimiento de los pastos

I.1.1 Selección del suelo y su relación con la planta

Las investigaciones indican que en la selección del área para el establecimiento deben tomarse en cuenta las principales características del suelo, así como la plasticidad de la planta que se desee introducir y el tipo de explotación a que será sometida la nueva pradera.

Con frecuencia se presentan problemas en el desarrollo de las especies al extrapolar los resultados o comportamientos observados de una región hacia otra, sin tener en consideración las características del suelo en una u otra zona (Machado, 1980). En este sentido, la gran diversidad de suelos empleados en la ganadería varía atendiendo a su génesis, lo que da lugar a diferentes gradientes de fertilidad, profundidad, pH y drenaje, entre otros.

Con respecto a esto, hay evidencias de la habilidad mostrada tanto por las gramíneas como por las leguminosas para adaptarse a las diferentes condiciones edáficas. Así, el establecimiento de *Panicum maximum* en los suelos Pardos tropicales fue mejor que en un suelo Ferralítico Rojo (Padilla, Monzote y Ruiz, 1979). Estos autores señalaron además la influencia del drenaje en el establecimiento de las diferentes especies, ya que, por ejemplo, *Brachiaria mutica* crece bien en condiciones de mal drenaje (Amaya Carmona, 1988); mientras que *Cynodon nlemfuensis* presenta una tolerancia media, en contraste con la mala adaptación del *Cynodon dactylon* cvs. Coastcross-1 y 68 en diferentes regiones ecológicas del país.

El relieve reviste gran importancia práctica en el establecimiento, pues si el propósito es establecer un área para suministro del forraje verde, el suelo debe poseer condiciones para el empleo de la maquinaria, lo que pudiera no ser tomado en cuenta si el propósito fuera el pastoreo.

I.1.2 Preparación del suelo

La historia ha demostrado la no existencia de reglas o metodologías únicas o universales para determinar el número de labores en la preparación del suelo que conduzcan a buenos establecimientos. Esta práctica ha ido evolucionando y sin perder de vista el establecimiento se perfila en función de conservar el recurso suelo y la disminución de los costos (labranza conservacionista) (Dantur, 1990).

La causa principal de un ralo establecimiento o de la pérdida total de este puede depender de las condiciones específicas de cada lugar; por ejemplo, en suelos muy trabajados se requerirá un mayor número de labores que en suelos vírgenes, una vegetación espontánea compuesta por leguminosas y malváceas se erradicará con menos labores que si se tratara de gramíneas cespitosas o rizomatosas.

Las investigaciones realizadas por White y Robson (1989) corroboran que las especies de semillas pequeñas son más exigentes a la preparación del suelo que las de semillas grandes.

Si de características del suelo se trata, los de mayor contenido de arena requieren menos labores que los que poseen altos contenidos de arcilla. Es por todo ello que la preparación no debe considerarse una práctica sistemática aun cuando se trate de una misma especie para un mismo tipo de suelo, lo cual requiere de una determinación sobre el área seleccionada considerando las condiciones geográficas, las especies, el cultivo precedente, la vía de propagación y las condiciones climáticas de la región Ayala, 1984; Corbea y Fernández, 1986).

En todos los casos el objetivo será conseguir un lecho adecuado para la semilla a través de un número de labores que no destruya la estructura del suelo o eleve demasiado los costos.

I.1.3 Momento de siembra

El establecimiento puede realizarse con éxito si se conocen las condiciones de temperatura y humedad que prevalecen en una región, ya que pueden indicar el momento adecuado para la siembra. Aun cuando se conoce

que las exigencias de temperatura, luz y humedad son variables entre las especies de pastos, la predicción exacta de sus necesidades es una tarea en extremo difícil, debido a la interacción de estos factores en el crecimiento. Corbea y Hernández (1992) plantearon que el desarrollo de muchas gramíneas tropicales se alcanza con temperaturas de 30/25°C; mientras que el crecimiento se restringe y puede llegar a detenerse con temperaturas inferiores a 18°C. El efecto de la luz parece menos determinante en las condiciones del trópico, debido posiblemente a que en esta zona la radiación solar es suficiente para un buen desarrollo de las plantas.

Con relación a la humedad, Miller y Perry (1968) han señalado la importancia de conocer la frecuencia y la cantidad de lluvia para asegurar la germinación y el crecimiento de las plantas; así, el estrés hídrico después de la germinación puede afectar y matar las plantas. Por otra parte, un exceso de humedad como el que ocurre a principios de la primavera puede afectar las plántulas, al reducir el oxígeno en el suelo o al producir pudrición en las raicillas.

En Cuba junio y julio resultan los meses óptimos para la siembra de la mayoría de las gramíneas comerciales. En sentido general, se puede plantear como la mejor época de siembra y plantación aquella en que coincide un mayor porcentaje de condiciones climáticas favorables a las especies.

I.1.4 Métodos de siembra

Hay dos formas muy características y bien definidas de sembrar M pastizales: el método en línea, en el cual el material se deposita en hilera mediante una sembradora, con un orden determinado; y el método a voleo, que consiste en esparcir las semillas sobre la superficie sin un orden determinado.

La utilización de uno u otro método estará determinada por las características del suelo y de la especie, aunque se ha demostrado que algunas especies como el *Panicum* pueden ser sembradas con posibilidades de éxito, independientemente del método que se emplee, si el suelo se ha preparado convenientemente y se producen condiciones favorables para la siembra (Corbea y Hernández, 1992).

Hay especies que por sus características solo se propagan por material vegetativo, como es el caso de la bermuda cruzada-1, la pangola y la *B. purpurascens*; en estas cobra mayor importancia elegir el método de plantación, pues la exposición a los rayos solares y al viento determinan la deshidratación del material vegetativo y el consecuente fracaso del establecimiento desde el mismo momento de la plantación.

En este sentido, aunque se obtuvieron buenos resultados en *C. dactylon* al sembrar a voleo y tapar con una grada, se pudo constatar que la capa de tierra que aporta este equipo para cubrir la semilla no es suficiente y se corre el riesgo de perder a plantación. Una situación similar ocurre con la siembra cuando se emplean las pezuñas de los animales como instrumento de tapado.

Por estas razones, la siembra a voleo tiene muy pocas posibilidades de lograr un buen brote, en tanto que la siembra en línea con modalidad a vuelta de arado ha resultado la más eficiente para las especies estoloníferas o erectas (Corbea y Fernández, 1986; Corbea y Hernández, 1992).

I.1.5 Distancia y densidad de siembra

La cantidad de semilla que debe ser sembrada está en dependencia de su tamaño y calidad, así como de las condiciones climáticas imperantes, pues estas influyen marcadamente en el crecimiento de las especies empleadas y en la competencia con las no deseadas.

El empleo de dosis superiores a la necesaria tratando de alcanzar un mejor resultado, solo ocasiona un incremento en el costo de la actividad debido al alto precio de las semillas. En la práctica se puede llegar a retardar el establecimiento, ya que se produce un excesivo brote como consecuencia de una competencia intraespecífica por la luz, el agua y los nutrientes del suelo (Remy, 1993).

Según Roberts (1979), no tiene sentido especificar la tasa de siembra al menos que se conozca la calidad de la semilla (pureza/germinación). Obviamente, las especies con alto por ciento de pureza y de germinación necesitan menos cantidad de semillas por área; en este sentido y para especies que se reproducen por semillas agámicas. Anon (1972) y Hernández y Gómez (1978) comprobaron que al variar el número de nudos en el estolón, así como la parte de la planta a utilizar en la bermuda cruzada-1, se produjo un incremento en la germinación y un mejor establecimiento debido al incremento de los puntos de germinación.

El conocimiento de lo antes señalado es un aspecto que tiene influencia en el establecimiento y el rendimiento de cualquier especie vegetal; además, esto influye en los gastos por concepto del empleo de una mayor o menor cantidad de semilla.

Por otro lado, Juan, Peña y Camejo (1977) encontraron en suelos arenosos que la densidad óptima de plantación para el *C. dactylon* cv. Coastcross-1 fue de 2,0 t/ha con distancia entre surcos de 75 cm; mientras que Padilla, Gómez y Febles (1985), al estudiar tres densidades en *C. dactylon* cvs. 67, 68 y Callie, concluyeron que en suelos Ferralíticos Rojos típicos con una buena preparación, una baja infestación de malezas y una humedad adecuada, se puede obtener un establecimiento satisfactorio con 1,0 t de semilla/ha, aunque desde el punto de vista práctico una dosis tan baja es difícil de lograr.

En este sentido, Corbea, Remy y Martínez (1982) señalaron que densidad de plantación debe ser de 1,5 a 2,0 t/ha, lo que coincide con lo planteado por Reyes, Remy, Hernández y Milera (1990) para la *B. purpurascens*.

En la información que existe con relación a la distancia y la densidad de las gramíneas estoloníferas se plantea que el éxito que se alcanza depende de las condiciones edafoclimáticas y las labores de agrotecnia, que contribuyen a la buena germinación de la semilla.

En general, se acepta que la agresividad y el hábito de crecimiento son los factores que deben tenerse en cuenta a la para de definir la distancia de plantación. Machado (1980) indicó diferencias en el establecimiento de cultivares mejorados de *C. dactylon* y *B. purpurascens*, favorables al cv. Callie. Este comportamiento sugiere que las especies más agresivas pueden sembrarse con mayores distancias entre surcos. Sin embargo, este autor halló un ritmo de sellaje más lento en los cvs. 67 y la cruzada-I. En estos casos las siembras muy distantes contribuyeron a que las malas hierbas proliferaran en los espacios entre las plantas, ofreciendo una fuerte competencia que puso en peligro el establecimiento; resultados similares fueron informados por Remy (1982).

Rai, Kanodia, Velayudhan y Agrawal (1980) no encontraron grandes diferencias en el rendimiento de rhodes y buffel, así como en el área cubierta por la bermuda cruzada-1 cuando las distancias variaron de 40 a 50; 15 a 75 y 30 a 90 cm entre hileras respectivamente.

Serrano y Jaquinet (1983) recomiendan la siembra a vuelta de arado del pasto estrella a una distancia de 100 cm, con lo que se obtiene un 90,5 % de área cubierta por el pasto a los 235 días de B plantación. Además, Corbea y Fernández (1985) sugirieron sembrar el pasto a distancias entre 90 y 120 cm, ya que no obtuvieron diferencias con las distancias más pequeñas.

Los efectos provocados inicialmente en el período de establecimiento por las poblaciones tienden a desaparecer paulatinamente cuando la especie se somete a explotación; así. Reyes, Hernández, esa y Rodríguez (1991) encontraron que estos efectos desaparecieron con el corte de establecimiento, ya que este pudo actuar orno regulador y a la vez catalizador de la producción de hijos y demás componentes del pastizal; además, tal respuesta puede explicarse también por la autoregulación biológica que se produce n las poblaciones de las diferentes especies (Vieira y Pedreira, 1978; Ayala, Sistachs y Tuero, 1987).

Tanto la densidad como la distancia entre plantas son factores determinantes de las relaciones de competencia y baja producción de materia seca (Ordóñez, Reyes y Santhirasegaran, 1981). En este sentido, Monzote, Funes, Lazo y Linares (1976) y Reyes, Hernández, Mesa y Rodríguez (1993) encontraron una relación estrecha entre el rendimiento y el por ciento de área cubierta por el pasto.

Todo esto evidencia la importancia de la distancia y la densidad de siembra acorde con las condiciones del medio y las características de las especies.

I.2 Influencia de la fertilización

Regularmente las plantas mejoradas y los sistemas intensivos e producción necesitan de la aplicación de fertilizantes. En este sentido, Henzell (1962) señaló que estos últimos son las principales herramientas para incrementar la producción de MS y a estabilidad de los sistemas de producción donde el pasto es el alimento básico. Este autor asevera que en las áreas tropicales 1 nitrógeno es el elemento que más limita la explotación de las gramíneas y el fósforo la de las leguminosas.

La mayor parte de las investigaciones sobre este tema conducidas en el trópico y también en Cuba, están relacionadas 3n la aplicación de altas dosis de N y su efecto sobre el rendimiento y la calidad de las gramíneas. Sin embargo, la primera ley de la nutrición señala que más importante que las altas dosis de los elementos aplicados, es la relación que existe entre los mismos. Por ello, la nutrición tanto de las gramíneas no de las leguminosas resulta un factor importante dentro de sistemas de explotación y la misma puede aplicarse con varios objetivos; entre ellos se encuentra el aceleramiento del establecimiento, lograr un elevado rendimiento, incrementar la calidad, mejorar la composición botánica, acelerar el crecimiento para disminuir la edad de la cosecha, provocar un pico estratégico de producción para conservar, elevar la vida útil del cultivo e incrementar la intensidad y ganancia del sistema (Beavogui, 1991).

I.2.1 Fertilización en el establecimiento

Un buen establecimiento de los pastos depende del manejo durante la primera etapa del desarrollo de las especies. La fertilización juega un papel fundamental en este sentido, sobre todo en aquellos suelos deficientes de elementos nutritivos en los cuales el establecimiento es más prolongado si estas deficiencias no son corregidas.

Un aspecto importante lo constituye el momento de aplicación los fertilizantes; la aplicación en el momento de la siembra 3 es aconsejable, ya que pueden ocurrir pérdidas por lixiviación fijación, antes de que la especie disponga de un sistema radical bien desarrollado que le permita hacer un uso racional de los nutrimentos (Corbea y Hernández, 1992).

Corbea y Fernández (1986) estudiaron el momento de aplicación del nitrógeno, el fósforo y el potasio en el pasto estrella jamaicano y concluyeron que la mejor opción resultó cuando se fertilizó a los 36 días después de la siembra, al obtener 0,5 t de materia seca/ha más que en los dos tratamientos fertilizados en el momento de la siembra. Este mismo autor obtuvo los mejores resultados en guinea likoni cuando la planta alcanzó cierto desarrollo.

No en todos los casos la fertilización en el establecimiento ha resultado efectiva o necesaria; en este sentido, el tipo de suelo juega un papel importante. Así Peralta, Ramos, Enríquez, Cigarroa, Palomo y Córdova (1987) señalaron que un suelo con un contenido menor de 16 ppm de P_2O_5 requiere de una aplicación mínima de 50 kg de N y 50 kg de P por hectárea y que en suelos de fertilidad media no es conveniente fertilizar.

En un suelo montmorillonítico de fertilidad media no se encontró respuesta a la aplicación de NPK en *B. purpurascens* y se obtuvo en el tratamiento testigo (sin fertilizar) 4.7 t de MS/ha y más del 75 % del área cubierta en el corte de establecimiento (Hernández, Reyes, Mesa y Cárdenas, 1992). Estos mismos autores no hallaron respuestas a la fertilización en el establecimiento cuando se utilizó el *Andropogon gayanus* sobre este tipo de suelo, lo que evidencia la importancia de conocer la exigencia nutritiva de las especies. La *B. purpurascens* presenta niveles críticos de NPK de 1,15; 0,13 y 2,43 %, lo que sugiere que la respuesta de la brachiaria a la fertilización pudo estar relacionada con los niveles críticos de NPK, que según Mesa, Hernández, Reyes y Ávila (1989) son bajos e inferiores a los hallados en *C. dactylon* cv. Coastcross-1 por González y Torriente (1982) y por Mesa, Hernández y de la Cruz (1983) para otros cultivares de *C. dactylon*. Se puede plantear que la fertilización de los pastos está relacionada con los contenidos de los elementos nutritivos en el suelo y con la exigencia nutritiva de las especies.

1.2.2 Influencia de la fertilización en la composición botánica

Una de las conclusiones más generalizadas es que el aumento de 3 fertilización nitrogenada incrementa las especies deseadas en 1 pastizal (Liiv, 1970). Este autor informó además la simplificación de la composición florística y un significativo aumento de 3S gramíneas, coincidiendo en este último aspecto con Sanford 1979) y Prins (1979).

En una revisión realizada por Blanco (1991) se reseña que la mayoría de los trabajos abordan la relación de la composición botánica con el rendimiento y se plantea que la alteración de la primera usualmente significa una reducción de la calidad del pasto. Por lo tanto., un marcado cambio en la composición botánica puede tener efecto en la ganancia y la caída de la producción animal. Sin embargo, la estabilidad de la pradera puede ser aceptable o no en dependencia de las especies que sean capaces de remplazar a las especies componentes (Jones y Mott, 1980).

En lo que se refiere a la disponibilidad, la mayoría de los trabajos plantean la contribución negativa de las plantas indeseables (Lamela, Pereira y Silva, 1984).

En relación con este aspecto, Alfonso, Valdés y Duquesne (1985) observaron una disminución de la composición botánica en la misma medida que aumentó la carga de 2,0 a 3,0 animales/ha, sin notar una recuperación de los pastos. Además, plantearon que con el aumento del nivel de nitrógeno se puede incrementar la carga y mantener las ganancias.

La influencia de la fertilización en la composición botánica y la relación de esta con la productividad y la calidad, ponen en evidencia la necesidad de mantener un nivel adecuado de fertilidad en el suelo con vistas a disminuir el deterioro del pastizal.

1.3. Algunos factores relacionados con el momento de comenzar la explotación del pasto

El pastoreo involucra el manejo y la relación suelo-planta-animal con vistas a obtener un objetivo determinado; no obstante, esta actividad se complica porque incluye», principios ecológicos, económicos y del manejo animal (Valentine, 1990).

Para todas las actividades del manejo estos principios incluyen consideraciones tales como: el crecimiento, el vigor y los requerimientos de las plantas, así como los efectos de la defoliación, los cuales están vinculados a las fluctuaciones estacionales; además se relacionan con el comportamiento del animal, el nivel y el consumo de los alimentos, la palatabilidad, la carga óptima y la distribución del pastoreo, entre otros. Sin embargo, su aplicación cultural puede variar considerablemente dependencia del tipo de pastoreo, los objetivos del manejo y las implicaciones económicas.

1.3.1 Defoliación y morfología de las plantas

Existe una relación entre la frecuencia y la altura de defoliación, por lo que el período de recuperación entre cortes es un actor a considerar en cualquier comparación entre ellas en el pastizal (Nojima, Oizumi y Takasaki, 1985).

La defoliación frecuente generalmente induce un hábito de crecimiento más postrado y puede cambiar grandemente la estructura del pastizal y la composición botánica; también retarda el crecimiento de las raíces en longitud y, por lo tanto, reduce el peso de ellas en la capa más profunda, comparado con el peso en las capas superficiales del suelo, por lo que mientras más trementes sean los tratamientos de defoliación, será mayor la concentración de raíces en las capas superficiales del suelo (Bryan, 1970), lo que permitirá el arranque de las plantas. La defoliación afecta también la capacidad de reproducción vegetativa de las praderas a través de su efecto sobre el macollamiento y la producción de estolones y rizomas. Estos efectos de la defoliación van a ser variables en función de la remoción del tejido vegetal, si esta incluye o no los puntos de crecimiento o meristemas terminales (Novoa, 1984). Por ello, la respuesta de las plantas a la defoliación no es simple y está relacionada con el estado de desarrollo en que estas se encuentran y con la interacción entre el suministro de la fotosíntesis y la dominancia apical.

Machado (1995) indicó que con frecuencias más cortas se orinó un estímulo beneficioso sobre el retoñamiento, lo cual se debe patentizar siempre que la defoliación producida por el animal no dañe los puntos de crecimiento para el siguiente rebrote.

Nojima et al. (1985) argumentaron que generalmente el rebrote después del corte depende del abastecimiento de las reservas que se encuentran en los rastrojos y las raíces.

Por otra parte, también se considera que las plantas forrajeras difieren considerablemente con relación a su habilidad para recobrase del pastoreo, pues el rebrote está determinado por el rea foliar remanente y el contenido de carbohidratos estructurales, además de condiciones favorables que permitan una regularidad determinada del crecimiento de los retoños. Al respecto Yougner (1972) planteó que los rebrotes son más reducidos cuando existe una baja intensidad de la luz.

I.3.2 Efecto del pastoreo al iniciar la explotación

El éxito de un pastizal no solo se logra con una buena siembra, sino que es indispensable un adecuado manejo durante el período de establecimiento.

El estado de desarrollo de la planta cuando se inicia la explotación del pastizal es de mucha importancia en la dirección en que evoluciona la composición botánica. Hasta el momento no hay una regla fija para comenzar la explotación de un área y generalmente se acepta que cuando el pastizal haya cubierto el 75 % del área se puede comenzar su explotación (Paretas y García-Vila, 1992), porcentaje que coincide con el informado por Corbea y Fernández (1987) para considerar establecido el pasto.

En relación con este aspecto, Kunelius y McRae (1986) observaron que con un corte tardío se reducía el área cubierta por el pasto del 92 al 73 %, lo cual se atribuyó a una competencia entre las mismas plantas. Esta competencia se atenúa mediante suministros adecuados de nutrientes; bajo condiciones de mayor suministro de elementos nutritivos, las especies introducidas son capaces de alcanzar una mejor composición botánica.

Hirakawa, Okubo y Kayama (1985) encontraron que el manejo causó la muerte de la planta, una reducción de las hojas y una disminución del peso de los estolones; mientras que la aplicación de N fue efectiva al compensar el efecto negativo encontrado. Además, los cambios de la estructura poblacional que se producen durante el pastoreo con bajo por ciento de pasto, probablemente afectarán la población futura y finalmente la población adulta (Sawada, Takahashi y Tsuda, 1985).

Por lo tanto, la supervivencia de los componentes de la pastura depende tanto de la longevidad de las plantas originales, como de su habilidad para reproducirse bajo un sistema de explotación determinado.

Machado (1980) planteó que los pastos estoloníferos con más si 50 % del área cubierta por ellos tienen mayores posibilidades de aumentar su área poblacional. A partir de este 50 % la velocidad de crecimiento de los estolones y los rebrotes se hace más estable.

Varios autores han informado que el pastoreo inicial en la época de crecimiento puede estimular las yemas laterales, permitiendo a la planta un mayor sitio de crecimiento (Gildersleeve, Ocumpaugh, Quesenberry y Moore, 1987). Los efectos inmediatos del pastoreo sobre la planta pueden ser perjudiciales si reducen el vigor de esta o causan su muerte, beneficiosos si incrementan la tasa de crecimiento o también puede que no se presenten efectos aparentes.

Por otro lado, el pastoreo fuerte en el momento en que la especie está en crecimiento activo, tiende a ponerla en desventaja relativa con las especies acompañantes (Cooper y Morris, 1983). No obstante, cuando el manejo produce una alta formación de retoños y una estable cubierta floral, limitará la aparición de plantas invasoras (Hodgson, 1990).

I.3.3 Interacción de la defoliación con los factores ambientales

Los factores ambientales pueden interactuar con los factores de la defoliación, intensificando o disminuyendo su efecto.

Los puntos de crecimiento pueden ser destruidos y el rebrote perjudicado o atrasado, por lo cual disminuye la producción a corto y largo plazo.

Los efectos del estrés cambian en relación con las condiciones de su severidad. En intensidades bajas puede funcionar como edificador de la competencia y en condiciones de alta intensidad es capaz de producir un impacto directo sobre la composición de las especies. Este impacto provoca la eliminación o el debilita-lento de las especies de alta habilidad competitiva y la selección de las de baja habilidad. Así Oosterheld y McNaughton (1991) plantearon que las plantas bajo corte e inundación tuvieron una baja tasa de crecimiento y crecieron más erectas; estos autores observaron que la especie con mayor tolerancia a la inundación (*Echinochloa*) creció más erecta y por tanto fue menos resistente al pastoreo que otras especies más sensibles.

Por ejemplo, en la *B. purpurascens* las afectaciones por encharcamiento limitaron la utilización del pasto en toda el área y en los cuartones pastoreados el efecto de la carga empleada fue más marcado y contribuyó al descenso de la disponibilidad y la persistencia (Milera, Remy, Martínez y Hernández, 1994). Estos autores atenuaron ese efecto disminuyendo la carga de 2,0 a 1,5 animales/ha. Bajo condiciones de encharcamiento la flexibilidad en el manejo y la reducción de la carga contribuyeron a detener la disminución de la persistencia.

En áreas de alta humedad, Vallentine (1990) encontró menos daños cuando el pastoreo comenzó a mediados del verano, pues en estos meses es más bajo el contenido de humedad en el suelo.

Edmond (1970) planteó que los mayores efectos que se produjeron por el pisoteo ocurrieron en los suelos muy húmedos y concluyó que con cargas bajas (menos de 2 vacas/ha) este efecto se atenúa.

CAPITULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

II.1 Características del área experimental

Los experimentos se realizaron en un suelo Ferralítico Amarillento gleyzoso (Academia de Ciencias de Cuba, 1979), en el lote Galeón de la Empresa Pecuaria Aguada. Esta se encuentra en la provincia de Cienfuegos, limitada por el este con las empresas Rodas y Abreu, por el oeste con el municipio de Calimete, por el norte con el municipio Los Arabos y por el sur con la Ciénaga de Zapata.

II.2 El suelo del área experimental

El suelo sobre el que se realizó el estudio se caracteriza por presentar un drenaje deficiente (superficial e interno), lo que motiva encharcamiento en los períodos lluviosos; no obstante, en 33 períodos secos, debido a su baja capacidad de retención hídrica, el suelo es muy secante.

Se desarrolla en topografía llana, cercano a la zona costera; es típicamente arcilloso, de color amarillento, aunque muestra anchas de color gris azulado en los primeros horizontes, debido al estancamiento del agua superficial. Este presenta compactación definida en el perfil, lo que limita el movimiento del aire y el agua, así como el desarrollo radical.

Las características químicas más sobresalientes de este suelo en el área experimental se reflejan en la tabla II.1.

Tabla II.1. Composición química del suelo en el área experimental.

Indicador	Contenido	Método
pH (H ₂ O)	7,40	Potenciométrico
pH (HCl)	6,70	Potenciométrico
MO (%)	3,70	Walkley-Black
P ₂ O ₅ (mg/100)	7,83	Oniani
K ₂ O (mg/100)	88,75	Oniani
Ca++(meq/100)	16,55	Maslova
Mg++(meq/100)	3,25	Maslova
Na+ (meq/100)	0,17	Maslova
K+ (meq/100)	1,23	Maslova
CCC (meq/100)	19,65	Maslova

De acuerdo con estos indicadores, puede considerarse como un suelo de baja fertilidad, con pH neutro y bajo contenido de fósforo.

II.3 Descripción de la especie

El género *Brachiaria* se encuentra ampliamente distribuido en las sabanas y en los bosques desbrozados de los trópicos de América del Sur (Grof, Andrade, Franca-Dantas y Souza, 1989) y se ha evaluado como material promisorio en los bosques húmedos tropicales de Costa Rica, representativos de América Central y de las Islas del Caribe. Ello se debe a la alta capacidad de adaptación que posee en regiones donde existen serias limitaciones en los suelos o pocas posibilidades de utilización de altos insumos, condiciones en las que es capaz de manifestar una adecuada velocidad de rebrote, mantener buena composición botánica y proporcionar una aceptable producción animal.

Brachiaria mutica (Forsk) Stapf, actualmente *Brachiaria purpurascens*, según Seiffert (1984) es una especie semirobusta, cespitosa, geniculada, con tallos semidecumbentes y rastreros. Posee abundante enraizamiento en los nudos inferiores (Roche, Menéndez y Hernández, 1990). Es perenne, presenta tallos o estolones huecos, prolíferos y glabros (Anón, 1987); su talla vegetativa fluctúa entre los 40 y 80 cm de altura, mientras que los estolones alcanzan entre 2 y 6 m. Los limbos, de 15 a 30 cm de longitud y de 10 a 25 mm de ancho, son de textura más o menos suave y presentan abundantes vellos en la haz y en el envés ruando son jóvenes. En su base se observa una tonalidad morada, mientras que las aurículas son de color verde-amarillento. Los bordes del limbo son lisos con una tonalidad violácea marcada, sobre todo en las hojas más viejas. El tallo, lampiño, es de color verdoso, aunque presenta tonalidades violáceas cerca de los nudos. Los entrenudos son más o menos cortos a través del tallo, de 5-15 cm de longitud. Los nudos muestran abundantes pelos largos y blancos, cuya base de inserción es de tonalidad rojizo-violácea. Las vainas foliares, más largas que los entrenudos, presentan abundantes cantidades de pelos blancos. La lígula es embranosa y termina en pelos blancos.

La inflorescencia es una panícula ramificada de 15-30 cm de longitud, que presenta alrededor de 13 a 15 raquis. Las espículas, en disposición indefinida, tienen de 3 a 3,5 mm de longitud, cuyas glumas alcanzan la cuarta parte de la misma.

B. purpurascens es nativa de África y América tropical, es el pasto característico de suelos bajos y en ocasiones anegados (Machado, Martínez, Pérez y Valdés, 1984; Hernández, Ramírez, Lagunes y Vega, 1993). Esta especie es poco resistente a la sequía (ICA, 1970) y su crecimiento es pobre en el período seco; por lo general, se ha señalado que esta planta requiere buenas adiciones de humedad (Humphreys, 1987).

Iglesias, Milera, Remy, Martínez y Hernández (1990), al aplicar una fertilización a razón de 70 kg de N/ha/año, lograron mantener una persistencia del 92 % como promedio.

En estudios comparativos con otras gramíneas, al utilizar frecuencias de corte de 6 y 7 semanas con alturas de 10-15 cm para las épocas lluviosa y poco lluviosa respectivamente. Machado Rodríguez (1978) obtuvieron buenos resultados en *B. purpurascens*, la cual produjo rendimientos aceptables, aunque con un notable desbalance en la época de seca.

El empleo de 4 animales/ha (hembras en crecimiento y 100 kg e N/ha/año) permitieron alcanzar altas ganancias de peso vivo sin deterioro del pastizal (Anon, 1989).

En condiciones experimentales esta especie fue la de mejor comportamiento en la producción de leche cuando se evaluó comparativamente con los cultivares de *P. maximum* sin utilizar riego, con una carga de 3 vacas/ha y 100 kg de N/ha/año durante 2 años (Lamela y Ruz, 1990).

II.4 Procedimiento experimental

Esta tesis fue elaborada con tres experimentos de 2 años de duración cada uno, dos de ellos referidos a la agrotecnia y el otro al manejo inicial.

Los estudios de la agrotecnia se relacionaron con la distancia y la densidad de siembra (experimento No. 1), así como con la fertilización en el establecimiento (experimento No. 2); estos fueron realizados en parcelas experimentales de 6 x 4 m.

El área experimental fue seleccionada lo más uniforme y representativa, de acuerdo con las condiciones en que se desarrolló el trabajo; se hizo una preparación convencional del suelo, empleando el arado de disco en la rotura y el cruce, que alternaron con la grada mediana y ligera.

El pasto fue sembrado a vuelta de arado en el mes de julio con estolones de 90 días de edad.

Para el estudio del momento de iniciar la explotación (experimento No. 3) se tuvieron en cuenta los datos obtenidos en el establecimiento del pasto; la siembra se realizó en agosto de 1988.

El área experimental se cercó con cerca fija y se dividió en cartones de 300 m², con el fin de estudiar cuatro rangos porcentuales de área cubierta para iniciar el pastoreo; los animales entraban a cada cuartón en la medida que se iban alcanzando los por cientos de área cubierta.

Todos los experimentos se condujeron bajo condiciones de secano.

II.4.1 Corte y fertilización

Para los experimentos No. 1 y No. 2 el corte de establecimiento se realizó cuando el pasto alcanzó entre 70-75 % de área cubierta, lo que ocurrió a los 120 días después de la siembra. El pasto fue cortado con una motosegadora autopropulsada de sable frontal; se efectuaron posteriormente dos cortes cada 60 días.

No se realizaron labores de limpieza y el área no recibió fertilizantes en el establecimiento. Después del primer corte se aplicó 60 kg de N/ha/corte (experimento No. 1); el pasto fue cortado a 15 cm del suelo.

En el experimento No. 2 el fósforo se aplicó en la siembra y el nitrógeno y el potasio a los 70 días posteriores.

II.4.2 Mediciones y análisis estadístico

La altura de la planta se midió con una regla graduada en centímetros, en cinco puntos al azar de cada parcela.

La composición botánica se determinó por el método de las cuadrículas al inicio del experimento y en cada período, utilizando un marco de 1 m dividido en decímetros cuadrados.

Para determinar la disponibilidad del pasto se empleó el todo del disco con un plato de 0,07 m² que ejerció una presión sobre el pasto de 5,5 kg/m² (Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández, 1990).

Se efectuó análisis de varianza para el rendimiento de materia seca y el resto de los indicadores. La comparación entre las medias se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955); todos los valores en por ciento fueron transformados según $\text{sen}^{-1} \%$.

II.4.3 Análisis químico del suelo

-Contenido de MO. Por el método de Walkley-Black (citado por Jackson, 1958)

-pH por potenciometría, relación 1:2,5

-Contenido de fósforo asimilable. Por el método de Oniani (1964)

-Cationes cambiables. Extracción con acetato de amonio 1 N a pH 7 (método de Maslova, citado por Dinchev, 1972)

CAPITULO III. ASPECTOS DE LA AGROTECNIA DE *B. PURPURASCENS*

El establecimiento constituye una de las inversiones más costosas dentro del sistema de explotación de los pastos, lo que indica la importancia que tiene cada método fitotécnico y su correcta utilización.

Entre los factores más importantes a tomar en consideración para alcanzar un buen establecimiento se encuentra la distancia y la densidad de siembra, máxime en las especies que se propagan por vía vegetativa, debido a altos costos de este tipo de material.

Teniendo en cuenta la necesidad de establecer rápida y eficientemente las áreas de *B. purpurascens*, especie que se reproduce fundamentalmente mediante propágulos, se trazaron los siguientes objetivos:

1. Determinar la densidad y la distancia de plantación adecuadas para esta especie.
2. Conocer la necesidad o no de aplicar NPK en su establecimiento.

III.1 Efecto de la distancia y la densidad de plantación en el establecimiento de *B. purpurascens*

Materiales y Métodos

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y cuatro réplicas. Los tratamientos fueron las distancias 0,60; 90 y 1,20 m y las densidades 1,0; 1,5; 2,0 y 2,5 t de material vegetativo por hectárea.

Resultados

En la tabla III.1 se presentan los resultados obtenidos en el rendimiento de MS (t/ha) en el corte de establecimiento.

Tabla III.1. Rendimiento de la brachiaria en el corte de establecimiento (t de MS/ha).

Distancia de siembra (m)	Densidad (t/ha)					ES±
	1,0	1,5	2,0	2,5	x	
0,60	1,35	1,83	1,57	1,74	1,6 ^a	0,18*
0,90	0,84	0,86	0,83	0,87	0,85 ^b	
1,20	0,80	0,84	1,00	1,10	0,94 ^b	
X	1,00	1,18	1,13	1,24		
ES±	0,20				ES± Int. 0,3	

a,b Medias con superíndices no comunes difieren a $P<0,05$ (Duncan, 1955)

* $P<0,05$

Se destacó la ausencia de diferencia significativa entre las densidades de plantación en su interacción con las distancias de siembra. Por otra parte, fueron significativas las diferencias ($P<0,05$) entre la menor distancia y el resto de las estudiadas.

Con respecto al área cubierta por el pasto y por la vegetación espontánea, no se encontró interacción entre estos factores.

El área cubierta por *B. purpurascens* está representada en la tabla III.2 y fue de 72,8 % a los 120 días después de la siembra a la distancia de 0,60 m, que difirió ($P<0,05$) del resto de los tratamientos, los cuales no alcanzaron el 50 %.

En igual período la invasión de la vegetación espontánea (tabla III.3) fue superior en las distancias de plantación más espaciadas (49,4 y 43,2 %), las que difirieron significativamente ($P<0,01$) de la de 0,60 m, que solo tuvo un 19,6 % de área cubierta por otras especies.

En la figura III.1 se indica el rendimiento de MS; se puso de manifiesto que en los dos primeros cortes se mantuvieron las diferencias ($P<0,05$) para la menor distancia con respecto a las distancias mayores. En el tercer corte (240 días después de la siembra) no se encontró diferencia entre los valores del rendimiento para las distancias.

Tabla III. 2. Área cubierta por el pasto cultivado en el corte de establecimiento (%).

Densidad (t/ha)	Distancia (m)			X	ES±
	0,60	0,90	1,20		
1,0	50,2 (60)	42,0 (45)	43,2 (47,9)	45,1 (50,9)	5,4
1,5	62,6 (77,2)	42,4 (45,5)	40,7 (43,0)	48,5 (55,0)	
2,0	58,6 (70,5)	39,0 (40,4)	54,5 (45,8)	50,7 (52,2)	
2,5	47,6 (83,7)	38,2 (40)	41,4 (44)	42,4 (55,9)	
x	54,7 ^a (72,8)	40,4 ^b (42,7)	44,9 ^b (45,1)		
ES±	4,6*			ES± Int. 9,3	

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a $P<0,05$ (Duncan, 1955)

Datos transformados según $\text{Sen}^{-1} \sqrt{\%}$.

() Datos originales

* $P<0,05$

Tabla III. 3 Área cubierta por la vegetación espontánea en el corte de establecimiento (%).

Densidad (t/ha)	Distancia (m)			X	ES±
	0,60	0,90	1,20		
1,0	31,1 (28,5)	42,8 (47,7)	41,2 (43,6)	38,3 (39,9)	2,9
1,5	21,5 (15,1)	45,2 (53,6)	41,1 (43,5)	35,9 (37,4)	
2,0	26,5 (23,1)	43,0 (50,4)	30,0 (36,1)	33,1 (36,5)	
2,5	18,9 (12,0)	41,2 (46,1)	44,2 (49,9)	34,5 (36)	
x	24,2 ^b (19,6)	43,0 ^a (49,4)	39,1 ^a (43,2)	35,4 (37,4)	
ES±		3,7*		ES± Int. 8,6	

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a $P<0,05$ (Duncan, 1955)

Datos transformados según $\text{Sen}^{-1} \sqrt{\%}$

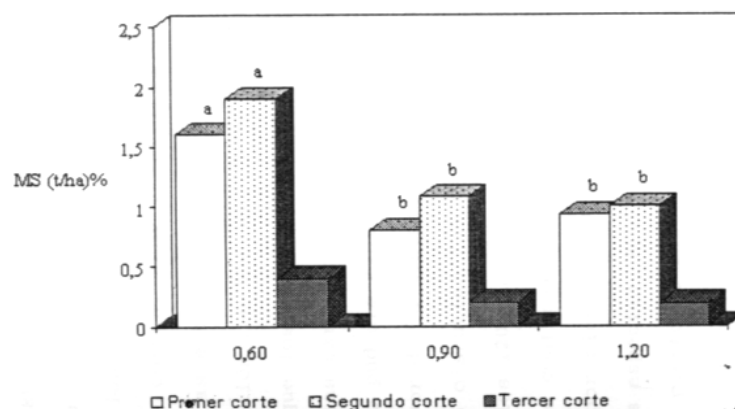
() Datos originales

* $P<0,05$

Discusión

La distancia y la densidad de siembra son indicadores variables que están asociados con la fertilidad, la preparación del suelo y la agresividad de las especies, lo que hace que los resultados sean diferentes (Remy, 1982; Reyes, Hernández, Mesa y Rodríguez, 1993); se han informado en algunos casos incrementos en el rendimiento al aumentar la población (Ordóñez, Reyes y Santhirasegaran, 1985) y en otros casos disminuciones. Sin embargo, la ausencia de diferencias en el rendimiento al utilizar aferentes distancias y densidades de siembra o plantación ha sido informada por Corbea, Remy y Martínez (1982) y Corbea y Fernández (1989), aspectos que concuerdan con los resultados encontrados en relación con las densidades estudiadas.

Es de destacar que los efectos de estos factores pueden estar influenciados por las características del suelo y la agresividad de la especie. Ello pudiera explicar las diferencias encontradas (tabla III.2) a favor de la distancia 0,60 m. No menos importante en relación con lo discutido fue el por ciento de pastos en la distancia menor a los 120 días (tabla III.3).



a,b Superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

Fig. III.1. Efecto de la distancia en el rendimiento de *B. purpurascens*.

Estos resultados confirman la dependencia existente entre el rendimiento y el por ciento de área cubierta, la cual ha sido encontrada en otras especies (Ayala, Sistachs y Tuero, 1987).

El más alto por ciento de pasto cultivado en la menor distancia (tabla III. 3) estuvo relacionado con un mayor número de plantas, lo que permitió una cobertura más rápida y un mejor aprovechamiento de la humedad del suelo. Estos resultados coinciden con los de otros autores que observaron que las distancias menos espaciadas pueden ser aconsejables en terrenos de escasa fertilidad y alta invasión de plantas indeseables (Remy, 1982), donde el pobre desarrollo de la planta puede ser compensado por un mayor número de estas. Así, en las distancias mayores la invasión por la vegetación espontánea fue considerablemente alta a los 120 días, lo que pudiera estar asociado a la posibilidad del desarrollo de la maleza cuando el área no es ocupada por la especie cultivada y no encuentra resistencia competitiva que se lo impida, sobre todo cuando la única posibilidad de control depende de la agresividad de la especie cultivada; esta situación se agudiza en suelos muy trabajados, donde la infestación por semillas de malas hierbas puede ser del orden de las 18 900/m² Yepes, 1975).

Otro aspecto que pudo influir en el alto por ciento de malezas fue que durante el período de inundación de este suelo, solo se observó un crecimiento erecto en las plantas de *B. purpurascens*, lo que afectó momentáneamente el crecimiento lateral de los estolones y se desarrollaron especies mejor adaptadas; ello posiblemente impidió el establecimiento homogéneo del pasto, aun en las distancias menos espaciadas.

La capacidad de las plantas para ocupar el área disponible ha-sido observada cuando se han utilizado diferentes distancias y densidades de siembra (Corbea y Fernández, 1985).

De esta forma, las plantas sembradas más espaciadamente han tendido a emitir un mayor número de brotes, con lo que logran equilibrar el número de plantas por área; así Serrano y Jaquinet (1983), al utilizar distancias de 0,50 y 1,0 m entre hileras en trabajos con especies de propagación vegetativa, encontraron que entre los 200 y 240 días las diferencias en el comportamiento del pasto habían desaparecido.

El aumento del rendimiento en el segundo corte en relación con el primero (fig. III.1) para cualquiera de las distancias utilizadas, pudiera estar relacionado con el mayor porcentaje de *B. purpurascens* después del corte de establecimiento, ya que este pudo actuar como regulador y a la vez como catalizador de la producción de hijos y demás componentes del pastizal. Sin embargo, en el tercer corte no existió diferenciación en cuanto al rendimiento para ninguna de las distancias, lo que confirma que los efectos de estas y de las densidades de plantación que ocurren en la etapa de establecimiento, desaparecen cuando las especies se someten a explotación.

Ello coincide, para el caso particular de *B. purpurascens*, con los resultados hallados por Reyes, Hernández, Mesa y Rodríguez (1991) cuando estudiaron los efectos de la distancia y la densidad de siembra en otro tipo de suelo, así como por Padilla, Gómez y Febles (1984) y Corbea y Fernández (1989) al trabajar con plantas estoloníferas. Tal respuesta puede explicarse por la autorregulación de las especies, que tienden a ocupar toda el área disponible con mayor emisión de hijos y crecimiento en altura y grosor del tallo, lo que proporciona un mayor desarrollo de las plantas individuales.

Se puede plantear que la población óptima es aquella que permite alcanzar rápidamente la cobertura del suelo, con el mínimo de insumos.

III.2 Efecto de la fertilización en el establecimiento de *B. purpurascens*

Materiales y Métodos

Se empleó un diseño de bloques al azar y cuatro réplicas para estudiar los tratamientos siguientes: Control (sin fertilizar), N, P, K, NP, NK, PK y NPK. Las dosis empleadas fueron de 50 kg de N, 50 kg de P_2O_5 y 50 kg de K_2O /ha y las fuentes consistieron en urea, superfosfato sencillo y cloruro de potasio, respectivamente.

Resultados

Al efectuar el corte de establecimiento no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento y la altura del pastizal (fig. III. 2) y los valores fluctuaron entre 4 y 4,9 t de MS/ha y 79 y 88 cm respectivamente.

En el porcentaje de área cubierta por el pasto y la vegetación espontánea tampoco se encontraron diferencias significativas (tabla III.4) y como se puede apreciar el área cubierta por la *B. purpurascens* fue alta en todos los tratamientos, e incluso donde no se aplicó fertilizante llegó a cubrir el 97 %. La invasión por otras especies fue baja y el mayor valor se alcanzó cuando se aplicó N.

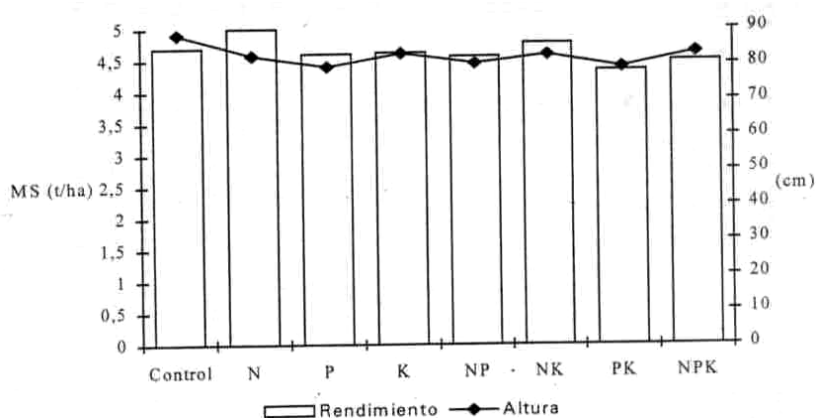


Fig. III.2. Rendimiento de MS y altura en *B. purpurascens*. Corte de establecimiento.

Tabla III.4 Área cubierta en el corte de establecimiento (%).

Tratamientos	Brachiaria		Vegetación espontánea	
Control	81,9	(97,2)	7,8	(2,6)
N	74,6	(87,8)	18,3	(11,0)
P	72,9	(91,3)	16,8	(8,4)
K	73,5	(90,1)	16,5	(9,9)
NP	76,0	(93,3)	13,6	(6,5)
NK	76,4	(93,6)	13,7	(6,1)
PK	80,1	(97,0)	9,8	(3,0)
NPK	74,9	(90,1)	12,0	(5,8)
ES±	3,8		5,3	

Valores originales Datos transformados según $Sen^{-1} / \%$

La diferencia entre 100 y brachiaria + vegetación es igual a la despoblación

Discusión

La fertilización con N, P y K desempeña un papel fundamental en la obtención de altos rendimientos en todos los cultivos agrícolas por su papel directo en el metabolismo celular, ya que estos nutrientes participan en la síntesis de proteínas, grasa y almidón (Mesa, Hernández. Reyes y Ávila, 1989).

Por lo tanto, el crecimiento de las plantas requiere, entre otros factores nutricionales, de un flujo continuo de iones inorgánicos del medio donde se desarrolla el sistema radical hacia las células y las raíces, para así ser traslocados hacia los diferentes sitios y posteriormente ser metabolizados (Devlin, 1975).

Es por ello que los elementos minerales presentes en el suelo son de gran importancia para el fisiologismo vegetal, indispensables para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos, siempre y cuando estén en concentraciones adecuadas. Además del suelo hay que tener en cuenta la planta, ya que las especies, variedades y cultivares responden de manera distinta a las aplicaciones de fertilizantes (Arriojas, 1992).

La ausencia de respuesta de la brachiaria a la fertilización en el establecimiento pudo estar relacionada con sus niveles críticos de N, P y K, ya que según plantearon Mesa et al. (1989) el nivel de N resultó ligeramente más bajo que el hallado en la guinea SIH-127, el buffel cv. Biloela y la bermuda cruzada-1; el potasio fue más alto que el informado para esta última especie. Los autores antes mencionados consideran que los niveles críticos de esta planta son bajos y la recomiendan para suelos de mediana abaja fertilidad.

Como se conoce, el N es un factor importante en la producción forrajera (Remy y Hernández, 1988). Ello puede deberse, entre otros aspectos, a su efecto en los diferentes procesos fisiológicos y morfológicos, tales como la estimulación y la producción de hijos, el incremento del área foliar y la longitud de los tallos.

Así Silva, Lastra y Granados (1988) lograron reducir a 120 días el tiempo de establecimiento del pasto *Hemarthria altissima* cv. Bigalta cuando aplicaron nitrógeno en el establecimiento.

En el presente estudio los bajos requerimientos de la brachiaria, unidos a la fertilidad del suelo en que se desarrolló, la cual puede considerarse baja, permitieron un buen sellaje del pasto, sin necesidad de la aplicación de N, lo que se corrobora con el porcentaje de área cubierta por la brachiaria en el corte de establecimiento, que estuvo por encima del 75 % en los tratamientos donde no se fertilizó con N, valor prefijado como bueno en otras estoloníferas para considerar el pasto establecido (Corbea y Fernández, 1987). Además el control, que no recibió ningún tipo de fertilizante, logró alcanzar un 97 % de área cubierta.

Es posible que el contenido de MO de este suelo (3,70 %) haya sido suficiente para el desarrollo inicial de la brachiaria, ya que Hernández, Bustos y Zamudio (1995) plantearon que en un suelo con un buen nivel orgánico, el uso del fertilizante mineral resulta poco recomendable. En este sentido, Kreil y Baath (1977) informaron que esto último dependía de si el nitrógeno que se mineralizaba durante la preparación del suelo era suficiente para un suministro óptimo en la fase de establecimiento, además de tener en cuenta el potencial de la especie predominante.

Uno de los elementos más limitantes en los suelos tropicales y en Cuba es el P (Mesa y Hernández, 1989), ya que generalmente se encuentra en concentraciones mínimas y/o fijado a la parte coloidal del suelo. Sin embargo, en el suelo objeto de estudio el contenido de P (7,83 mg de P_2O_5 /100 g de suelo) parece ser adecuado para el desarrollo de la *B. purpurascens* en la fase de establecimiento.

Resultados similares obtuvieron Hernández, Reyes, Mesa y Cárdenas (1992) al evaluar esta misma especie en un suelo Oscuro Plástico no gleyzado con un menor nivel de P en el suelo, lo cual reafirma que esta planta requiere bajos insumos para su establecimiento.

La aparición de plantas indeseables no constituyó un problema para el establecimiento del pasto, pues solo llegó a cubrir un 6,6 % (media de todos los tratamientos); ello reafirma que la *B. purpurascens* es capaz de competir y establecerse satisfactoriamente en suelos bajos, como se ha informado por Gutiérrez, Paretas, Suárez, Cordoví, Pazos y Alfonso (1990) y Roche, Menéndez y Hernández (1990).

Al analizar el rendimiento obtenido en el corte de establecimiento, el mismo puede considerarse satisfactorio, ya que en el control se produjeron 4,6 t de MS/ha bajo condiciones de secano, valor que supera al informado para el pasto estrella en un suelo Ferralítico Rojo (Corbea, 1988).

Los resultados discutidos demuestran la posibilidad de establecer áreas con pastizales de brachiaria en condiciones similares a las aquí planteadas sin necesidad de aplicar fertilizantes, lo cual cobra un interés mayor en los momentos actuales en que estos son escasos, además de costosos, y que el país necesita de alternativas de bajos insumos que le permitan desarrollar la ganadería. La extensión de este pasto en las áreas que presentan problemas de excesiva humedad pudiera ser una solución, por las características de adaptación que presenta el mismo en esos suelos y por sus bajos requerimientos nutricionales.

No obstante, para mantener incrementos en la producción de materia seca se hace necesaria la aplicación de nitrógeno, fundamentalmente, lo cual ha sido demostrado en diferentes investigaciones (Hernández y Cárdenas, 1983, 1984; Herrera y Hernández, 1985). Además, Gutiérrez et al. (1990) señalaron la importancia del N para prolongar la vida útil de las especies y encontraron que el porcentaje de área cubierta por la brachiaria a los 2 años de explotación fue mayor cuando se aplicó N (36 % sin N y 79 % con 200 kg de N/ha/año).

De ello se deduce la necesidad de estudiar fuentes alternativas de fertilizantes con vistas al mantenimiento de las áreas.

CAPÍTULO IV. MOMENTO DE COMENZAR LA EXPLOTACIÓN

La producción de pastos y el desarrollo animal están relacionados con una serie de características del pastizal, las cuales en equilibrio definen su estado y están sujetas a variaciones con relación a las condiciones edafoclimáticas y genéticas de las plantas. El pastoreo durante la época de establecimiento puede ser perjudicial para las plántulas a causa del pisoteo y arranque del pasto; también el pastoreo temprano puede eliminar especies de crecimiento más rápido y de poco interés en el pastizal.

Por lo anteriormente planteado, es esencial tener cuidado en el manejo, de los pastos después de la siembra.

El objetivo de este estudio fue determinar el momento de comenzar la explotación del pastizal.

Materiales y Métodos

Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, representados por cuarteles de 300 m² cada uno, con el objetivo de estudiar cuatro rangos porcentuales de área cubierta para propiciar el pastoreo.

Los tratamientos fueron: A) 40-45 % de pasto, B) 50-55 %, 60-65 % y D) 70-75 %.

Se utilizó una carga de 2,6 y 3,2 UGM/ha en los períodos poco lluvioso y lluvioso respectivamente, lo que representó 3 añejas 130 kg de peso vivo, en un sistema de pastoreo simulado donde animales permanecieron en el cuartón entre 3 y 4 días en lluvia y seca respectivamente, con un tiempo de reposo de 21 y 35 días. No se aplicó fertilizante después de cada rotación.

Resultados

En la figura IV.1 se indica que hubo un efecto creciente en el porcentaje de *B. purpurascens* en todos los tratamientos en las primeras rotaciones; los tratamientos de mayor variación fueron el A y el D, los cuales aumentaron en 5,1 y 7 % respectivamente. Sin embargo, a partir de la quinta rotación se observó una declinación de *B. purpurascens* en los tratamientos A y B, una gradual declinación en C y un moderado cambio en D, el cual disminuyó drásticamente en un 19 % a partir de la séptima rotación en comparación con la primera, aunque sin bajar del 60 % de área cubierta por la brachiaria. En igual período la dinámica en el porcentaje de otros pastos (fig. IV.2) tuvo tendencia a disminuir en todos los tratamientos, para aumentar posteriormente a partir de la sexta rotación; las mayores variaciones se obtuvieron en C y D.

En la tabla IV.1 se observan los resultados del área cubierta por el pasto cultivado durante el pastoreo. El comportamiento de *B. purpurascens* en el período poco lluvioso fue semejante al alcanzado al inicio, pero con valores mayores para el tratamiento D, que difirió significativamente ($P<0,01$) de los demás; mientras que el menor valor (54,4 %) fue para A y B. Al inicio del período lluvioso se observó una caída en el área cubierta por el pasto cultivado para todos los tratamientos y se encontró diferencia ($P<0,01$) para el tratamiento D, con valores de 76 %. Al final del período experimental el área cubierta por el pasto fue mayor para el tratamiento D, el cual difirió ($P<0,01$) con respecto a los demás.

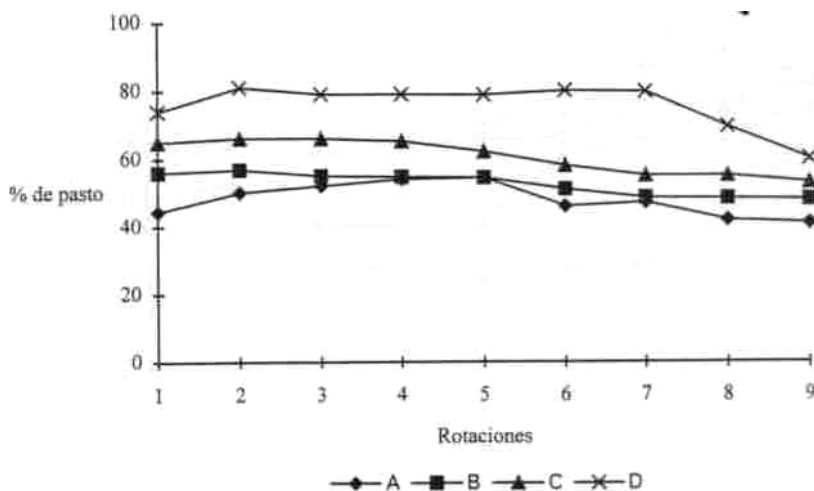


Fig. IV.1. Dinámica del comportamiento del pasto.

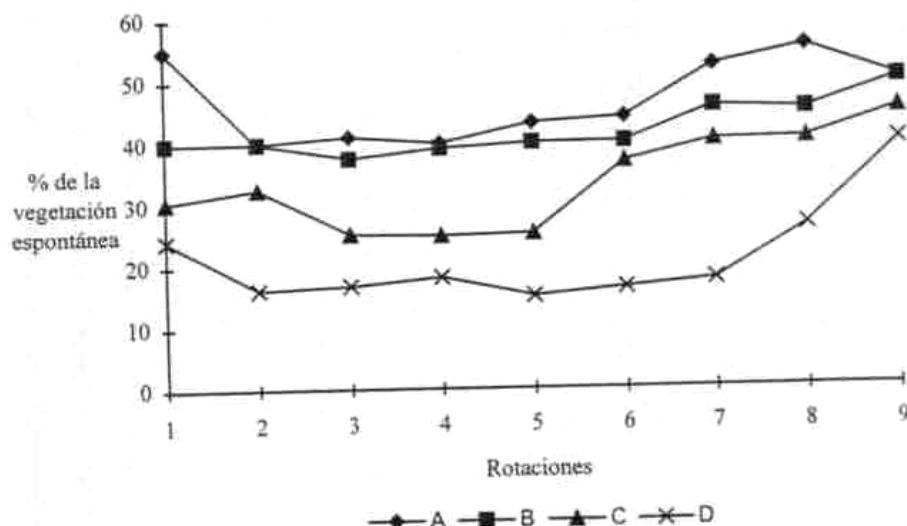


Fig. IV.2. Dinámica del comportamiento de la vegetación espontánea.

Tabla IV.1. Fluctuaciones del por ciento de pasto en el periodo experimental.

Tratamientos	PPLL		PLL	
	Inicio	Final	Inicio	Final
A	44,4 ^c	54,4 ⁿ	46,0 ^b	41,0 ^c
B	56,0 ^b	54,4 ^b	48,0 ^b	48,0 ^{bc}
C	64,5 ^b	62,0 ^b	51,0 ^b	53,0 ^b
D	74,0 ^a	77,3 ^a	76,0 ^a	60,0 ^a
ES±	1,4 **	3,6**	5,0**	1,3**

a,b,c Medias con diferentes letras difieren significativamente a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

** $P < 0,01$

PPLL Período poco lluvioso

PLL Período lluvioso

La tabla IV.2 indica que cuando se comenzó la explotación de *B. purpurascens*, la mayor disponibilidad de MS fue para el tratamiento D, el cual difirió significativamente ($P < 0,05$) de los demás. En la fase intermedia la disponibilidad fue menor en todos los tratamientos, pero se mantuvo la diferencia significativa a favor de D. Al final del experimento las diferencias entre tratamientos desaparecieron.

Tabla IV.2. Variación de la disponibilidad de *B. purpurascens* (t/ha).

Tratamientos	Inicio	Intermedio	Final
A	1,0 ^b	0,5 ^b	0,8
B	0,9 ^b	0,6 ^b	0,9
C	1,2 ^b	0,6 ^b	0,8
D	1,8 ^a	1,0 ^a	0,8
ES±	0,2*	0,14*	0,1

a,b Medias con diferentes letras difieren significativamente a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

* $P < 0,05$

Discusión

El estado de desarrollo de un pastizal juega un importante papel en la toma de decisiones sobre su explotación. El pastoreo altera la proporción de asimilados en las plantas, así como modifica su morfología

(Novoa, 1984; Sykora, Krogt y Rademakers, 1990; Chapman y Lemaire, 1993); estos a su vez determinan la vulnerabilidad de los puntos de crecimiento a los procesos de defoliación.

Los datos de la figura IV.1 muestran que hubo, en sentido general, un aumento en el por ciento de pasto para todos los tratamientos en las primeras rotaciones, lo que se pudiera atribuir al manejo impuesto; este permitió un alto vigor y agresividad de la especie (fig. IV.2). Ello tiene una mayor importancia cuando se comienza la explotación con los menores rangos porcentuales, si se tiene en consideración que la competencia inicial es por el espacio vital.

Es evidente que cuando se logra un buen balance en los factores del manejo, la producción inicial puede ser estimulada por la presión de pastoreo. No obstante, dicha estimulación no permitió que estos tratamientos alcanzaran valores superiores al 55 % y comenzaron a declinar en las siguientes rotaciones.

El pastoreo puede promover la formación de nuevos rebrotes; sin embargo, también puede reemplazarlos por otras plantas, por lo que si se sometiera el pastizal a un rango de pastoreo porcentual bajo, pudiera devenir una defoliación progresiva debido a la competencia con otras especies; ello se acentúa más en esta especie que no produce semilla fértil, mecanismo muy importante en la propagación natural.

Además esto cobra mayor interés cuando no se aplican fertilizantes; bajo condiciones de mayor suministro de elementos nutritivos, las especies introducidas son capaces de alcanzar mayor vigor de los estolones y los tallos, lo que pudiera explicar el alto por ciento de vegetación indeseable alcanzado (fig. IV.2). Así Hirakawa, Okubo y Kayama (1985) encontraron que el manejo con pastoreos muy frecuentes causó la muerte y la reducción de las hojas y los estolones; mientras que la aplicación de nitrógeno fue efectiva al compensar el efecto negativo encontrado; además, los cambios en la estructura poblacional que se desarrollan durante el pastoreo con bajos por cientos de pasto, probablemente afecten la estructura de la futura población adulta (Sawada, Takahashi y Tsuda, 1985). En relación con este aspecto, techado (1980) encontró un ascenso más marcado en los pastos con más del 50 % de área cubierta. A partir de este momento, la velocidad de crecimiento de los estolones y los rebrotes se hizo BS estable.

En el presente experimento la mayor estabilidad se logró cuando comenzó el pastoreo a partir de un rango de 70-75 % de pasto, lo que se atribuye a una mayor densidad de puntos de crecimiento que hicieron contacto con el suelo, además de que el pastoreo permitió la formación de nuevos rebrotes al remover la cubierta vegetal, lo que pudo propiciar condiciones favorables de luz. Así, Yougner (1972) planteó que los rebrotes son reducidos cuando existe baja intensidad de luz; por otra parte, el pastoreo tardío puede ser dañino, ya que puede afectar la emisión de nuevos rebrotes. En este sentido, Kunelius y McRae (1986) encontraron que con un primer corte tardío se redujo el área cubierta por el pasto de un 92 a 73 %, por lo que la supervivencia de un componente de la pastura depende tanto de la longevidad de las plantas originales, como de la habilidad para formar nuevas plantas bajo un sistema de explotación.

Varios autores han informado que el pastoreo inicial estimula las yemas laterales, permitiéndole a la planta más puntos de crecimiento (Gildersleeve et al., 1987). Por lo tanto, uno de los factores que intervienen en la eficacia del pastizal lo constituye el estado de desarrollo alcanzado por la planta; no obstante, esto va a estar influenciado por la severidad del manejo impuesto y las condiciones edafoclimáticas, las cuales pueden actuar en el decrecimiento de la vida útil del pastizal relacionado con la naturaleza y el estado de desarrollo de la planta, por lo que el mantenimiento de la tasa de crecimiento de esta especie estuvo vinculado con la densidad de puntos de crecimiento antes de comenzar a pastorear.

Así, Anderson (1970) sugirió efectuar un manejo flexible en los primeros estadios de las pasturas y concluyó que los pastoreos pesados y los cortes frecuentes deben ser evitados durante los períodos de estrés.

En lo que se refiere a la disponibilidad de MS (tabla IV.2), quedó evidenciada la vinculación entre esta y la composición botánica (Gerardo y Thompson, 1984), lo que explica los resultados obtenidos con respecto a esta variable. La mayoría de los trabajos que abordan la relación entre la composición botánica y la disponibilidad plantean la contribución negativa de las plantas indeseables a la reducción de esta última (Lámela, Pereira y Silva, 1984), además de que se puede afectar la calidad de los pastos (Blanco, 1991); por ello, un marcado cambio en la composición botánica puede tener efecto en la ganancia y la caída de la reducción animal, aspectos relacionados, fundamentalmente, con las especies predominantes (Jones y Mott, 1980), por lo que el mejoramiento o mantenimiento de una alta y estable composición botánica es fundamental para el desarrollo de un sistema de explotación.

Las variaciones en el hábitat de crecimiento pueden influir en la calidad y la persistencia de las especies en pastoreo (Cooper y Morris, 1983). Como se conoce, *B. purpurascens* se desarrolla en suelos de alta humedad (Anón, 1987; Gutiérrez et al., 1990), lo cual determina la importancia de dicha especie y su dominancia bajo estas condiciones. Sin embargo, los resultados obtenidos a partir de la sexta rotación (fig. IV. 2) y en la época lluviosa (tabla IV.1) indicaron un aumento de la vegetación indeseable y un sustancial cambio en el por ciento de *B. purpurascens* en todos los tratamientos y estuvieron relacionados con una marcada fluctuación estacional, debido a problemas de inundaciones temporales que se presentaron en el período.

Esta gramínea modifica el crecimiento lateral de sus estolones y crece de forma erecta en respuesta al estrés impuesto (Reyes, Hernández, Mesa y Rodríguez, 1991), lo que puso a disposición del pastoreo sus puntos de crecimiento; ello coincide con los resultados informados por Oosterheid y McNaughton (1991), quienes plantearon que las plantas bajo corte e inundación tienen una baja tasa de crecimiento. Ellos observaron además que la especie más tolerante a la inundación (*Echinochloa*) fue más alta y, por lo tanto, menos resistente al pastoreo que la más sensible. Este efecto pudo ser provocado, tal vez, por la rigidez con que se concibió el manejo en el experimento; de ser así, quizás se podría solucionar el problema mediante la flexibilidad en el manejo, como fue demostrado por Milera et al. (1994) al disminuir la carga en un pastoreo de *B. purpurascens*. No obstante, es importante señalar la mayor estabilidad de *B. purpurascens* en todo el período experimental a partir de que se inició el pastoreo con 70-75 % de área cubierta, finalizando con una población de 60 %, lo que corrobora lo planteado por Paretas y García-Vila (1992) en cuanto al comienzo del pastoreo cuando el pastizal tenga 75 % de área cubierta.

Por lo tanto, la estrategia de manejo bajo estas condiciones debe estar encaminada a restablecer el vigor y el crecimiento lateral de las especies; puede plantearse además que el pastoreo inicial no es estático y está en dependencia del rango de crecimiento de las plantas y las condiciones edafoclimáticas, de forma que pueda dársele la utilización necesaria (moderada o alta).

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Los resultados experimentales descritos y discutidos en el capítulo III confirman que la *B. purpurascens* es un pasto de altas posibilidades para ser utilizado en la producción ganadera.

Entre los aspectos más interesantes, resalta el hecho de que esta especie parece ser propicia para zonas de alta humedad y suelos con problemas de fertilidad. Ello ofrece la posibilidad de extenderla a la producción, considerando la buena respuesta lograda en lo que a establecimiento se refiere, lo cual, de hecho, es una garantía de su estabilidad y bajo costo.

El principal objetivo de esta valoración es brindar elementos que permitan determinar, a través del proceso de decisión, la combinación óptima de insumos ante diferentes relaciones de precios.

El fertilizante constituye un insumo importante y de alto costo, por lo que una adecuada decisión en su aplicación puede disminuir los costos. En la tabla 1 se muestra el rendimiento y el costo de los fertilizantes para los diferentes tratamientos; si se considera el N y sus combinaciones, se observa que se obtuvieron rendimientos de 5; 4,5; 4,4 y 4,5 t/ha con respecto al control que alcanzó 4,9 t. Estos rendimientos fueron valorados en (24,46; 35,96; 29,46 y 40,96 respectivamente).

Se evidenció que en el establecimiento no hubo diferencias en los rendimientos alcanzados para ninguno de los tratamientos, por lo que no se justifica económicamente la aplicación de fertilizantes.

Tabla 1. Rendimiento y costo de los fertilizantes en el establecimiento para los diferentes tratamientos.

Dosis de aplicación	Rendimiento (t/ha)	Fertilizante aplicado (kg/ha)	Costo del fertilizante (USD/ha)
Control (sin fertilizar)	4,9	-	-
N	5,0	108,1	24,46
P	4,6	250,0	11,50
K	4,5	83,3	5,00
NK	4,3	108,7 + 83,3	16,50
NP	4,5	250,0 + 108,1	35,96
NK	4,4	108,7 + 83,3	29,46
NPK	4,5	108,7 + 250 + 83,3	40,96

Fuentes:

N - Urea

P - Superfosfato simple

K - Cloruro de Potasio

En la tabla 2 se muestran los resultados de la evaluación de tres variantes de establecimiento: la primera involucra la densidad de 1,5 t de material vegetativo/ha, la segunda 2 t y la tercera 2,5 t en el costo de la plantación, manteniendo los otros indicadores constantes.

Al comparar las variantes, se observó que hubo una reducción promedio de \$13,80/ha para la variante 1; \$8,90 para la variante con respecto a la variante 3; ello permite obtener una disminución de los gastos cuando se utiliza 1,5 t de propágulos/ha.

Tabla 2. Costo de establecimiento de 1 hectárea de Brachiaria.

Indicadores	Variantes de establecimiento		
	1	2	3
	Densidad (t de semilla/ha)		
	1,5t	2t	2,5t
Preparación de tierra	25,48	25,48	25,48
Siembra	37,24	42,14	51,94
Corte de establecimiento	11,91	11,91	11,91
Total	74,63	79,53	88,52
Diferencia	13,8	8,9	-

Diferencias en función de 2,5 t

Otros gastos pueden ser estimados para comparar estas variantes; por ejemplo, la utilización como forraje verde. En la variante 1 se deja de utilizar 1 t de semilla, lo que apeararía \$9,80/ha.

El ahorro por concepto de semillas en las especies estoloníferas es beneficiosa, especialmente por el aporte que ofrecen en la alimentación animal; si se considera que el por sientto de MS de la *B. purpurascens* oscila entre 25 y 30 % y que animal consume entre 12 y 15 kg de MS por este concepto, 1 t fe esta especie permite alimentar entre 15 y 20 vacas/día.

Por otro lado, en estas consideraciones no se debe soslayar la situación económica actual del país y el entorno, que dificultan y encarecen los sistemas de producción que se fundamentan en recursos importados.

En tal caso, lo más adecuado puede ser optar por variantes que los permitan un establecimiento rápido con el mínimo de insumes, lo que determinaría un menor costo.

CONCLUSIONES

1. La distancia y la densidad son dos factores que se relacionan con la competencia y la producción de materia seca en el período de establecimiento.
2. La distancia de 0,60 m entre surcos resultó la mejor para estas condiciones.
3. La densidad de 1,5 t de semilla vegetativa/ha fue suficiente para lograr un buen establecimiento a los 120 días de efectuada la siembra, con un ahorro de 1 t de semilla por hectárea en relación con la mayor densidad.
4. Los efectos encontrados inicialmente en las distancias y las densidades de plantación desaparecieron en el tercer corte.
5. Bajo las condiciones de suelo en que se desarrollaron los experimentos, no es necesario aplicar fertilizante para establecer la *B. purpurascens*, ya que el pasto puede suplir su requerimiento a través del aporte de nutrientes del mismo.
6. Bajo condiciones de alta humedad la *B. purpurascens* debe comenzar a pastarse cuando alcance entre el 70 y el 75 % de área cubierta.
7. El manejo animal empleado no fue el más adecuado para estas condiciones.

RECOMENDACIONES

1. En condiciones similares a las aquí estudiadas, se debe utilizar la densidad de 1,5 t de semilla vegetativa/ha y la distancia de 0,60 m.
2. Se debe comenzar a pastorear cuando la *B. purpurascens* alcance entre el 70 y 75 % de área cubierta.
3. En condiciones de alta humedad se debe realizar un manejo flexible en función de mantener un 75 % de área cubierta por la especie.
4. Es recomendable realizar otros estudios con tecnologías de bajos insumos que propicien un establecimiento rápido y económico bajo condiciones de alta humedad.

REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba, 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba
- Alfonso, A.; Valdés, L.R. & Duquesne, P. 1985. Efecto del nivel de fertilización de N y la carga sobre la producción de carne en pasto guinea likoni. Ceba inicial. Pastos y Forrajes. 8:111
- Amaya, S. & Carmona, Ivonne. 1988. Evaluación de gramíneas forrajeras en un suelo de inundación intermitente en Jalapa, Tabasco, México. En: I Reunión de la RIEPT-CAC. (Ed. E.A. Pizarro). Veracruz, México, p. 266
- Anderson, E. R. 1970. Effect of flooding on tropical grasses. Proc. XI Int. Grassl. Cong. Queensland, Australia, p. 591
- Anon. 1972. Informe preliminar. Memoria de la Microestación de Pastos "Niña Bonita". La Habana, Cuba
- Anon. 1987. Nuevas variedades comerciales de pastos y forrajes registradas en Cuba. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 63 p.
- Anon. 1989. Instructivo técnico para la siembra, manejo y producción animal de la *Brachiaria*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 7 p
- Anon. 1995. Cuba. Datos e informaciones sobre medio ambiente y desarrollo. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. La Habana, Cuba. 17 p.
- Arriegas, L.I. 1992. Aspectos relevantes de la fertilización de pastizales. En: Producción e integración de pastos tropicales. (Ed. T. Clavero). Universidad del Zulia, Venezuela, p. 43
- Ayala, J.C. 1984. Estudio de algunos factores en el establecimiento de king grass. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. La Habana, Cuba
- Ayala, J.R.; Sistachs, M. & Tuero, R. 1987. Efecto de la distancia de plantación en el establecimiento del king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*). Rev. cubana Cienc. agric. 21:299
- Beavogui, M. 1991. Aspectos de la agrotecnia y el manejo para la producción de forraje del *Lablab purpureus* cv. Rongai. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Cuba. 117 p.
- Blanco, F. 1991. La persistencia y el deterioro de los pastizales. Pastos y Forrajes. 14:87
- Bryan, W.W. 1970. Changes in botanical composition in some subtropical sown pastures. Proc. XI Int. Grassl. Cong. Queensland, Australia, p. 636
- Chapman, D.F. & Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proc. XVII Int. Grassl. Cong. Australia-New Zealand. p. 6
- Cooper, M.McG. & Morris, D.W. 1983. Management and pasture composition. In: Grass farming. Farming Press Ltd., UK. p. 47
- Corbea, L.A. 1988. Principales métodos agrotécnicos empleados en la siembra y establecimiento de los pastos. En: Fomento y explotación de los pastos tropicales. Compendio de conferencias. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 47
- Corbea, L.A. & Fernández, E. 1985. Efecto de la distancia de siembra en el establecimiento del pasto estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*). Pastos y Forrajes. 8:371
- Corbea, L.A. & Fernández, E. 1986. Influencia de la preparación de suelo en el establecimiento de pastos. I. Estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*). Pastos y Forrajes. 9:119
- Corbea, L.A. & Fernández, E. 1987. Efecto de la época y momento de siembra en el establecimiento del pasto estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*). Pastos y Forrajes. 10:37
- Corbea, L.A. & Fernández, E. 1989. Influencia de la densidad de plantación en el establecimiento. II. Pasto estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*). Pastos y Forrajes. 12:233
- Corbea, L.A. & Hernández, Marta. 1992. Agrotecnia del establecimiento de gramíneas estoloníferas. Pastos y Forrajes. 15:95
- Corbea, L.A.; Remy, V.A. & Martínez, H.L. 1982. Estudio de la densidad de siembra en el establecimiento de la bermuda cruzada-1. Pastos y Forrajes. 5:313
- Dantur, N. 1990. Las labranzas y su influencia sobre las propiedades del suelo. Avance Agroindustrial. 11 (42):11
- Devlin, R.M. 1975. Funciones de los elementos minerales esenciales y síntomas de deficiencia. En: Fisiología Vegetal. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España, p. 280
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F. test. Biometrics. 11:1
- Edmond, D.B. 1970. Effects of treading on pastures, using different animals and soils. Proc. XI Int. Grassl. Cong. Queensland, Australia. p. 604
- Funes, F. 1996. Fundamentos de la producción de pastos. Programa de Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo)

- Gerardo, J. & Thompson, Marta. 1984. Evaluación zonal de pastos tropicales bajo condiciones de pastoreo. XI. Cienfuegos. Pastos y Forrajes. 7:319
- Gildersleeve, Rhonda; Ocumpaugh, W.R.; Quesenberry, K.H. & Moore, J.E. 1987. Mobgrazing of morphologically different *Aeschynomene* species. Tropical Grasslands. 21:123
- González, Yolanda & Torriente, Oilda. 1982. Estudio de los niveles críticos de N en guinea común SIH-127, buffel biloela y bermuda cruzada-1. Pastos y Forrajes. 5:325
- Grof, B.; Andrade, R.P. de; Franca, Dantas, M.S. & Souza, M.A. de. 1989. Selection of *Brachiaria* spp. for the acid-soil savannas of the central plateau region of Brazil. Proc. XVI Int. Grassl. Cong. Nice, France. p. 267
- Gutiérrez, A.; Paretas, J.J.; Suárez, J.D.; Cordoví, E.; Pazos, R. & Alfonso, H.A. 1990. Género *Brachiaria*: Una nueva alternativa para la ganadería cubana. Instituto de Investigaciones en Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. 64 p.
- Henzell, E.F. 1962. The use of nitrogen fertilizers on pasture in the subtropic and tropic. In: A review of nitrogen in the tropic. CAB. Bull. 46, p. 161
- Hernández, C.; Bustos, V. & Zamudio, N. 1995. Fertilización nitrogenada del choclo en invernadero. Avance Agroindustrial. 16 (62):3
- Hernández, J.O.; Ramírez, M.; Lagunes, J. & Vega, V.E. 1993. Comportamiento productivo de cinco pastos tolerantes a suelos inundables. El clima subtropical húmedo Af(c). Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Jalisco 1993. Guadalajara. Jalisco, México, p. 6
- Hernández, Marta & Cárdenas, M. 1983. Respuesta de la bermuda cv. Coastcross-1 a niveles de NPK. Pastos y Forrajes. 6:241
- Hernández, Marta & Cárdenas, M. 1984. Respuesta del buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Biloela) a niveles de NK. Pastos y Forrajes. 7:369
- Hernández, Marta; Reyes, F.; Mesa, A.R. & Cárdenas, M. 1992. Efecto de la fertilización en el establecimiento de *Brachiaria purpurascens*. I. Suelo Oscuro Plástico no gleyzado. Pastos y Forrajes. 15:213
- Hernández, R. & Gómez, A. 1978. Germinación de la semilla agámica de bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* (L) Pers). Pastos y Forrajes. 1:79
- Herrera, R.S. & Hernández, Yolanda. 1985. Efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1. I. Rendimiento de materia seca, proteína bruta y porcentaje de hojas. Pastos y Forrajes. 8:227
- Hirakawa, M.; Okubo, T. & Kayama, R. 1985. Seasonal dry matter production in grazed pasture of *Paspalum notatum* and cumulative effect of defoliation. Proc. XV Int. Grassl. Cong., Kyoto. p. 598
- Hodgson, J. 1990. The grazed sward. In: Grazing management. Science into practice. Longman Group, UK. p. 6
- Humphreys, L.R. 1987. Tropical pastures and fodder crops. Second edition. Longman Group, UK. 155 p.
- ICA. 1970. Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia
- Iglesias, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Martínez, J. & Hernández, J. 1990. Aplicación del balance alimentario en una vaquería comercial. Pastos y Forrajes. 13:285
- Jones, R.M. & Mott, J.J. 1980. Population dynamics in grazed pastures. Tropical Grasslands. 14:218
- Juan, C.; Peña, M. & Camejo, R. 1977. Métodos de establecimiento para bermuda cruzada-1 en suelos arenosos. Resúmenes VI Reunión ALPA. La Habana, Cuba
- Kreil, W. & Baath, A. 1977. Some problems regarding nitrogen fertilization on sown grassland. Proc. XIII Int. Grassl. Cong., Leipzig, p. 932
- Kunelius, H.T. & McRae, K.B. 1986. Effect of defoliating timothy cultivars during primary growth on yield quality and persistence. Canadian Journal of Plant Science. 66:117
- Lamela, L.; Pereira, E. & Silva, O. 1984. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. I. Bermuda cruzada-1, Bermuda Callie y guinea SIH-127. Pastos y Forrajes. 7:395
- Lamela, L. & Ruz, F. 1990. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche (*Panicum maximum* cvs. Likoni, SIH-421 y *Brachiaria brizantha*). Resúmenes VIII Seminario Nacional Científico Técnico-de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 118
- Liiv, J. 1970. Changes in botanical composition and yield of plant communities under intensive fertilization. Proc. XI Int. Grassl. Cong., Queensland. p. 646
- Machado, Hilda; Martínez, M.; Pérez, A. & Valdés, L.R. 1984. Algunas gramíneas para suelos bajos. Pastos y Forrajes. 7:133
- Machado, R. 1980. Comportamiento de cuatro cultivares mejorados de *C. dactylon* y *Brachiaria brizantha*. Pastos y Forrajes. 3:25
- Machado, R. 1995. Dinámica de algunos indicadores morfológicos y estructurales de *Andropogon gayanus* CIAT-621 bajo condiciones de manejo intensivo. Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 65 p.
- Machado, R. & Rodríguez, G. 1978. Comportamiento inicial de gramíneas introducidas. Pastos y Forrajes. 1:29

- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, J. 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 13:101
- Mesa, A.R.; Hernández, C. & de la Cruz, R. 1983. Niveles críticos de P en cvs. de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Pastos y Forrajes*. 6:89
- Mesa, A.R. & Hernández, Marta, 1989. Fertilización fosfórica en pastos tropicales. *Pastos y Forrajes*. 12:1
- Mesa, A.R.; Hernández, Marta; Reyes, F. & Avila, Vivian. 1989. Rendimiento de materia seca, composición química y niveles críticos de N, P y K en *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 12:155
- Milera, Milagros; Remy, V.; Martínez, J. & Hernández, J. 1994. Evaluación de la *Brachiaria purpurascens* en condiciones comerciales. *Pastos y Forrajes*. 17:257
- Miller, H.D. & Perry, R.A. 1968. The nutritive value and agronomic aspects of some fodders in northern Nigeria. *J. Brit. Grassl. Soc.* 8:26
- Monzote, Marta; Funes, F.; Lazo, Carmen & Linares, D. 1976. Comparación de cultivares de *Panicum maximum* sp. Primer año de evaluación con riego. *Rev. cubana Cienc. agric.* 10:115
- Nojima, H.; Oizumi, H. & Takasaki, Y. 1985. Effect of cytokinin on lateral bud development in regrowth of *Sorghum bicolor* M. *Proc. XV Int. Grassl. Cong., Kyoto*. p. 372
- Novoa, A.P. 1984. Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 105 p.
- Oestesterheid, M. & McNaughton, S.J. 1991. Interactive effect of flooding and grazing on the growth of Serengeti grasses. *Oecologia*. 88:153
- Ordóñez, H.; Reyes, C. & Santhirasegaran, K. 1981. Distancia de siembra, producción de forraje y componentes de la planta del pasto guinea (*Panicum maximum*). *Pasturas tropicales. Boletín del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura, Pucallpa, Perú*. 3:8
- Padilla, C.; Gómez, J. & Febles, G. 1985. La densidad de plantación en el establecimiento de las variedades 67, 68 y callie del género *Cynodon*. *Rev. cubana Cienc. agric.* 19:83
- Padilla, C.; Monzote, Marta & Ruíz, T. 1979. Establecimiento de pastizales. En: *Los pastos en Cuba. Tomo. I. Producción*. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 199
- Paretas, J.J. & García-Vila, R. 1992. Factores que originan el deterioro de los pastizales. En: *Fomento y explotación de los pastos tropicales. Compendio de conferencias. EEPF "Indio Hatuey"*. Matanzas, Cuba. p. 83
- Peralta, A.; Ramos, A; Enríquez, J.; López, J.; Cigarroa, A.; Palomo, J. & Córdova, A. 1987. Pasto llanero *Andropogon gayanus* Kunth., una alternativa para el trópico de México. *Campo Agrícola Experimental Cotaxtia, Veracruz. Folleto Técnico No. 2*. 17 p.
- Prins, W.H. 1979. Changes in sward composition and productivity at different intensities of nitrogen application and cutting. In: *Changes in sward composition and productivity*. (Eds. A.H. Charles, and R.J. Haggard). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society, UK. p. 67
- Rai, D.; Kanodia, K.C.; Velayudhan, K. & Agrawai, R. 1989. Effect of inter -and intra row- spacing on forage production in *Cenchrus ciliaris* Linn. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 50:484
- Remy, V.A. 1982. Comportamiento agronómico del pasto bermuda cruzada-1. Tesis presentada en la opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. Escuela Superior de Agricultura de Praga, Checoslovaquia. 104 p.
- Remy, V.A. 1993. Agrotecnia del establecimiento de pastizales. Curso de agrotecnia, ecología y pastoreo de rumiantes en los trópicos. FES-Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, p. 27
- Remy, V.A. & Hernández, Marta. 1988. Problemática y uso de la fertilización NPK en pastos y forrajes. En: *Fomento y explotación de los pastos tropicales. Compendio de conferencias. EEPF "Indio Hatuey"*. Matanzas, Cuba. p. 61
- Reyes, F.; Hernández, Marta; Mesa, A.R. & Rodríguez, O. 1991. Estudio de la distancia y densidad de plantación en el establecimiento de *B. purpurascens*. II. Suelos Montmorilloníticos. *Pastos y Forrajes*. 14:39
- Reyes, P.; Hernández, Marta; Mesa, A.R. & Rodríguez, O. 1993. Estudio del comportamiento agronómico de *Andropogon gayanus* CIAT-621. II. Efecto de la densidad y la distancia de siembra en un suelo Oscuro Plástico no gleyzado. *Pastos y Forrajes*. 16:25
- Reyes, F.; Remy, V.A.; Hernández, Marta & Milera, Milagros. 1990. Agrotecnia y manejo de la *Brachiaria* en suelos bajos. *Resúmenes VIII Seminario Nacional Científico Técnico de Pastos y Forrajes*. Matanzas, Cuba. p. 13
- Roberts, C.R. 1979. Algunas causas comunes del fracaso de praderas de leguminosas y gramíneas tropicales en fincas comerciales y posibles soluciones. En: *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos*. (Eds. L.E. Tergas y P.A. Sánchez). CIAT. Cali, Colombia p. 427
- Roche, R.; Menéndez, J. & Hernández, J.E. 1990. Características morfológicas indispensables para la clasificación de especies del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 13:205

- Sanford, H. 1979. Some effects of fertilizer nitrogen on the botanical composition and yield of hill and upland swards. In: Changes in sward composition and productivity. (Eds. Charles, A.H. and Haggard, R.J). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society, UK. p. 61
- Sawada, H.; Takahashi, T. & Tsuda, Ch. 1985. The changes of population structure of timothy (*Phleum pratense* L.) in an establishing sward. Proc. XV Int. Grassl. Cong., Kyoto. p. 760
- Seiffert, N.E. 1984. Gramíneas forrageiras do género *Brachiaria*. EMBRAPA-CNPQC, Brasil. Circular técnica No. 1, p. 13
- Serrano, O. & Jaquinet, P. 1983. Influencia de la distancia de siembra sobre el establecimiento de pasto estrella jamaicano (*C. nlemfuensis*). Ciencia y Técnica en la Agricultura. Pastos y Forrajes. 6 (2):35
- Silva, M.; Lastra, I. & Granados, L. 1988. Fertilización con N y P en el establecimiento del pasto *Hemarthria altissima* cv. Bigalta. I Reunión de la RIEPT-CAC. (Ed. E.A. Pizarro). Veracruz, México, p. 454
- Sykora, K.V.; Krogt, G. Van Der & Rademakers, J. 1990. Vegetation change on embankments in the south-western part of the Netherlands under the influence of different management practices (in particular sheep grazing). Herbage Abstracts. 60:552
- Vallentine, J. F. 1990. Grazing effects on plants and soil. In: Grazing management. Academic Press, New York. p. 20
- Vieira, J.M. & Pedreira, J.V.S. 1978. Espacamentos e densidades F de sementeira de *Brachiaria decumbens* Stapf. para formacao de pastagens. Boletim de Industria Animal. 35:93
- White, P.F. & Robson, A. D. 1989. Emergence of Lupins from a hard setting soil compared with peas, wheat and medie. Aust. J. Agric. Res. 40:529
- Yepes, S. 1975. Plantas indeseables en los pastos. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Serie Técnico Científica A-7. p. 12
- Yougner, V.B. 1972. Physiology of defoliation and regrowth. In: The biology and utilization of grasses (Yougner, V.B. and McKell, C.M. Eds.). Academic Press, New York. p. 292