

LA PERSISTENCIA Y EL DETERIORO DE LOS PASTIZALES

F. Blanco

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

El problema del deterioro de los pastizales, expresado generalmente a través de la alteración de su composición botánica, ha sido siempre un tema de interés de investigadores y productores debido al significado que tiene en relación con su productividad y vida útil.

Algunas de las interrogantes más frecuentes son las siguientes: ¿Por qué y cómo se deterioraron nuestros pastizales? ¿Qué factores inciden en la alteración de su composición botánica? ¿Se trata de la invasión de agresivas plantas indeseables o de la falta de persistencia de los pastos cultivados? ¿Es un problema de falta de adaptación de los pastos a las condiciones ecológicas locales o de fallas técnicas en el proceso de siembra y establecimiento? ¿Se trata, por último, de un problema de carga excesiva o del sistema de rotación?

El presente artículo analiza estas y otras cuestiones centrando su atención en los pastizales monoespecíficos de gramíneas por haber sido el tipo de pastizal preponderante en Cuba en las últimas tres décadas.

Conceptos y definiciones

Los problemas relativos a los cambios de la composición botánica de los pastizales han evolucionado conceptualmente en la medida en que se ha profundizado en el estudio de este fenómeno.

Por analogía con las plantas cultivadas, los cambios de la composición botánica de los pastizales fueron

considerados inicialmente como problemas de invasión de plantas indeseables o malas hierbas y su manejo se planteó en términos de control mecánico o químico de las mismas, según lo refieren Robbins, Crafts y Raynor (1967). Esta línea de pensamiento fue seguida en Cuba por Sistachs (1979), quien recomienda dichas técnicas para la fase de establecimiento de los pastos, sobre todo en aquellos casos que lo justifiquen económicamente.

De la importancia de la agresividad de las plantas indeseables se pasó a considerar la susceptibilidad de la especie a dejarse invadir, apareciendo el concepto de la persistencia de los pastos asociado a la susceptibilidad de dejarse invadir o no en función de su tolerancia a la defoliación. Los trabajos de Youngner (1972) y Sramek (1979) ilustran este ángulo del problema.

La influencia de los factores ambientales y del hombre sobre la dinámica de los cambios de la composición botánica fue desarrollada por Voisin (1962), quien consideraba como causa principal de la degradación de los pastizales, los malos métodos de explotación.

Dos momentos cimeros del desarrollo y profundización de esta problemática son recogidos en los trabajos del Simposio "Relaciones de las plantas en los pastizales" (Wilson, 1978) y en el Simposio sobre "Cambios en la composición y productividad de los pastizales" (Charles y Haggar, 1979). En el primero la ecofisiología de los

componentes individuales del pastizal, los mecanismos de competencia y cooperación, la dinámica de los cambios, incluyendo su modelación matemática y la acción de los animales y su manejo en sistemas de pastizales mixtos asociados con leguminosas, constituyeron la presentación de una vertiente del problema en correspondencia con las realidades del país donde se celebró: Australia.

En el segundo se insistió en la necesidad de ir más allá del concepto de persistencia de las especies y variedades para adentrarse en el fenómeno del deterioro como un problema complejo en la biología del pastizal, considerando las relaciones entre los cambios de la composición botánica con la productividad y su influencia sobre la producción animal.

En Cuba comenzamos la década del noventa abordando el problema del pastizal y las plantas indeseables con un enfoque integral y novedoso al calor del reencuentro con el Pastoreo Racional Voisin, y resulta conveniente tener presente la afirmación de Charles (1979) en el Simposio de la Sociedad Británica de los Pastos: "El valor de un pastizal particular y sus componentes botánicos pueden ser solo juzgados contra el fondo del ambiente y del sistema de explotación en el cual es utilizado".

El deterioro de los pastos en Cuba

El problema del deterioro de los pastos en Cuba fue abordado por primera vez en el informe central a la Plenaria Nacional de Pastos y Forrajes (Anon, 1976), en el que se expresa: "...como promedio, hasta ahora, nuestros pastos duran de 5-6 años teniendo prácticamente que reponer todo el área en períodos quinquenales, e invertir grandes recursos de maquinaria y medios químicos para impedirlo, mientras no se resuelvan los factores

que motivan su degradación, destrucción y pérdida definitiva". Sobre esta idea se continuó insistiendo en años posteriores; así, Montiel (1978) hizo un análisis de las implicaciones económicas y prácticas que tienen las labores agrotécnicas de rehabilitación y reposición de los pastos, haciendo énfasis en la necesidad de identificar y erradicar las causas de la degradación de los pastizales.

Blanco (1982) presentó un trabajo que sintetizaba y generalizaba los principales resultados de la década del setenta, donde se brindaban elementos sobre el papel de la especie, el régimen de corte y la fertilización nitrogenada y se insistía en la importancia de incluir el concepto de "persistencia" en los trabajos de selección y evaluación de los pastos. Por su parte, Navarro (1983) publicó un estudio a partir de los inventarios nacionales de los pastizales y áreas forrajeras del país, donde señalaba que a pesar de la gran actividad de siembra, tanto de áreas nuevas como de reposición, no se lograba incrementar de manera significativa, las áreas de pastos cultivados en un período de 9 años, lo que significaba que la intensidad de siembra no había logrado rebasar la velocidad de deterioro. El autor atribuía estos resultados a la incorrecta aplicación de la agrotecnia tanto en la fase de establecimiento como en la de mantenimiento, señalando en esta última la falta de aplicación de abonos minerales y orgánicos.

Es de destacar que en estos resultados la hierba guinea (*Panicum maximum*) se situaba como la de mayor índice de persistencia y la bermuda cruzada-1 como la de más bajo índice, coincidiendo con los resultados experimentales de Hernández (1984).

El estudio de las causas de la degradación de los pastizales ha sido un proceso de aproximaciones sucesivas a la verdad, en el cual subsisten muchas interrogantes que no permiten aún un

adecuado manejo y control del fenómeno.

La importancia de especies y cultivares

No siempre ha existido la misma valoración en cuanto al papel de la especie o cultivar de pasto en el fenómeno de degradación de los pastizales, quizás por el peso relativamente alto que tienen en la práctica los malos métodos de manejo. Así, en su libro *Dinámica de los Pastos*, Voisin (1962) afirmaba: "Debemos en nuestros estudios e investigaciones, conceder la prioridad a los sistemas de explotación y no tener los ojos fijos, como por lo general suele suceder, en la mezcla para la siembra", aunque a continuación añadía: "Esto no quiere decir naturalmente que no haya que investigar para la introducción en nuestros pastos de nuevas especies o variedades mejoradas".

Si bien es cierto que un método de explotación inadecuado es un factor primario en el deterioro de un pastizal, la experiencia práctica y los resultados experimentales han mostrado que hay diferencias marcadas de una especie a otra e incluso dentro de las variedades de la misma especie, tanto en pastos templados (Aldrich y Camlin, 1979) como en pastos tropicales (Blanco, 1984).

Menéndez, Cordoví y Martínez (1980) estudiaron la persistencia de 30 cultivares de los géneros *Digitaria*, *Cynodon*, *Panicum*, *Pennisetum*, *Cenchrus*, *Bothriochloa*, *Chloris*, *Dichanthium*, *Hemarthria*, *Uniola* y *Sorghum* sobre un suelo montmorillonítico de drenaje externo deficiente. En estas condiciones resultaron destacadas las bermudas (*Cynodon dactylon*), que mantuvieron un área cubierta del 97-98%, igualando a las especies de los géneros *Dichanthium* y *Bothriochloa*, consideradas como pastos naturales (Pérez Infante, 1970) o como plantas

indeseables en los pastos cultivados (Sistachs, 1979); por debajo de ellas, quedaron en orden de mérito los cultivares de pasto estrella, buffel y guinea con diferencias importantes entre los cultivares. Los resultados hallados por Menéndez *et al.* (1980) para las bermudas no concuerdan con los de Remy y Martínez (1978), quienes realizaron sus ensayos sobre suelo Ferralítico Rojo y obtuvieron, en general, valores medios de área cubierta.

En el caso de las guineas likoni y Uganda los resultados concuerdan con los de Gerardo y Oliva (1979) quienes han informado sobre la capacidad de adaptación de estos cultivares a diferentes condiciones de suelo. El cultivar Tocumen de *Cynodon nlemfuensis* mostró un índice de persistencia por encima del 90%, coincidiendo con lo encontrado por Pereira (1980), que señaló un nivel muy bajo de plantas indeseables (5,1%) después de un año de evaluación sobre suelos de drenaje deficiente, superando en estas condiciones a los cultivares Likoni y Común de la hierba guinea. La pangola común, en estas condiciones, superó a la pangola PA-32, que alcanzó solo un 74% del área cubierta; esta última quedó entre los pastos de más baja persistencia, resultado diferente al encontrado por Gómez y Paretas (1978) sobre suelo Ferralítico Rojo, donde resultó más destacada.

En este trabajo las especies y cultivares más persistentes no fueron necesariamente las de más alto rendimiento, pero las de más alto rendimiento mostraron valores de persistencia superiores al 90%. Esto último concuerda con lo planteado por Davies (1979), quien sugirió "introducir pastos artificiales de alto rendimiento, ya que son generalmente más persistentes".

Los ensayos de regionalización con biotipos naturales y cultivares de guinea (Machado, 1983; Machado y Seguí,

1986) aportan más información sobre la persistencia de los pastos, en particular en lo referido al comportamiento de los cultivares o biotipos dentro de una misma especie. Los biotipos naturales fueron más persistentes que los clones seleccionados, lo que coincide con los resultados de Falcinelli y Ceccarelli (1977).

El análisis de los resultados expuestos acerca del papel de la especie y el cultivar sugiere que la persistencia es un carácter inherente a los mismos, tal como afirmaron Aldrich y Camlin (1979) y que debe ser tenido en consideración al evaluar los cambios en la composición de los pastizales y en los programas de selección y mejoramiento de los pastos.

La adaptación de las especies a las condiciones ecológicas locales

La persistencia de los pastos es un indicador valioso y práctico para valorar su adaptación a las condiciones ecológicas de una localidad determinada.

En el acápite anterior se intentó analizar esta característica al margen de las condiciones ambientales, pero la misma está fuertemente influida por esas condiciones, según puso en evidencia Snaydon (1979).

En el caso de los factores climáticos, Ludlow (citado por Jones, 1983) ha planteado que los valores extremos son los más importantes. Según este autor, los pastos tropicales son más afectados por las temperaturas bajas que las altas; en sus resultados, solo *Pennisetum clandestinum* y *Chloris gayana* mostraron cierta habilidad para crecer con temperaturas bajas. Por otra parte, Jones (1983) consideró que las heladas equivalen a una defoliación severa en una época en que las plantas están creciendo activamente.

La persistencia puede verse alterada como resultado de la competencia,

proceso en el cual, según Erikse y Whitney (1981), la tolerancia a la sombra aparece como un elemento interesante; estos autores han encontrado una menor reducción del crecimiento por el sombreado en *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria miliformis* y *Pennisetum clandestinum*. En este sentido, Ludlow (1978) ha planteado que en las praderas de gramíneas y leguminosas asociadas, la capacidad de ambas para mejorar su acceso a la luz solar puede ser más importante que su capacidad para tolerar la sombra.

En el caso del agua, como en el de la temperatura, los valores extremos de la precipitación parecen ser los más importantes para analizar el problema de la persistencia. Este se plantea en términos de supervivencia y de resistencia a la sequía de los componentes botánicos del pastizal.

Debe sospecharse, ha afirmado Jones (1983), que las especies que no toleran el estrés causado por la sequía, no persistirán a estaciones secas prolongadas. Hernández (1984) encontró que los pastos persistían menos en las zonas de más baja precipitación. Por otra parte, Blanco (1986) halló que la alteración de la composición botánica y la poca persistencia del pasto mejorado estaban fuertemente afectadas por la despoblación originada por la sequía y que la composición botánica del período lluvioso tenía una alta relación y dependencia con el período seco que le antecedía.

Los actuales resultados sugieren que la selección de pastos persistentes y un adecuado manejo del pastizal en el período poco lluvioso, pueden ser elementos importantes para la longevidad del mismo.

Los suelos dedicados a los pastos son aquellos que, por una razón u otra, resultan generalmente inadecuados para otro tipo de cultivo y presentan diversas limitaciones, tales como: baja fertilidad,

pH muy bajo o muy alto, mal drenaje, salinización, escasa profundidad efectiva, alto índice de erosión, pedregosidad, pendientes pronunciadas y baja capacidad de retención de humedad, entre otras características (Hernández, Cabrer y Berra, 1979). Tales limitaciones afectan tanto el rendimiento como la persistencia de los pastos, y de estos aspectos el segundo es el menos estudiado.

La aguda escasez de fósforo en el suelo ha sido informada como causa de poca persistencia de los pastos por Hernández (1984), quien resaltó el comportamiento positivo de las pangolas y la guinea likoni en estas condiciones, asociada al bajo nivel crítico del fósforo en dichas especies (Mesa, 1983; 1985).

Los efectos de la salinidad sobre la persistencia de los pastos han sido estudiados fundamentalmente en función de la tolerancia de las especies y cultivares a esta condición ambiental.

Hutton (1970) informó que la bermuda de costa se mostraba persistente en suelos salinos, vinculando esta característica a su origen costero. Por su parte, Russell (1976) encontró que las gramíneas resultan más persistentes que las leguminosas a altos niveles de concentración salina y destacó entre las plantas de mayor persistencia a *Chloris gayana*, *Panicum coloratum* y *Digitaria decumbens* (gramíneas) y *Medicago sativa*, *Macroptilium atropurpureum* y *Macroptilium lathyroides* (leguminosas). Kumar y Abrol (1982) también valoraron a *Ch. gayana* y a *C. dactylon* como especies persistentes en suelos salinos como una función de su tolerancia fisiológica a la salinidad.

La influencia de las condiciones de encharcamiento o mal drenaje interno sobre la persistencia de los pastos también ha sido estudiada y se han hallado pocas especies productivas que se adapten satisfactoriamente a esta condición.

En Cuba se ha informado que la especie *Cynodon nlemfuensis* se muestra medianamente tolerante al mal drenaje (Hernández y Pereira, 1981), en particular el cv. Tocumen. Se ha señalado como una buena opción, inclusive para suelos encharcados, a *Brachiaria purpurascens* (Machado, Martínez, Pérez y Valdés, 1984); según la revisión hecha por estos autores, dicha especie supera a otras del género en persistencia y rendimiento en estas condiciones adversas.

Por su parte, Hopkins y Green (1979) han considerado que la mejor alternativa para enfrentar los problemas de encharcamiento en los suelos, es la ejecución de obras de drenaje, ya que es la única forma en que preponderan y se imponen en los pastizales las plantas deseables.

La influencia de las propiedades físicas del suelo sobre la composición botánica ha sido estudiada por Regál y Veselá (1977), quienes hallaron que la compactación del mismo no alteraba la cantidad total de especies, pero sí la proporción, por lo que pudieron diferenciar especies persistentes y no persistentes.

Las plantas constituyen un integrador de las condiciones variadas y cambiantes del ambiente, según han planteado Seguí, Esperanza, García, G. y Machado, Hilda (inédito), quienes han utilizado esta característica para idear un método de discriminación y selección de zonas para ensayos regionales de variedades. Esta propiedad se hace evidente también para el carácter persistencia en los pastos, según se puede apreciar en los resultados de Hernández (1984). Este autor estudió la variación de la persistencia en un grupo de especies y cultivares de pasto en seis localidades, con suelos bien diferenciados y valores de lluvia entre 1 047 y 1 656 mm al año. El índice de persistencia varió con la especie y el cultivar y

los valores promedio fueron los siguientes: guinea, 84,7%; pasto estrella, 75,5%; pangola, 68,3%; buffel, 60,3%; rhodes, 58,1% y bermuda, 56,9%; el cultivar de más persistencia fue la Likoni (*Panicum maximum*) con 93,2% y el de menor persistencia bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*) con 41,8%.

El índice de persistencia inducido por la localidad (promedio de la persistencia de todos los pastos para una localidad) varió de 53,2 a 83,2%; el valor anual de las precipitaciones fue el factor determinante en este comportamiento, según se puede deducir del alto valor del coeficiente de correlación ($r = 0,90$) entre la lluvia y dicho indicador.

A partir de los datos de Hernández (1984), Blanco, F. (inédito) halló una ecuación de regresión lineal que permitió estimar que para el nivel de fertilización y el régimen de corte empleados en estos experimentos harían falta aproximadamente 2 000 mm de lluvia para que los pastos no se despoblaran, y que 1 000 mm de lluvia situarían un límite crítico de un 49% de persistencia al año de explotados.

La influencia del cultivar y de la localidad en los índices de persistencia resaltan la importancia de tomar en consideración ambos aspectos cuando se va a abordar el análisis o estudio de este problema, tanto desde el punto de vista del manejo como de la selección de variedades.

Importancia del establecimiento y la composición botánica inicial

En el caso de los pastos cultivados, la composición botánica inicial es la que se logra en el proceso de establecimiento, donde se parte del criterio de lograr el mayor área cubierta posible con el fin de mantener una adecuada y prolongada persistencia del pasto. Existe un conjunto de factores que influyen en el éxito del establecimiento y por ende de la

composición botánica inicial del pastizal, entre ellos se encuentran: las características de la especie o cultivar que se quiere establecer; la época de siembra; la vegetación precedente y las especies próximas al área en cuestión.

Es conveniente señalar que las especies y cultivares muestran diferencias en la fase de establecimiento en relación con la velocidad de cubrimiento del suelo y la susceptibilidad para dejarse invadir por otras especies. Al comparar cultivares de los géneros *Brachiaria* y *Cynodon*, Machado (1980) halló que *B. brizantha* resultó el cultivar menos invadido y señaló además la existencia de diferencias evidentes entre los cultivares evaluados.

En relación con la época de siembra, los resultados de Remy y Martínez (1978) con bermuda cruzada-1 muestran que el menor nivel de plantas indeseables ocurre en julio, independientemente de la distancia de siembra utilizada, lo que destaca la importancia de la época y por tanto de las condiciones climáticas. No obstante lo dicho anteriormente, la vegetación natural precedente o cercana al área del pastizal puede jugar un papel importante e interferir, a pesar de la selección de una correcta época de siembra. Corbea, Remy y Martínez (1982) informaron que una fuerte invasión de *Sorghum alnum* incidió negativamente en el establecimiento de pastos rastreros, aun sembrando en el mes teóricamente óptimo. En este sentido, Sistachs (1980) opinó que era necesario tener en consideración antes de iniciar una siembra, el tipo de planta indeseable presente o predominante, así como su época de germinación y desarrollo, y puso como ejemplo el caso de *Brachiaria extensa*, que tiene su máxima germinación de abril a junio y resultó conveniente en áreas infestadas evadir estos meses como época de siembra.

A fin de no alejarse de la época óptima de siembra, se ha ensayado la manipulación de algunos factores que favorezcan el establecimiento de los pastos. Así los experimentos de Corbea y Fernández (1986) sugieren que una adecuada preparación del suelo y el uso del fertilizante nitrogenado a los 35 días después de la siembra, favorecen el establecimiento del pasto aun en presencia de una vegetación inicial desfavorable.

Por su parte, Padilla y Ayala (1980), aplicando tres cortes en la fase de establecimiento, lograron que cinco cultivares del género *Cynodon* pasaran de un 31% de área cubierta a cerca del 100%, con la reducción consecuente de las plantas indeseables del 60% a solo el 3%. Estos resultados pudieron estar relacionados con las condiciones favorables de suelo y precipitación en que se desarrolló el experimento.

Para el caso particular de los pastizales mixtos, la importancia de la composición botánica inicial en la evolución del pastizal fue señalada por Voisin (1962), quien indicó que la proporción de semilla en la mezcla tenía influencia en la evolución de la composición botánica, aunque atribuía mayor peso a los sistemas de explotación.

En relación con los pastizales naturales Liiv (1968) informó que independientemente del régimen de corte y los niveles de fertilización empleados, se hacían evidentes los efectos de la composición botánica inicial. Similares observaciones hizo Williams (1977), quien apuntaba que en esos cambios intervenía la vegetación inicial, la proximidad de otras especies y la facilidad con que ellos puedan introducirse.

Datos de Machado (1980), en un estudio comparativo de cultivares de buffel (*Cenchrus ciliaris*), mostraron cierta correspondencia entre los valores

de la composición botánica inicial y final, en particular la persistencia de esta especie. En trabajos realizados por Blanco (1986) no se encontró esta relación; el coeficiente de correlación entre valores iniciales y finales fue de ($r= 0,07$), lo que se atribuyó a las condiciones prevalecientes en la fase de establecimiento. La pangola PA-32 ganó ventajas en la fase inicial en un suelo deficiente en fósforo; posteriormente las condiciones de mal drenaje interno en el período lluvioso y sequía fuerte en el período poco lluvioso le hicieron perder estas ventajas con relación al pasto estrella y a la bermuda 68. Por otra parte, el pasto estrella cv. Tocumen mostró una gran capacidad de recuperación del área cubierta, independientemente de los tratamientos de altura de corte y la fertilización empleadas.

Influencia de la altura y frecuencia de corte

La altura y la frecuencia de defoliación de las plantas pratenses y forrajeras, constituyen un objeto primordial de estudio, ya que definen los elementos básicos del manejo.

Voisin (1962; 1963) subrayaba la importancia de estos elementos con relación a la productividad y composición botánica del pastizal y señalaba que los cortes frecuentes debilitaban los pastos y permitían la invasión de plantas indeseables.

Varios autores han revisado y sintetizado diversos aspectos relacionados con este importante tema de la fisiología de los pastos. Throughton (1967) prestó especial atención a las reservas de carbohidratos solubles presentes en el sistema radical y su influencia sobre el vigor del rebrote de pastos sometidos a diferentes alturas y frecuencias de corte; Smith (1962) resumió los principales mecanismos de acumulación y gastos de reservas y

sugirió defoliar las plantas antes del proceso de floración, con el fin de evitar el alto consumo de reservas de este proceso; Youngner (1972) destacó la continuación del proceso de acumulación en períodos no óptimos para el crecimiento de la parte aérea, la respuesta diferencial e independiente de los hijos ante la defoliación y el papel de la ubicación y la dinámica de formación de las yemas.

Más recientemente (Vickery, 1981), ha hecho un resumen del papel de los órganos, la estructura de la planta y los indicadores fisiológicos, y se ha dado una nueva visión sobre los diferentes compuestos bioquímicos que pueden jugar un importante papel como reserva.

No obstante los avances logrados, el tema de la influencia de la altura de corte sobre la persistencia ha continuado siendo polémico. Keath (1974), trabajando con *Lolium perenne*, halló que los cortes bajos determinaban una mayor persistencia, y explicó que los cortes altos promovían que el ápice creciera alto, haciéndolo más vulnerable a cualquier defoliación baja posteriormente. Por otra parte, Srámek (1979), evaluando variedades de *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra* y *Phleum pratense* cortados a 3 y 12 cm de altura, halló que, en general, la mayor altura de corte era más favorable para la persistencia, agregando que la altura más baja influía negativamente sobre la densidad del pastizal.

Remy y Martínez (1978), en un experimento con bermuda cruzada-1, concluyeron que la interferencia de las plantas indeseables se reducía con el incremento de la altura y el alargamiento del intervalo entre cortes, lo que era más significativo para la época de seca que para la de lluvia. Los datos de Gómez y Paretas (1978) con cuatro gramíneas rastreras muestran resultados similares. Blanco (1986) explicó que las áreas no cubiertas o despobladas incidieron en la

aparición de plantas indeseables e inclusive de leguminosas en el tercer año de su experimento; este autor sugirió prestar más atención a dicho indicador en los estudios de la dinámica de la composición botánica, lo que coincide con los criterios de Raymond, Evans y Young (1972) sobre los micro-sitios y con los de Tothill (1978), quien afirmó que el área no cubierta puede ser un reflejo de la severidad del clima, los factores físico-químicos del suelo o de los efectos del sobrepastoreo.

Brougham (1956) mostró la influencia de la altura de corte sobre la velocidad de crecimiento del pasto y su índice de área foliar, con la consiguiente reducción sistemática de la luz bajo el césped y su relación con la interferencia de plantas indeseables. Levy (citado por Robbins *et al.*, 1967), planteó que cualquier interrupción en la capa vegetal del pastizal que permitiera la entrada de luz estimulaba las semillas de las plantas indeseables, que germinaban y crecían haciendo perder dominancia al pasto cultivado.

Paula, Gomide, Sykes y Chávez (1969) comprobaron que el pasto *Melinis nutiflora* la influencia de los cortes frecuentes aumentaban el rendimiento, pero producían un raleamiento del pasto con la subsiguiente invasión de plantas indeseables. Resultados similares obtuvieron Evers (1971); Machado y Yepes (1973); Gómez y Paretas (1978) y Prins (1979) al trabajar con diferentes especies de pastos tropicales templados.

Ludlow (1978) revisó el tema y confirmó el papel de la luz en relación con el mecanismo de la competencia y la alteración de la composición botánica.

Un aspecto llamativo en lo relacionado con las investigaciones sobre el régimen de corte, es lo que puede llamarse "la influencia del momento del primer corte". En este sentido, Binnie, Chestnutt y Murdoch (1980) hallaron que un corte inicial dado

en etapas tempranas del estadio vegetativo, elongación del tallo y florecimiento, aportaba rendimientos anuales superiores que los efectuados en fases intermedias; ellos consideraron que el fenómeno está relacionado con la elongación de las yemas por encima de la altura de defoliación y agregaron que los cortes con alturas alternas eran superiores al corte bajo continuado. En relación con este aspecto, Kunellius y McRae (1986) encontraron que un primer corte tardío reducía el área cubierta por el pasto del 92 al 73%.

En relación con el papel que puede jugar un solo corte para el rendimiento y persistencia del pastizal, Fulkerson (1970) alertó que en el caso de la alfalfa, independientemente de los rendimientos, si el corte coincidía con un nivel crítico de reserva en las raíces se comprometían los rendimientos y el éxito posterior del pasto. También trabajando con alfalfa, Leach (1970) observó que para obtener rendimiento y persistencia lo mejor era el corte bajo en períodos de crecimiento activo y dejar área foliar remanente en ambientes donde las tasas de crecimiento son lentas; asimismo, señaló que el método más efectivo para asegurar que suficientes yemas reasumieran el crecimiento fue la dilatación del corte a fases tardías de la madurez.

La variabilidad de los resultados que presentan la influencia de la altura y frecuencia de corte sobre la persistencia y la dinámica de la composición botánica, sugiere tener en consideración lo planteado por Youngner (1972): "... ha quedado evidenciado que la respuesta a la defoliación puede ser modificada por el suelo, los nutrientes, el clima y la época del corte" y quizás pudiera agregarse el sistema de explotación.

La influencia de la fertilización

Uno de los instrumentos más utilizados por el hombre para influir en

los cambios de la composición botánica de los pastos ha sido la fertilización; en este sentido, se han realizado numerosos experimentos que han abarcado pastos naturales y cultivados, en mezclas o en monocultivo y en la presencia o no de leguminosas como componentes del pastizal.

Una de las conclusiones más generalizadas es que el aumento de la fertilización nitrogenada aumenta la proporción de las especies deseables en el pastizal (Liiv, 1970). Este autor además informó la simplificación de la composición florística y un significativo aumento de las gramíneas, coincidiendo en este último aspecto con Zdeněk (1968), tMannetje y Shaw (1972) y Sanford (1979). Prins (1979) agregó que las especies deseables podían inclusive llegar a ser dominantes.

No todos los autores han encontrado una respuesta lineal de la composición botánica con el incremento de la fertilización nitrogenada. Klesnil y Turek (1979) informaron que la aplicación de nitrógeno puede llegar a producir efectos desfavorables en la composición botánica, sobre todo cuando no se aplica fósforo y potasio.

La respuesta de los pastizales a la fertilización fosfórica con relación a la composición botánica ha sido similar a la obtenida con el nitrógeno, en el sentido de desplazar dicha composición a favor de las especies deseables.

Bryan (1970) informó un aumento de las plantas indeseables en los tratamientos con bajos niveles de fósforo;

Hopkins y Green (1979) afirmaron que el incremento de fósforo favorecía a las especies más productivas; por su parte, Cook, Blair y Lazenby (1978), quienes trabajaron con niveles de fósforo desde 0 hasta 500 kg/ha/año, corroboraron las conclusiones anteriores y agregaron que para los altos niveles de fósforo los cambios en la composición botánica de los pastos dependieron del manejo.

Las mismas tendencias en el mejoramiento de la composición botánica se han obtenido con la aplicación de calcio en suelos relativamente ácidos (Williams, 1977) y con el suministro de microelementos (Salardina, Klavina, Fatore y Junka, 1968).

Andrew y Johansen (1978) explicaron que en la comunidad existen especies que difieren en su respuesta al nitrógeno y al fósforo, que las especies de crecimiento lento responden usualmente con menor intensidad a ambos elementos y poseen una menor demanda de estos, así como que existe la posibilidad de que se produzcan efectos tóxicos en plantas adaptadas a la baja fertilidad.

Una generalización de los resultados anteriores puede considerarse la afirmación de Hopkins y Green (1979) cuando apuntaron que la elevación de la fertilidad favorece a las especies más competitivas y más productivas del pastizal.

En el caso de los pastos cultivados y sembrados en condición de monocultivo se trata de mantener desde un principio la mejor composición botánica, o lo que es lo mismo, la mayor persistencia del pasto cultivado. En este sentido Manner y Shaw (1972), trabajando con *Paspalum plicatulum*, informaron que con la elevación de la dosis de nitrógeno hasta 336 kg/ha/año pudieron mantener la persistencia del mismo en el pastizal, y que a bajos niveles de nitrógeno *Heteropogon contortus* reemplazó parcialmente a *P. plicatulum*.

Gómez y Paretas (1978) coincidieron en que existía una clara tendencia a una menor incidencia de plantas indeseables con la elevación del nivel de nitrógeno, pero que las diferencias eran menores en la medida en que se deterioraba el pastizal como resultado de una intensa defoliación.

Remy (1982), al evaluar los cambios de la composición botánica en cuatro cultivares de *Cynodon dactylon* con 3 niveles de nitrógeno, encontró que las altas dosis de nitrógeno redujeron la pérdida de persistencia de los pastos, pero no pudieron evitarla. Resultados similares halló Blanco (1986) con otras tres gramíneas estoloníferas, quien señaló la existencia de una interacción positiva del nivel de nitrógeno con la mayor altura de corte y una correlación alta y positiva entre los valores de la persistencia para los distintos niveles de nitrógeno. En este último sentido, los cambios de persistencia inducidos por el nivel de nitrógeno aplicado mantienen una dependencia de los valores alcanzados bajo la acción de los factores degradantes, y en el orden práctico los cambios de la persistencia del pasto pueden ser utilizados de manera aproximada para evaluar los resultados de la fertilización.

Ortega y Martínez (1983) evaluaron la influencia de la fertilización mineral y la aplicación de abono orgánico (estiércol) sobre la persistencia de bermuda cruzada-1. En el testigo (sin aplicación de fertilizantes minerales o estiércol) la persistencia del pasto cayó por debajo del 50% en el primer año; con 300, 60 y 20 kg de NPK/ha/año fue inferior al 50% al finalizar el segundo año; con 25 t de estiércol por hectárea estuvo por debajo del nivel crítico solo al final del tercer año; la aplicación de 50 t de estiércol por hectárea por año permitió llegar al final del período seco del tercer año con un 96% del área cubierta, sin diferir de la aplicación conjunta del estiércol con la fertilización mineral. De ahí que resultaran evidentes las exigencias de este cultivar de bermuda y también los

efectos del estiércol abundante sobre este pasto, considerado el menos persistente del país.

Relaciones entre rendimiento y composición botánica

La vinculación entre rendimiento y composición botánica quedó evidenciada desde que los especialistas se plantearon medir esta última a partir de su contribución en peso dentro de la asociación vegetal. El tema fue ampliamente revisado por Brown (1954) y Tothill (1978). También se ha trabajado en el sentido inverso, estimando la contribución en peso de las especies a partir de mediciones de la composición botánica realizadas con un puntero inclinado (Olusuyi y Raguse, 1968).

La necesidad de analizar integralmente el rendimiento y la persistencia de los pastos en la evaluación y selección de cultivares ha promovido el análisis más detallado del fenómeno. Falcinelli y Ceccarelli (1977) señalaron que los datos de rendimiento reflejan el mismo patrón observado por el área cubierta del pasto; resultados similares halló Blanco (1986), quien señaló que el fenómeno se producía independientemente del nivel de fertilización nitrogenada.

Por su parte, Davies (1979) comparó un grupo de pastos cultivados y concluyó que la introducción y/o selección de pastos con alta capacidad de rendimiento era importante, ya que estos eran los que generalmente persistían más.

Trabajando con pastos tropicales, Hernández (1984) encontró una estrecha correlación ($r = 0,94$) entre la persistencia y el por ciento de rendimiento de la época de seca en relación con el rendimiento total del año, lo que sugiere que la despoblación en el período seco debe contribuir de manera importante a la reducción del rendimiento en esa época.

Dobson, Beaty y Fisher (1978), en un experimento de fertilización, hallaron que en el tercer año el 60% del rendimiento lo constituían las plantas indeseables, lo que alerta sobre la necesidad de tener en consideración la composición botánica para una correcta interpretación de nuestros resultados.

Un estudio detallado entre rendimiento, persistencia y cambios de la composición botánica fue realizado por Aldrich y Camlin (1979) a partir de ensayos regionales de cultivares de pastos. Estos autores concluyeron que cuando el porcentaje de las plantas indeseables estaba por debajo del 25% no se afectaba el potencial del pasto, ya que existía un efecto de compensación por el rendimiento de las plantas indeseables; además, encontraron una correlación alta y positiva ($r = 0,65$ a $0,89$) entre el por ciento de pasto cultivado y el rendimiento total y una correlación alta y negativa ($r = -0,52$ a $-0,78$) entre el por ciento de plantas indeseables y dichos rendimientos. Conclusiones similares obtuvieron Rhodes y Harris (1979), quienes señalaron que la variación del rendimiento de una asociación o mezcla no solo dependía de la habilidad competitiva de los componentes, sino de su capacidad intrínseca de rendir; ellos plantearon además el significado de la cantidad de estolones en el mecanismo competitivo.

Blanco (1986), trabajando con tres especies estoloníferas, halló que el coeficiente de correlación entre la persistencia y el rendimiento variaba en dependencia del grado de deterioro del pasto. Así, después de alcanzar un valor máximo de $r = 0,74$ en el segundo año, cayó a $0,33$ al final del tercer año. En este último año la persistencia de los pastos había caído por debajo del 40% y había aumentado mucho la heterogeneidad de la vegetación.

La mayoría de los trabajos que abordan la relación composición botánica

rendimiento plantean la contribución negativa de las plantas indeseables a la reducción del rendimiento total en la medida que estos logran cubrir un área mayor, pero puede suceder también, según ha alertado Garstang (1979), que el rendimiento se incrementa con la incidencia de estas plantas.

No existen publicaciones en el país sobre la contribución negativa o positiva de las plantas indeseables o componentes botánicos en el rendimiento o disponibilidad de los pastos. Blanco, F. (datos inéditos) pudo dilucidar el papel negativo de *Paspalum notatum* y la contribución positiva de *Dichanthium annulatum* sobre la disponibilidad, utilizando el análisis de correlación y regresión entre área cubierta por los componentes y la disponibilidad en condiciones de producción. El método permitiría detectar también si el rendimiento o la disponibilidad están determinados por una planta indeseable.

Relaciones entre la calidad y la composición botánica

Está generalmente aceptado que la alteración de la composición botánica de los pastizales puede significar y usualmente significa una reducción de la calidad de los mismos. Morrison (1979) considera que la composición botánica puede ser en cierto sentido un indicador de la calidad del pastizal; Cruz (1979), por su parte, ha afirmado que la presencia de plantas indeseables en los pastos rebaja notoriamente la calidad nutricional de estos. En realidad, ha tenido que pasar algún tiempo para comprender la relatividad del concepto de planta indeseable en los pastizales, por el hecho cierto de que prácticamente todas las plantas del pastizal son comidas por los animales en alguna medida.

Robbins, Crafts y Raynor (1967) refirieron que en los pastos se considera

una planta indeseable aquella que sea nociva por sí misma o no tenga un buen valor nutritivo y que por su hábito de crecimiento tienda a eliminar plantas de mayor calidad; advirtieron además que existen plantas declaradas indeseables ricas en calcio y fósforo y que podrían jugar un papel en la salud de los animales. En este sentido, Voisin (1963) indicaba que en determinadas condiciones una planta considerada indeseable jugaba un importante papel en el engorde de los animales. Peel (1979) informaba que en ocasiones los pastos naturales brindaban mayores producciones que los pastos cultivados, aun en presencia de las llamadas plantas indeseables de los pastizales.

En ocasiones los datos de laboratorio reflejan poca ventaja de los pastos cultivados sobre las plantas indeseables del pastizal. Anon (1971) sitúa el contenido de proteína de algunas de estas plantas (consideradas también, en ocasiones, pastos naturales) de 5,6-11,1%; el contenido de calcio de 0,29-0,72% y el de fósforo de 0,17-0,63%. Como se observa, la mayoría de los valores están dentro del rango de los pastos cultivados; por otra parte aparecen valores en algunos pastos cultivados tan bajos como para las plantas indeseables. Voisin (1962) alertó sobre las limitaciones de los datos de laboratorio en la interpretación de la calidad de los pastos y hoy sabemos que la digestibilidad y el consumo resultan de mayor interés, sin dejar de considerar a los primeros. Pérez-Infante (1979), en una revisión sobre la digestibilidad de los pastos tropicales, informaba sobre el cambio brusco de este indicador con la madurez, señalando este defecto en *Hyparrhenia rufa*, *B. mutica* e inclusive en *C. ciliaris*.

Con el trabajo de selección y mejoramiento genético se han ido abandonando muchos pastos naturales, tales como: la bermuda común (*Cynodon*

dactylon), fundamentalmente por sus bajos rendimientos y susceptibilidad al frío (Burton, 1962); el biotipo común de *Paspalum notatum* (pasto Bahía), también por sus bajos rendimientos, aunque con hábitos de crecimiento que lo hacen persistente y tolerante a la invasión por otras plantas (Bennett, 1962); *Sorghum halepense* (Don Carlos o pasto Johnson), productivo y persistente, que fue abandonado por presentar potencial cianogénico y constituir una agresiva planta indeseable en las áreas agrícolas (Bennett, 1962). De manera que en realidad, frecuentemente, en los pastizales se encuentran pastos que resultan ser menos buenos que los sembrados o cultivados por bajos rendimientos o calidad, existiendo también algunas hierbas muy rechazadas tales como *Paspalum virgatum* y *Esporobolus indicus*, las que constituyen plantas de difícil erradicación.

Está generalmente admitido que no es posible contar, al menos por mucho tiempo, con pastizales completamente puros. En este sentido, Charles (1979) planteaba que el problema consistía en saber qué nivel de interferencia se podía admitir y Lazenby (1979) apuntaba que el problema era, en última instancia, cuánta leche, carne o lana podían producir.

Blanco, F. (inédito) realizó un estudio en condiciones de producción donde analizó la influencia de la composición botánica del pastizal sobre la producción de leche y encontró un coeficiente de correlación ($r= 0,76$) entre la producción de leche por vaca por día y el conjunto de pastos formado por pasto estrella (*C. nlemfuensis*), pitilla (*Dichanthium annulatum*), jiribilla (*D. caricosum*) y el sacacebo (*Paspalum notatum*). Dichos pastizales presentaban un alto nivel de degradación (del 5 al 55% del pasto cultivado). En estas condiciones las "plantas indeseables" mencionadas jugaban un papel importante en la

producción animal, lo que reafirma el criterio de que la composición botánica constituye un indicador de la calidad del pastizal.

Conclusiones

El deterioro de los pastizales, desde el punto de vista de los vínculos entre los cambios de la composición botánica, la productividad y la calidad del pastizal, constituye un problema de gran importancia científica y práctica. Dentro del fenómeno, la persistencia de especies y variedades y su adaptación a las condiciones ecológicas locales juegan un papel considerable. La selección de pastos persistentes para definidas condiciones edafoclimáticas representa un elemento importante para el resultado exitoso de la explotación de un pastizal. Las adecuadas medidas agrotécnicas en el proceso de siembra y establecimiento contribuyen a comenzar el pastoreo con una adecuada composición botánica inicial, lo que favorece la vida útil del mismo.

Se ha podido observar que la altura y la frecuencia de defoliación interactúan con las condiciones de suelo, clima, fertilización y otros factores de manejo, por lo cual no pueden separarse de las condiciones ambientales y del sistema de explotación. Por otra parte, se ha evidenciado que el incremento de la fertilidad del suelo favorece la persistencia de los pastos cultivados y las plantas deseables en los pastizales naturales, ya que estas son generalmente las de mayor ritmo de crecimiento y por tanto las más productivas y competitivas.

Por último, los vínculos entre la productividad y la calidad con la composición botánica dan una visión de la complejidad del asunto, que con mucha frecuencia se ha analizado de manera independiente.

Si alguna conclusión debe sacarse para el futuro, es que para los pastizales

tropicales el problema de los cambios en la productividad y composición botánica es un tema abierto, y que sin dejar de atender la biología de los pastos tomados individualmente, es necesario prestar mayor atención a la biología del pastizal como sistema.

Conclusions

The sward deterioration constitutes a great scientific and practical problem taking into consideration the relation among changes of the botanical composition, productivity and herbage quality. A considerable role is found within this phenomenon by the persistence of species and varieties and their adaptation to local ecological conditions. Selection of persistent herbage species to certain edapho-climatical conditions is a very important factor influencing upon the successful result of sward utilization. The adequate agricultural management during the sowing and establishment of pastures contribute to begin the grazing activities having the suitable initial botanical composition which enhance the natural life of the sward. It has been observed that height and frequency of defoliation present an interaction with the soil condition, climate, fertilization and other management factors and therefore they can not be separated from the environmental conditions and exploitation systems. In the other hand, it is evident that the increment of soil fertility enhance the persistence of cultivated herbage crops and desirable plants of natural swards because generally they have the higher growing habit and the greater competitive and productive ability.

The close relation among productivity and quality of the botanical composition gives a clear view of the complex situation of this topic which has usually been observed independently.

If any conclusion should be kept for further studies we may say that the problem of changes in productivity and botanical composition of tropical swards an open topic and it is necessary to pay the greater attention on the biology of the sward as a system without avoiding the biological interest of the individual components of the herbage crops.

REFERENCIAS

- ALDRICH, D.T.A. & CAMLIN, M.S. 1979. Experience of changes in sward composition and productivity from evaluation of species and varieties. In: Changes in sward composition and productivity (Ed. Charles, A.H. and Haggard, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 85
- ANDREW, C.S. & JOHANSEN, C. 1978. Differences between pastures species in their requirement for nitrogen and phosphorus. In: Plant relations in pastures (Ed. Wilson, J.R.). CSIRO, Australia, p. 11
- ANON. 1971. Informe general. Memoria de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 37
- ANON. 1976. Informe Central a la Plenaria Nacional de Pastos y Forrajes. Consejo Nacional de Ciencia y Técnica. La Habana, p. 2
- BENNETT, W.H. 1962. Johnsongrass, carpetgrass and other grasses for the humid south. In: Forages (Ed. Hughes,

- H.D.; Heath, M.E. & Metcalfe, D.S.). The Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa, USA. p. 286
- BINNIE, R.C.; CHESNUTT, D.M.B. & MURDOCH, J.C. 1980. **Grass and Forage Science**. 35:267
- BLANCO, F. 1982. El deterioro de los pastizales. Resúmenes V Seminario Científico-Técnico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 58
- BLANCO, F. 1984. Competencia, habilidad competitiva y dinámica del pastizal. En: Introducción a los pastos. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 303
- BLANCO, F. 1986. Cambios e interacciones de la composición botánica, el rendimiento y la calidad en tres pastos tropicales. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias Agrícolas. Escuela Superior de Agricultura de Praga, Checoslovaquia. 175 p.
- BROUGHAM, R.W. 1956. **Aust. J. Agric. Res.** 7:377
- BROWN, DOROTHY. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Hurley, Berkshire. Bull. 42, p. 71
- BRYAN, W.W. 1970. Changes in botanical composition in some sub-tropical sown pastures. Proc. XI Int. Grassld. Congr., Queensland. p. 636
- BURTON, G.W. 1962. Bermudagrass. In: Forages.(Ed. Hughes, H.D.; Heath, M. E. & Metcalfe, D.S.). The Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa. USA. p. 270
- COOCK, S.J.; BLAIR, C.J. & LAZENBY, A. 1978. **Aust. J. Agric. Res.** 29:19
- CORBEA, L.A. & FERNANDEZ, E. 1986. **Pastos y Forrajes**. 9:43
- CORBEA, L.A.; REMY, V.A. & MARTINEZ, H.L. 1982. **Pastos y Forrajes**. 5:313
- CRUZ, R. 1979. El control de las malezas en los potreros. En: Pastos y Forrajes (Ed. J. Lotero). Instituto Colombiano Agropecuario, p. 32
- CHARLES, A.H. 1979. Introduction and definitions. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A.H. and Haggard, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 1
- CHARLES, A.H. & HAGGARD, R.J. 1979. Changes in sward composition and productivity. Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. 253 p.
- DAVIES, D.A. 1979. Effect of species and varieties on yield of grass. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A.H. and Haggard, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 77
- DOBSON, J.W.; BEATY, E.R. & FISHER, C.D. 1978. **Agron. J.** 70:662
- ERIKSE, F.I. & WHITNEY, A.S. 1981. **Agron. J.** 73:427
- EVERS, G.W. 1971. **Dissertation Abstracts International**. 32(1): 34
- FALCINELLI, M. & CECCARELLI, S. 1977. Seasonal productivity and persistence of grass varieties in Central Italy. Proc. XII Int. Grassld. Congr., Moscow
- FULKERSON, R.S. 1970. Location and tillage effects in Ontario on food reserve storage in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Proc. XI Int. Grassld. Congr., Queensland. p. 555

- GARSTANG, J.R. 1979. The transition of a lay to permanent grass over 10 years following reseeding. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A.H. and Hagggar, R.J.) . Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 31
- GERARDO, J. & OLIVA, O. 1979. **Pastos y Forrajes**. 2:47
- GOMEZ, L. & PARETAS, J.J. 1978. **Pastos y Forrajes**. 1:277
- HERNANDEZ, A.; CABRER, P. & BERRA, E. 1979. Los suelos dedicados a la producción de pastos. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. Producción. Instituto de Ciencia Animal, La Habana. p. 46
- HERNANDEZ, MARTA & PEREIRA, E. 1981. **Pastos y Forrajes**. 4:121
- HERNANDEZ, R. 1984. Evaluación agronómica de gramíneas en regiones ganaderas bajo diferentes ambientes. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH, La Habana. 146 p.
- HOPKINS, A. & GREEN, J.O. 1979. The effect of soil fertility and drainage on sward changes. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A.H. and Hagggar, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 115
- HUTTON, E.M. 1970. Tropical pastures. In: Advances in Agronomy. Vol. 22. (Ed. N.C. Brady). Academic Press, New York. p. 2
- JONES, R.R. 1983. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. En: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. CIAT. Cali, Colombia, p. 11
- KEATH, D. 1974. Some aspects of production and persistence in relation to height of defoliation of *Lolium perenne* var. S-23. Proc. XII Int. Grassld. Congr. Vol. III. Part I. p. 202
- KLESNIL, A. & TUREK, F. 1979. The effect of increased N, P and K rates on the botanical composition, yielding capacity and hay quality in conditions of mesophytic and mesohidrophytic meadows. Sbornik AF VSZ, Praha. p. 55
- KUMAR, A. & ABROL, I.P. 1982. **Indian Farming**. 32:41
- KUNELLIUS, H.T. & McRAE, K.B. 1986. **Can. J. of Plant Sci.** 66:117
- LAZENBY, A. 1979. Summing up. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A.H. and Hagggar, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 243
- LEACH, G.J. 1970. Growth of the lucerne after defoliation. Proc. XI Int. Grassld. Congr., Queensland. p.562
- LIIV, J. 1970. Changes in botanical composition and yield of plant communities under intensive fertilization. Proc. XI Int. Grassld. Congr., Queensland. p. 646
- LUDLOW, M.M. 1978. Light relations in pasture plants. In: Plant relations in pastures. (Ed. Wilson, J. R.). CSIRO, Australia, p. 35

- MACHADO, HILDA. 1983. **Pastos y Forrajes**. 6:213
- MACHADO, HILDA; MARTÍNEZ, M.; PÉREZ, A. & VALDES, L.R. 1984. **Pastos y Forrajes**. 7:133
- MACHADO, HILDA & SEGUÍ, ESPERANZA. 1986. **Pastos y Forrajes**. 9:21
- MACHADO, R. 1980. **Pastos y Forrajes**. 3:89
- MACHADO, R. & YEPES, S. 1973. Serie Técnico Científica A-3. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 55
- MANNETJE, L.; 't & SHAW, N.H. 1972. **Aust. of Exp. Agric. Anim. Husb.** 12:28
- MENENDEZ, J.; CORDOVI, E. & MARTÍNEZ, J.F. 1980. **Pastos y Forrajes**. 3:41
- MESA, A.R. 1983. **Pastos y Forrajes**. 6:221
- MESA, A.R. 1985. **Pastos y Forrajes**. 8:65
- MONTIEL, N. 1978. Manejo de los pastos. Curso para directores de empresas. La Habana, Cuba. 138 p.
- MORRISON, J. 1979. Botanical changes in agricultural grasslands in Britain. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A. H. and Haggard, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 5
- NAVARRO, G. 1983. Situación actual de las áreas de pastos y forrajes y algunos factores que influyen en su deterioro. Primer Encuentro de Intercambio de Experiencias. ACPA. La Habana, Cuba. 12 p.
- OLUSUYI, S.A. & RAGUSE, C.A. 1968. **Agron. J.** 60:441
- ORTEGA, O. & MARTINEZ, MARIA DEL CARMEN. 1983. **Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Suelos y Agroquímica**. 6(3):35
- PADILLA, C. & AYALA, J.R. 1980. Siembra y establecimiento de guinea común, variedades del género *Cynodon* y el king grass. Mesas redondas y conferencias. Sección Pastos y Forrajes. Jornada XV Aniversario del ICA, La Habana, p. 90
- PAULA, R.R.; GOMIDE, J.A.; SYKES, O. & CHAVEZ, J.R. 1969. **Revista Ceres**. 16:10
- PEEL, S. 1979. The effect of botanical composition on the utilized metabolizable energy out put of permanent grassland farms. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A.H. and Haggard, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 47
- PEREIRA, E. 1980. Informe interno. Dpto. Manejo y Utilización del Pastizal. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 19 p.
- PEREZ-INFANTE, P. 1970. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 4:145
- PEREZ-INFANTE, F. 1979. Principales factores que afectan el pasto como alimento. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. Producción. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, p. 519
- 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. (Ed. Charles, A.H. and Haggard, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 67
- RAYMOND, A.; EVANS, J.A. & YOUNG, S. 1972. Competition within the grass

- community. In: The biology and utilization of grasses. (Ed. Youngner, V.B. & McKell, C.M.). Academic Press, New York-London. p. 230
- REGAL, V. & VESELA, M. 1977. Persistence of various grasslands components under varying compaction of the sward. Proc. XIII Int. Grassld. Congr., Leipzig. Vol. 1, p. 527
- REMY, V.A. 1982. Comportamiento agronómico del pasto bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1) Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias Agrícolas. Escuela Superior de Agricultura de Praga, Checoslovaquia. 108 p.
- REMY, V.A. & MARTINEZ, J. 1978. **Pastos y Forrajes**. 1:95
- RHODES, I. & HARRIS, W. 1979. The nature and basis of differences in sward composition and yield in ryegrass white clover mixtures. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A.H. and Hagggar, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 55
- ROBBINS, W.W.; CRAFTS, S.A. & RAYNOR, R.N. 1967. Destrucción de malas hierbas. Edición Revolucionaria. La Habana, p. 365
- RUSSELL, J.S. 1976. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 16:103
- SABARDINA, G.; KLAIVINA, G.; FATARE, I. & JUNKKA, J. 1968. Changes in the botanical composition of meadow plant communities under the influence of the micro-elements molibdenum, cooper and boron. Proc. XI Int. Grassld. Congr., Queensland. p. 649
- 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 (Ed. Charles, A.H. and Hagggar, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 61
- SISTACHS, M. 1979. Malas hierbas. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. Producción. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, p. 401
- SISTACHS, M. 1980. Plagas que afectan a los pastos. Malas hierbas. Mesas redondas y conferencias. Sección Pastos y Forrajes. Jornada XV Aniversario del ICA, La Habana, p. 297
- SMITH, D. 1962. Physiological considerations in forage management. In: Forages. (Ed. Hughes, H.D.; Heath, M.E. & Metcalfe, D.S.). The Iowa State University Press, Ames. Iowa, USA. p. 401
- SNAYDON, R.W. 1979. Selecting the most suitable species and cultivars. In: Changes in sward composition and productivity. (Ed. Charles, A. H. and Hagggar, R.J.). Occasional Symposium No. 10. British Grassland Society. p. 179
- SRAMEK, P. 1979. Influence of some factors on persistence of grasses. Sbornik Vedeckych Praci. 5-6:195
- TOTHILL, J.C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. In: Measurement of grassland vegetation and animal production. (Ed. Mannetje,

- L't). Commonw. Agric. Bureaux, UK.
p. 22
- TROUGHTON, A. 1957. The under grown organs of herbage plants. Commonw. Bureau of Pastures and Field Crops. Hurley, Berkshire. Bull. 44, p. 163
- VICKERY, P.J. 1981. Pasture growth under grazing. In: World Animal Science (Ed. A. Neimann-Sprensen and D.E. Tribe). Vol. B1, Grazing Animals (Ed. F.H.W. Morley). Elsevier Scientific Publishing o Company. Amsterdam - Oxford - New York. p. 55
- VOISIN, A. 1962. Dinámica de los pastos. Editorial Tecnos S.A. Madrid, p. 91
- VOISIN, A. 1963. Productividad de la hierba. Editorial Tecnos S.A. Madrid. p. 363
- WILLIAMS, E.D. 1977. Rothamsted Experimental Station. Report. Part. 2, p. 31
- WILSON, J.R. 1978. Plant relations in pastures. International Symposium. CSIRO, Australia. 425 p.
- YOUNGNER, V.B. 1972. Physiology of defoliation and regrowth. In: The Biology and utilization of grasses. (Ed. Youngner, V.B. & McKell, C. M.). Academic Press. New York and Longodn. p. 292
- ZDENEK, K.H. 1968. Effect of fertilization and irrigation upon botanical changes and the production of N substances in recultivated grass stands. Vedecké Praco. 4:153

Recibido el 6 de junio de 1991