

Diversidad y cuantía de la flora en un pastizal disturbado y pastoreado de forma racional

Diversity and quantity of the flora in a disturbed and rationally grazed pastureland

R. Machado y Milagros Milera

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.

E-mail: rmachado@indio.atenas.inf.cu

Resumen

Con el fin de estudiar los cambios en la diversidad y cuantía de la flora en un pastizal manejado de forma racional y disturbado por la quema, se determinó la composición botánica durante cuatro años y medio, utilizando un marco cuadrado en 20 puntos de cada cuartón. Al concluir el período experimental existió una fuerte hegemonía de las gramíneas y las leguminosas perennes con relación a las especies de otras familias con igual ciclo, tanto en número (22 vs 1) como en área cubierta (92,7 vs 0,004%). Un patrón similar se detectó en las especies anuales, independientemente de la familia. El área cubierta por las gramíneas se incrementó después de la quema y en las leguminosas tendió a disminuir, así como su número (7 vs 4). *Panicum maximum* cv. Likoni fue la especie predominante, al aumentar de 27,3 a 68,0%; *Brachiaria decumbens* se incrementó ligeramente (1,0 a 4,6%); mientras que *Andropogon gayanus* disminuyó (21,4 a 6,0%). Especies adventicias como *Dichanthium annulatum*, *Dichanthium aristatum* e *Indigofera mucronata* incrementaron o mantuvieron poblaciones fluctuantes; otras como *Dichanthium caricosum* y *Centrosema molle* disminuyeron; mientras que *Acacia farnesiana* y *Alysicarpus vaginalis* tendieron a desaparecer. Se concluye que en estas condiciones se creó una cubierta muy diferente a la que se produjo con un manejo racional intensivo aplicado con anterioridad y se corroboró la importancia del índice de composición de especies para explicar las variaciones que se producen en pastoreo.

Palabras clave: Biodiversidad, composición botánica

Abstract

With the objective of studying the changes in the diversity and quantity of the flora in a pastureland rationally managed and disturbed by burning, the botanical composition was determined during four years and a half, using a square frame in 20 spots of each paddock. By the end of the experimental period there was a strong hegemony of grasses and perennial legumes with regards to the species from other families with equal cycle, in number (22 vs 1) as well as in covered area (92,7 vs 0,004%). A similar pattern was detected in annual species, independently from the family. The area covered by the grasses increased after burning and in legumes it tended to decrease, as well as their number (7 vs 4). *Panicum maximum* cv. Likoni was the prevailing species, increasing from 27,3 to 68,0%; *Brachiaria decumbens* increased slightly (1,0 to 4,6%); while *Andropogon gayanus* decreased (21,4 to 6,0%). Adventitious species such as *Dichanthium annulatum*, *Dichanthium aristatum* and *Indigofera mucronata* increased or maintained fluctuating populations; others like *Dichanthium caricosum* and *Centrosema molle* decreased; while *Acacia farnesiana* and *Alysicarpus vaginalis* tended to disappear. It is concluded that under these conditions a cover was created very different from the

one produced with a previously applied intensive rational management and the importance of the species composition index to explain the variations produced in grazing was corroborated.

Key words: Biodiversity, botanical composition

Introducción

Los agroecosistemas de pastizales poseen una importancia relevante para la producción de rubros como la leche y la carne, entre otros, y se estima que ocupan más de la cuarta parte de la superficie de la tierra (Newman, 2000). Por ello en las últimas décadas se le ha brindado atención a los cambios que ocurren en la composición de su cubierta y el papel que desempeña la dinámica de sus poblaciones, tanto desde el punto de vista académico como productivo (Jones *et al.*, 1991; Machado y Olivera, 2003).

Trabajos llevados a cabo en este sentido incluyen los de Kenneth (1970), quien determinó las causas del deterioro en las praderas del este de los Estados Unidos durante 50 años; el desarrollado por Thorvaldsson (1996), quien investigó la composición botánica en 1 294 pastizales pertenecientes a 191 haciendas a todo lo largo y ancho de Islandia; y el de Cocks y Osman (1996), quienes examinaron las poblaciones de plantas y la biomasa en años consecutivos y las relacionaron con las condiciones de suelo en las fincas ubicadas en áreas marginales del norte de Siria.

En el caso particular de Cuba, con excepción del trabajo investigativo desarrollado por Jardines (2005), la composición de las especies y su evolución se ha estimado en experimentos a corto plazo, lo que se considera riesgoso y solo útil en ensayos diseñados para comprobar la productividad animal para un tipo de vegetación existente (Jones *et al.*, 1995), pero sobre todo han adolecido de información acerca de las especies adventicias y su proporción individual dentro del pastizal.

Por otra parte, tampoco se han estudiado los cambios de la cubierta vegetal cuando se utilizan diferentes sistemas de manejo en el mismo pastizal, lo que posee especial interés desde el punto de vista práctico.

Tomando como base estas premisas, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del pastoreo en los cambios producidos en la diversidad y cuantía de la flora, en áreas de un pastizal mixto que fue manejado de forma racional y disturbado por un incendio.

Materiales y Métodos

Procedimiento experimental. El estudio se llevó a cabo en áreas establecidas en 1986 con *Andropogon gayanus* CIAT-621 (33,3% del área total), *Panicum maximum* cv. Likoni (16,6%), *Cenchrus ciliaris* Formidable (16,6%), y una asociación de *A. gayanus* CIAT-621, *Neonotonia wightii* y *Teramnus labialis* (33,3%). Estos pastizales fueron explotados sin riego ni fertilización durante tres años (hasta 1989). En 1992 comenzaron a manejarse mediante la técnica de pastoreo racional intensivo, con una carga instantánea media de 210 UGM/ha, hasta la seca de 1994. En junio-agosto de 1996, después de dos años de descanso, el área se franjeó a 4 m de distancia para sembrar las especies *Albizia lebbeck* y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, con una densidad de 900 plantas/ha.

Posteriormente al establecimiento de las arbóreas ocurrió un fuego en abril de 1997. El área permaneció en reposo y se hicieron observaciones de su recuperación. Entre agosto de 1998 y abril de 1999 se realizaron pastoreos intermitentes; estos consistían en pastorear en el horario de la mañana y después que se recuperaran las plantas de la defoliación, se introducían de nuevo los animales. Durante ese período se utilizó una carga instantánea moderada (70-100 animales/ha). Entre mayo de 1999 y marzo del 2000 se pastoreó de forma racional, con igual carga, y el reposo dependió de la recuperación ante la defoliación. Estos pastoreos promediaron 28 días en el período lluvioso y 66 en el poco lluvioso. A partir de esa fecha se continuó con un manejo intensivo racional, con una carga instantánea de 150 animales/ha, hasta octubre del año 2000.

Muestreo. El primer muestreo de la etapa que se analiza en este trabajo fue en mayo de 1996, antes de sembrar las especies arbóreas y arbustivas; el segundo, en la seca de 1998; el tercero, en agosto de 1999; el cuarto, en la época de seca del año 2000; mientras que el quinto y último se realizó en la lluvia de ese año. Previamente a estos muestreos

se realizaron otros dos: el primero al concluir la etapa de explotación con la técnica de pastoreo racional intensivo (seca de 1994) y otro adicional seis meses después, los cuales sirvieron como puntos de referencia para el análisis de la evolución de la flora.

La composición porcentual de especies en el área de cada cuartón se determinó a través de una variante del muestreo sistemático, la cual fue propuesta por McIntyre (1978). Para ello se utilizó un marco cuadrado (1 m²) que se lanzó al azar en un primer punto; las observaciones se hicieron en este y en otros 19 puntos dentro de cada cuartón (0,5 ha). De esta forma el tamaño de la muestra fue de 0,4% en cada uno de los muestreos.

Con el fin de evitar errores por la heterogeneidad, debido a la alta diversidad de especies, se muestreó en todos los cuartones (12 en total), para un total de 240 tiradas en cada muestreo.

El área porcentual cubierta por todas y cada una de las especies existentes en cada metro cuadrado se estimó in situ. Estas últimas fueron identificadas en el momento de muestreo o herborizadas para su identificación posterior.

Tomando en consideración lo planteado por Brown (1963), se entendió como área cubierta el total de esta que permanecía debajo del follaje y no aquella que solo cubre la "corona" o base de la planta, en el caso de los tipos macollosos; mientras que para las especies de hábito rastrero consistió en el área cubierta por el follaje.

El porcentaje medio de área cubierta por los pastos establecidos y las especies adventicias, se obtuvo a través de la media de todas las observaciones realizadas en cada muestreo, considerando esta última como media muestral.

Análisis de la composición florística. La interpretación de los resultados de la composición florística se enfocó a través de un sistema descriptivo evolutivo estacional, para todas y cada una de las especies existentes. No obstante, se establecieron diferentes categorías según las tendencias que estas mantuvieron durante el período experimental, es decir, las que se incrementaron en términos de área cubierta, las que disminuyeron o desaparecieron, las que se mantuvieron con poblaciones fluctuantes y aquellas que fueron detectadas circunstancialmente.

Resultados y Discusión

En las tablas 1 y 2 se indica el número y área cubierta por las especies perennes y anuales, respectivamente, en los cuatro muestreos y en los tres que se hicieron previamente a la siembra de las arbóreas.

Tabla 1. Especies perennes: número y área cubierta

Table 1. Perennial species: number and covered area.

Familia	Seca de 1994	Adicional	Muestreo				
			1	2	3	4	5
Gramíneas							
Número de especies	14	13	11	11	10	10	11
Área cubierta (%)	26,3	40	71,6	65,0	80,5	72,1	85,3
Leguminosas							
Número de especies	10	11	11	7	6	5	4
Área cubierta (%)	23,5	23,0	18,3	23,3	11,6	7,3	7,3
Otras familias							
Número de especies	2	2	0	1	1	1	1
Área cubiera (%)	2,0	1,0	0	0,3	0,2	0,3	0,2

Seca de 1994: Concluyó manejo racional con altas cargas instantáneas. Adicional: Seis meses después; 1: Antes de la siembra de las arbóreas y arbustivas. Disturbación (abril/97); 2: Un año y 9 meses después de la siembra (marzo/98); 3: Lluvia 99; 4: Seca 99/2000 (marzo/2000); 5: Final de la lluvia 2000 (octubre/2000).

Tabla 2. Especies anuales: número y área cubierta.

Table 2. Annual species: number and covered area.

Familia	Seca de 1994	Adicional	Muestreo				
			1	2	3	4	5
Gramíneas							
Número de especies	2	2	0	0	0	0	0
Área cubierta (%)	0,06	0,72	0	0,0	0	0	
Leguminosas							
Número de especies	3	1	1	1	0	0	0
Área cubierta (%)	0,09	0,04	0,003	0,05	0	0	0
Otras familias							
Número de especies	3	2	0	1	1	2	1
Área cubiera (%)	0,6	0,8	0	0,3	0,25	0,3	0,25

Seca de 1994: Concluyó manejo racional con altas cargas instantáneas. Adicional: Seis meses después; 1: Antes de la siembra de las arbóreas y arbustivas. Disturbación (abril/97); 2: Un año y 9 meses después de la siembra (marzo/98); 3: Lluvia 99; 4: Seca 99/2000 (marzo/2000); 5: Final de la lluvia 2000 (octubre/2000).

Como se aprecia, existió un fuerte predominio de las especies perennes (excepto las de otras familias) sobre las especies anuales, tanto en número como en área cubierta. Ello indica que estas últimas fueron dominadas y no influyeron en las interacciones que pudieron crearse con los restantes componentes de la cubierta vegetal y los animales, y entre ellos.

Un análisis casuístico de las especies perennes (tabla 1) permite precisar la existencia de una fuerte hegemonía numérica y poblacional de las gramíneas y las leguminosas, lo que se puede atribuir a que estas especies, independientemente de su hábito de crecimiento, biorritmo y sistema de manejo, se adaptan mejor y sus poblaciones se desarrollan más vigorosas bajo las condiciones de explotación con bovinos, si se les compara con las especies de otras familias con igual ciclo, las que se mantuvieron en baja proporción y tendieron a desaparecer. Este patrón de comportamiento fue similar al observado en la etapa precedente, cuando se utilizó un manejo racional con altas cargas instantáneas (Machado, 2002), lo que indica que la utilización de cargas más bajas no favoreció su número y área colonizada. Tales argumentos evidencian las pocas posibilidades que tuvieron esas especies de desempeñar un papel importante durante este experimento y el precedente, como componentes de la biodiversidad, la dinámica poblacional y la productividad del pastizal.

Las razones que justifican tal comportamiento en las gramíneas y en las leguminosas perennes están relacionadas con varios atributos morfológicos y fisiológicos conocidos, tales como: la presencia de un mayor número de puntos de crecimiento; reservas suficientes para desarrollar sus capacidades potenciales de rebrote después de la defoliación; la presencia de abundantes vástagos más o menos vigorosos, con alta potencialidad de reposición y velocidad de crecimiento; la presencia de estolones, rizomas o ambos; la alta producción de semilla que asegura su propagación (en la mayoría de estas especies); la alta capacidad para la utilización de los recursos a partir de sus peculiares sistemas radicales y aéreos; así como una eficiente vía fotosintética en el caso particular de las gramíneas.

Es válido denotar que el número de especies de gramíneas fue relativamente alto al transcurrir un año y nueve meses a partir de la siembra de las arbóreas y arbustivas (11 especies), pero disminuyó ligeramente después del evento de disturbación provocado por el incendio; no así el área cubierta, la que se incrementó quizás por el efecto que este evento pudo ejercer en la germinación y emergencia de la semilla que se mantiene en los bancos. Una de las especies más favorecidas en este sentido fue *P. maximum* cv. Likoni. Con posterioridad el

número de especies de gramíneas se incrementó hacia finales de la lluvia del 2000 y también el área poblada, la que alcanzó un 85,3% del pastizal.

En el caso de las leguminosas, el número de especies fue mucho menor y se redujo respecto al estatus inicial. Es de destacar el descenso del área ocupada por estas especies, que fue más acentuado después de la disturbación. A partir de ese período el área de leguminosas disminuyó marcadamente y no se detectaron signos de recuperación. Por esta razón se presume que las especies presentes fueron más sensibles ante este tipo de evento; además de que sus poblaciones estuvieron sometidas al efecto de un alto grado de interferencia por parte de los restantes individuos de la comunidad, en especial de las gramíneas. Es conocido que el efecto de interferencia no solo se produce por la competencia por recursos como el agua y la luz, sino también por las modificaciones microclimáticas que ocurren en el micrositio ambiental en que estas plantas conviven; así como por otros efectos indirectos provocados por la tasa de desarrollo del follaje de los individuos aledaños (Burton, 1993).

Además, el manejo intermitente pudo motivar que las gramíneas crecieran y se desarrollaran más profusamente y con mayor vigor, limitando con ello la presencia de áreas que pudieran ser ocupadas por las leguminosas y por las especies de otras familias, aspecto que fue discutido por Jardines (2005) al estudiar la frecuencia de aparición de las leguminosas en las áreas de los agroecosistemas pastoreados o no, aunque el patrón de comportamiento para las diferentes especies fue distinto, con mayor presencia de aquellas que se caracterizan por poseer un porte bajo.

P. maximum cv. Likoni alcanzó el mayor grado de colonización (tabla 3). Este indicador se incrementó en forma ascendente a partir de la seca de 1994, al concluir el experimento precedente, hasta el último muestreo en el año 2000, momento en que alcanzó un 68% de área cubierta. Con ello se convirtió en la especie predominante dentro del pastizal. Este comportamiento es atribuible a su alto poder de colonización y alta persistencia en el pastizal (Sánchez, 2007), que se manifestó de forma aceptable en un ambiente desfavorable, a pesar de sus altos requerimientos en términos de insumos. Por ello en su población se hallaron algunos síntomas de clorosis y falta de vigor en los rebrotes al inicio de esta etapa experimental, patrón que cambió de forma marcada después de la quema y el desarrollo de las arbóreas y arbustivas. Con ello se corroboran los resultados de Pentón (2000), quien detectó que esta especie, y en especial este cultivar, alcanzó el mayor vigor y área cubierta cuando se sembró bajo condiciones de sombra, incluso más severas que las existentes en el área estudiada.

Tabla 3. Variaciones poblaciones de las especies que se incrementaron o fluctuaron (%).

Table 3. Population variations of the species that increased or fluctuated (%)

Especie	Seca de 1994	Adicional	Muestreo				
			1	2	3	4	5
Incrementaron							
<i>P. maximum</i>	17,0	27,3	32,6	40,3	57,0	56,4	68,0
Fluctuaron							
<i>B. decumbens</i>	1,0	1,1	4,1	4,6	0,7	3,6	3,4
<i>D. annulatum</i>	0,3	0,7	2,1	3,6	0,5	0,5	2,4
<i>D. decumbens</i>	0	0	0,5	1,0	0,2	0,4	0,2
<i>P. virgatum</i>	0,3	0,7	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1
<i>D. aristatum</i>	0,01	2,1	0,05	0,6	0,7	0,04	0,4
<i>B. intermedia</i>	0,2	1,0	1,4	1,1	3,4	0,7	0,9
<i>I. mucronata</i>	3,6	6,0	2,7	1,0	4,7	1,7	4,0
<i>C. mucunoides</i>	8,0	7,0	0,02	0,15	0,01	-	0,1
<i>Ipomea sp</i>	0	0	0	0,3	0,2	0,3	0,2

Seca de 1994: Concluyó manejo racional con altas cargas instantáneas. Adicional: Seis meses después; 1: Antes de la siembra de las arbóreas y arbustivas. Disturbación (abril/97); 2: Un año y 9 meses después de la siembra (marzo/98); 3: Lluvia 99; 4: Seca 99/2000 (marzo/2000); 5: Fin de lluvia 2000 (octubre/2000).

Es válido señalar que *Brachiaria decumbens* mantuvo índices relativamente bajos de área cubierta, los que fluctuaron en un estrecho rango, a pesar de ser una especie muy invasora. Este comportamiento es atribuible quizás a una baja producción de semilla en estas condiciones, que no le permitió dispersarse y poblar otras áreas, sobre todo si se toma en consideración que se caracteriza por ser un pasto medianamente resistente al sombreado (Pentón, 2000) y que se recupera después del pastoreo y compite favorablemente con las especies adventicias (Peters *et al.*, 2002).

Las variaciones poblacionales de las especies que disminuyeron o desaparecieron se aprecian en la tabla 4. De las que se establecieron originalmente en estas áreas es importante comentar acerca de *A. gayanus* CIAT-621, que comenzó este período con una población baja antes de plantar las arbóreas y arbustivas, y después del incendio se recuperó; sin embargo, con posterioridad disminuyó y solo alcanzó un 6% de área cubierta al concluir la lluvia del 2000. Este comportamiento pudo deberse a la fuerte interferencia que ocasionaron las restantes especies, particularmente aquellas que se desarrollaron de una forma más agresiva, como el cv. Likoni, las cuales poblaron un 85,3% del área total. Con este efecto es posible que se debilitaran sus macollas, caracterizadas por una alta vigorosidad en sus estratos aéreos, pero con un sistema radical muy superficial (más de 80% de sus raíces en los primeros 5-10 cm de suelo), lo cual motivó su muerte parcial o total, efecto que pudo agravarse por el pisoteo y consumo animal. Ello contrasta con el observado por Machado (2002), quien comprobó que con un manejo racional con altas cargas instantáneas, la población de este pasto no disminuyó, sino que se incrementó a partir de un estatus inicial que se puede catalogar de pobre (28%).

Tabla 4. Variaciones poblacionales de las especies que disminuyeron o desaparecieron (%).

Tabla 4. Population variations of the species that decreased or disappeared (%).

Especie	Seca de 1994	Adicional	Muestreo				
			1	2	3	4	5
Disminuyeron							
<i>A. gayanus</i>	34,7	37,4	21,4	9,6	15,4	6,3	6,0
<i>D. caricosum</i>	3,6	2,1	3,5	0,07	0,01	2,3	0,6
<i>C. ciliaris</i>	0,4	0,6	2,5	2,0	0,5	1,0	1,0
<i>C. nlemfuensis</i>	1,8	2,0	1,3	0,8	0,6	0,16	0,11
<i>T. labialis</i>	7,0	7,2	9,9	9,9	2,9	4,0	2,0
<i>N. wightii</i>	1,0	1,0	3,5	10,9	3,3	1,4	1,3
<i>C. molle</i>	2,5	2,3	1,8	0,3	0,3	0,11	-
<i>M. atropurpureum</i>	0,4	0,05	0,2	1,0	0,3	0,1	-
Desaparecieron							
<i>A. farnesiana</i>	0	0	0,02	-	-	-	-
<i>D. triflorum</i>	0,01	0,01	0,05	-	-	-	-
<i>A. vaginalis</i>	0,2	0,1	0,05	-	-	-	-
<i>M. pudica</i>	0,02	0,01	0,02	-	-	-	-
<i>D. cinerea</i>	0	0	0,03	0,01	-	-	-

Seca de 1994: Concluyó manejo racional con altas cargas instantáneas. Adicional: Seis meses después; 1: Antes de la siembra de las arbóreas y arbustivas. Disturbación (abril/97); 2: Un año y 9 meses después de la siembra (marzo/98); 3: Lluvia 99; 4: Seca 99/2000 (marzo/2000); 5: Fin de lluvia 2000 (octubre/2000).

Las restantes especies disminuyeron antes o después de la quema fortuita y algunas desaparecieron, lo que estuvo en correspondencia con sus habilidades específicas y las interacciones en este agroecosistema.

Otras especies se detectaron circunstancialmente en el pastizal y no fueron contabilizadas como parte de estos resultados. Tal fue el caso de *Paspalum notatum*, *Sorghum alnum*, *Cynodon dactylon*, *Sida rhombifolia*, *Hyparrhenia rufa*, *Indigofera sumatrana*, *Walteria americana*, *L. leucocephala* y *A. lebbeck* (estas dos últimas producto de la diseminación a partir de los individuos plantados), cuyos índices poblacionales fueron inferiores a 0,6%.

Tratar de identificar todos los mecanismos que propiciaron estos cambios en la diversidad florística bajo las condiciones mencionadas, sería poco práctico. Se considera importante precisar que pudieron intervenir todos aquellos que fueron discutidos por Machado y Olivera (2003), y en particular los que se relacionan con la interferencia entre las especies y las interacciones de estas con los animales y su manejo, incluyendo las acciones directas e indirectas de estos últimos sobre los componentes de la cubierta vegetal, aspecto al que se refirieron Molina y Francisco (2001); también deben tenerse en cuenta los cambios en el clima, en el suelo y en la disponibilidad de recursos.

Los cambios que se produjeron durante esta etapa fueron interesantes, al crearse una cubierta muy diferente a la formada cuando el manejo se realizó de forma racional y continua, sin interferencias. En el presente trabajo se manifestó una tendencia negativa en cuanto al número y el área en las leguminosas, así como un predominio de las gramíneas (con énfasis particular en una de sus especies), con lo que disminuyó la diversidad y sobre todo la calidad del pastizal, al compararlo con el efecto producido por un manejo racional intensivo, con altas cargas instantáneas.

No obstante, los resultados corroboran la importancia del índice de composición de especies como una herramienta útil para explicar los sensibles cambios en la variabilidad florística que se produce en las áreas de pastoreo (Fribourg y McLaren, 1985), tanto en el sector investigativo como en el productivo, lo que lo convierte de hecho en un elemento de ponderación y comparación, así como en un posible indicador a tomar en consideración para establecer o cambiar las estrategias en el manejo de los pastizales.

Referencias bibliográficas

- Brown, Dorothy. 1963. Method of surveying and measuring vegetation. Commonwealth Agricultural Bureau of Pasture and Field Crops. Hurley, Berkshire, England. Bull. 42. 233 p.
- Burton, P.J. 1993. Some limitation inherent to static indices of plant competition. *Can. J. For. Res.* 23:2142
- Cocks, P.S. & Osman, A.E. 1996. Productivity and botanical composition o communally-owned Mediterranean grassland in the marginal farming areas of north Syria. *Jornal of Arid Environments.* 33:889
- Fribourg, H.A. & McLaren, J.B. 1985. The especies composition index: A tool for explaining variability in steer grazing experiments. Proc. of XV Int. Grassld. Congr. Kyoto, Japan. p. 666
- Jardines, Sonia. 2005. Caracterización ambiental de los pastizales naturales de Cuba. Memoria presentada per a optar al Grau de Doctor per la Universitat de Girona. Universitat de Girona, España. 204 p.
- Jones, R.M. *et al.* 1991. Levels of germinable seed in topsoil and cattle faeces in legume-grass and nitrogen-fertilized pasture in south-east Queensland. *Aust. J. Agric. Res.* 42:953
- Jones, R.M. *et al.* 1995. Some advantages of long-term grazing trials, with particular reference to changes in botanical composition. *Aust. J. of Exp. Agric.* 35:1029
- Kenneth, C. 1970. Range deterioration in the Middle East. Proc. of the XI Int. Grassld. Congr., Australia. p. 26
- Machado, R. 2002. Variaciones morfoestructurales y poblacionales de *Andropogon gayanus* Kunth y su relación con la vegetación adventicia bajo pastoreo intensivo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”-EPPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 132 p.
- Machado, R. & Olivera, Yuseika. 2003. Bases conceptuales e implicaciones de las variaciones de la vegetación en los pastizales. *Pastos y Forrajes.* 26:279
- McIntyre, G.A. 1978. Statistical aspects of vegetation sampling. In: Measurement of grassland vegetation and animal productions (Ed. L. tMannetje). Commowalth Bureau of Pasture and Field Crops. Hurley, Berkshire, England. p. 8
- Molina, P. & Francisco, J. 2001. La razón económica; economía y biodiversidad. *Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente.* 22:12

- Newman, E.I. 2000. Applied ecology and environmental management. Blackwell Science, London, UK. p. 150
- Pentón, Gertrudis. 2000. Efecto de la sombra de los árboles sobre el pastizal en un sistema seminatural. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”-EPPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 42 p.
- Peters, M. *et al.* 2002. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 114 p.
- Sánchez, Tania. 2007. Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Camaguey- EPPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 105 p.
- Thorvaldsson, G. 1996. Botanical composition of Icelandic grass fields. *Acta Agric. Scand. Sec. B. Soil and Plant Sci.* 46:121

Recibido el 28 de abril del 2009

Aceptado el 10 de junio del 2009

Diversity and quantity of the flora in a disturbed and rationally grazed pastureland

Abstract

With the objective of studying the changes in the diversity and quantity of the flora in a pastureland rationally managed and disturbed by burning, the botanical composition was determined during four years and a half, using a square frame in 20 spots of each paddock. By the end of the experimental period there was a strong hegemony of grasses and perennial legumes with regards to the species from other families with equal cycle, in number (22 vs 1) as well as in covered area (92,7 vs 0,004%). A similar pattern was detected in annual species, independently from the family. The area covered by the grasses increased after burning and in legumes it tended to decrease, as well as their number (7 vs 4). *Panicum maximum* cv. Likoni was the prevailing species, increasing from 27,3 to 68,0%; *Brachiaria decumbens* increased slightly (1,0 to 4,6%); while *Andropogon gayanus* decreased (21,4 to 6,0%). Adventitious species such as *Dichanthium annulatum*, *Dichanthium aristatum* and *Indigofera mucronata* increased or maintained fluctuating populations; others like *Dichanthium caricosum* and *Centrosema molle* decreased; while *Acacia farnesiana* and *Alysicarpus vaginalis* tended to disappear. It is concluded that under these conditions a cover was created very different from the one produced with a previously applied intensive rational management and the importance of the species composition index to explain the variations produced in grazing was corroborated.

Key words: Biodiversity, botanical composition

Introduction

Pastureland agroecosystems have relevant importance for producing milk and meat, among other outputs, and they are estimated to occupy more than one fourth of the earth's surface (Newman, 2000). For such reason, in recent decades attention has been given to the changes occurred in the composition of their cover and the role played by the dynamics of their populations, from the academic as well as productive point of view (Jones et al., 1991; Machado and Olivera, 2003).

Works carried out in that sense include the ones conducted by Kenneth (1970), who determined the causes of deterioration in eastern grasslands of the United States during 50 years; the one developed by Thornaldsson (1996), who studied the botanical composition in 1294 pasturelands belonging to 191 farms throughout Iceland; and the one by Cocks and Osman (1996), who examined the plant populations and biomass in consecutive years and related them to the soil conditions in the farms placed in marginal areas of northern Siria.

In the particular case of Cuba, with the exception of the research work developed by Jardines (2005), the composition of the species and its evolution has been estimated in short-term trials, which is considered risky and useful only in essays designed to test animal productivity for an existing vegetation type (Jones et al., 1995), but they have mainly lacked information about adventitious species and their individual proportion within the pastureland.

On the other hand, the changes in plant cover have not been studied either when different management systems are used in the same pastureland, which has special interest from the practical point of view.

Based on these premises, the objective of this work was to determine the effect of grazing on the changes produced in the diversity and quantity of the flora in areas of a mixed pastureland that was rationally managed and disturbed by fire.

Materials and Methods

Experimental procedure. The study was conducted in areas established in 1986 with *Andropogon gayanus* CIAT-621 (33,3% of the total area), *Panicum maximum* cv. Likoni (16,6%), *Cenchrus ciliaris* Formidable (16,6%), and an association of *A. gayanus* CIAT-621, *Neonotonia wightii* and *Teramnus labialis* (33,3%). These pasturelands were exploited without irrigation or fertilization during three years (until 1989). In 1992 they began to be managed by means of the intensive rational grazing technique, with a mean instantaneous stocking rate of 210 animals/ha, until the dry season of 1994. In June-August, 1996, after two years of rest, the area was plowed at a 4-m distance to plant the species *Albizia lebbek* and *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, with a density of 900 plants/ha.

After the establishment of the trees there was a fire in 1997. The area remained resting and observations were made of its recovery. Between August, 1998 and April, 1999 intermittent grazing was performed; it consisted in grazing in the morning, and then after the plants were recovered from defoliation, the animals were introduced again. During that period a moderate instantaneous stocking rate was used (70-100 animals/ha). Between May, 1999 and March, 2000, the pastureland was rationally grazed, with the same stocking rate and resting depended on the recovery from defoliation. These grazings averaged 28 days in the rainy season and 66 in the dry season. Since that date intensive rational management was used, with 150 animals/ha as instantaneous stocking rate until October, 2000.

Sampling. The first sampling of the period analyzed in this work was in May, 1996, before planting the trees and shrubs; the second in the dry season, 1998; the third in August, 1999; the fourth in the dry season, 2000; while the fifth and last took place in the rainy season, 2000. Before these samplings other two were made: the first at the end of the exploitation stage with the intensive rational grazing technique (dry season, 1994) and an additional one six months later, which served as reference for the analysis of flora evolution.

The percentual species composition in the area of each paddock was determined through a variant of systematic sampling, which was proposed by McIntyre (1978). For that a square framework (1 m²) was used, which was randomly thrown in a first spot; the observations were made in this and other 19 spots within each paddock (0,5 ha), thus the size of the sample was 0,4% in each sampling.

In order to avoid errors due to heterogeneity, because of the high diversity of species, sampling was done in all the paddocks (total 12), totalling 240 runs in each sampling.

The percentual area covered by each and every existing species in each square meter was estimated in situ. They were identified at the moment of sampling or herborized for their later identification.

Taking into consideration the statements made by Brown (1963), it was understood as covered area the one that remained under the foliage and not the one which is only covered by the "crown" or base of the plant, in the case of tillering types; while for creeping species it consisted in the area covered by the foliage.

The mean percentage of covered area by established pastures and adventitious species, was obtained through the mean of all the observations made in each sampling, considering the latter as sampling mean.

Analysis of the floristic composition. The interpretation of the results of the floristic composition was approached through a seasonal evolutionary descriptive system, for each and every existing species. Yet, different categories were established according to the trends they maintained during the experimental period, that is, those which increased in terms of covered area, the ones that decreased or disappeared, those that maintained fluctuating populations and the ones that were detected circumstantially.

Results and Discussion

Tables 1 and 2 indicate the number and covered area by the perennial and annual species, respectively, in the four samplings and the three that were made before planting the trees.

As it is shown, there was high predominance of perennial species (except those from other families) over annual species, in number as well as covered area. This indicates that the latter were dominated and did not

influence the interactions that could be created with the other components of the plant cover and the animals, and among themselves.

A casuistic analysis of the perennial species (table 1) allows to observe the presence of a strong numerical and population hegemony of grasses and legumes, which can be ascribed to the fact that these species, independently from their growth habit, biorythm and management system, are best adapted and their populations are more vigorous under exploitation conditions with cattle, if compared to species from other families with equal cycle, which were maintained in low proportion and tended to disappear. This behavior pattern was similar to the one observed in the preceding stage, when a rational management with high instantaneous stocking rates was used (Machado, 2002), which indicates that the use of lower stocking rates did not favor their number and colonized area. Such arguments show the few possibilities those species had for playing an important role during that experiment and the previous one, as components of the biodiversity, population dynamics and productivity of the pastureland.

The reasons that justify such behavior in grasses and perennial legumes are related to several known morphological and physiological attributes, such as: the presence of a higher number of growth spots; enough reserves to develop their potential regrowth capacities after defoliation; the presence of abundant more or less vigorous shoots, with high reposition potential and growth rate; the presence of stolons, rhizomes or both; the high seed production that ensures their propagation (in most of these species); the high capacity for the utilization of resources from their peculiar root and aerial systems; as well as an efficient photosynthetic path in the particular case of grasses.

It is valid to express that the number of grass species was relatively high one year and nine months after planting the trees and shrubs (11 species), but it decreased slightly after the disturbance event caused by the fire; unlike the covered area, which increased maybe because of the effect this event could have exerted on the germination and emergence of the seed that is maintained in the seed banks. One of the most favored species in this sense was *P. maximum* cv. Likoni. Afterwards, the number of grass species increased by the end of the rainy season, 2000, and so did the populated area, which reached 85,3% of the pastureland.

In the case of legumes, the number of species was much lower and it was reduced with regards to the initial status. The decrease of the area occupied by this species was noticeable, which was more stresses after the disturbance. Since that period the legume area remarkably decreased and no recovery signs were detected. For such reason, the present species were supposed to be more sensitive to this type of event; in addition to the fact that their populations were subject to the effect of a high degree of interference by the other individuals of the community, especially grasses. The interference effect is known to be produced not only due to the competition for such resources as water and light, but also to the microclimatic modifications that occur in the environmental microsite in which these plants live; as well as due to other indirect effects caused by the development rate of the foliage of neighboring individuals and the severity of their effects (Burton, 1993).

Besides, the intermittent management could have caused the grasses to grow and develop more profusely and with higher vigor, thus limiting the presence of areas that could be occupied by legumes and species from other families, aspect which was discussed by Jardines (2005) when studying the appearance frequency of legumes in areas of grazed or non grazed agroecosystems, although the behavior pattern for the different species was dissimilar, with higher presence of those characterized by being low.

P. maximum cv. Likoni reached the highest colonization degree (table 3). This indicator increased progressively since the dry season, 1994, when concluding the preceding trial, until the last sampling of 2000, moment in which it reached 68 %; covered area with that it became the prevailing species within the pastureland. This behavior is ascribable to its high colonization capacity and high persistence in the pastureland (Sánchez, 2007), which was shown acceptably in an unfavourable environment, in spite of its high requirements in terms of inputs. For such reason in its population some symptoms of chlorosis and lack of vigor in the regrowths were found at the beginning of this experimental stage, pattern that changed remarkably after the burning and the development of trees and shrubs. With that the results obtained by Penton (2000) are corroborated; this author detected that this species, and especially this cultivar, reached the

highest vigor and covered area when planted under shade conditions, even more severe than the ones existing in the studied area.

It is valid to state that *Brachiaria decumbens* maintained relatively low indexes of covered area, which fluctuated in a wide range in spite of being a much invading species. This behavior is ascribable maybe to a low seed production under these conditions, which did not allow it to disperse and populate other areas, especially if it is taken into account that it is a pasture moderately resistant to shade (Penton, 2000) and which recovers after grazing and competes favorably with adventitious species (Peters et al., 2002).

The population variations of the species that decreased or disappeared are observed in table 4. Regarding the ones that were originally established in these areas, it is important to say about *A. gayanus* CIAT-621, that it started this period with low population before planting the trees and shrubs, and after the fire it recovered; however, it decreased afterwards and only reached 6% covered area at the end of the rainy season, 2000. This behavior could have been due to the strong interference caused by the other species, particularly those that were more aggressively developed, such as cv. Likoni, which populated 85,3% of the total area. With this effect it is possible that its tillers were weakened, which are characterized by high vigor in their aerial strata but with a very surface root system (more than 80% of their roots in the first 5-10 cm of soil), which caused their partial or total death, effect that could have being worsened by animal trampling and consumption. This contrasts with the observations made by Machado (2002) who proved that with a rational management with high instantaneous stocking rates, the population of this pasture did not decrease, but it rather increased from an initial status that can be considered poor (28%).

The other species decreased before or after the fortuitous burning and some disappeared, which was in correspondence with their specific abilities and the interactions in this agroecosystem.

Other species were circumstantially detected in the pastureland and were not counted as part of there results. Such was the case of *Paspalum notatum*, *Sorghum alnum*, *Cynodon dactylon*, *Sida rhombifolia*, *Hyparrhenia rufa*, *Indigofera sumatrana*, *Walteria americana*, *L. leucocephala* and *A. lebeck* (these last two due to the dissemination from the planted individuals), which population indexes were lower than 0,6%.

Trying to identify all the mechanisms that propitiated these changes in the floristic diversity under above-mentioned conditions, would be little practical. It is considered important to determine precisely that all those that were discussed by Machado and Olivera (2003) could have intervened, and particularly the ones related to the interference among species and their interactions with animals and their management, including the direct and indirect actions of the last ones over the components of the plant cover, aspect which was referred by Molina and Francisco (2002); the changes in climate, soil and resource availability should also be taken into account.

The changes produced during this stage were interesting, creating a very different cover from the one formed when management was performed in a rational and continuous way without interferences. In this work a negative trend was present regarding the number and area in legumes, as well as a predominance of grasses (with particular emphasis on one of their species), with which diversity and especially the quality of the pastureland decreased, as compared to the effects produced by intensive rational management, with high instantaneous stocking rates.

Nevertheless, the results corroborate the importance of the composition index of species as a useful tool to explain the sensitive changes in the floristic variability produced in grazing areas (Fribourg and McLaren, 1985), in the research as well as the productive sector, which turns it in fact into a pondering and comparison element, as well as a possible indicator to be considered for establishing or changing strategies in pastureland management.