

Efecto de la defoliación sobre el crecimiento, área foliar e intercepción de luz en pastos tropicales.

The effect of defoliation on growth, leaf area index and light interception on tropical grasses.

Tyrone Clavero C. ¹

Resumen

Un estudio de campo fue realizado con los doce pastos tropicales macollosos más importantes del suroeste de los Estados Unidos, con el objetivo de estudiar la influencia de las prácticas de defoliación sobre el índice de área foliar, intercepción de luz y rebrote, además las relaciones entre esos parámetros. Los pastos utilizados fueron Pretoria - 90 (*Dicanthium annulatum*, Stapf), Lauresa (*Pennisetum orientales*), Old bluestem (*Bothriochloa ischaemum*), Verde y Klein-75 (*Panicum coloratum* L), pasto wilman (*Eragrostis superba*) pasto Buffel cultivar Nueces y Llano (*Cenchrus ciliaris* L.), pasto Morpa y Renner (*Eragrostis curvula*, Schrad), pasto Rhodes (*Chloris gayana*, Kunth) y Alamo Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). Se observaron diferencias significativas ($P < 01$) en el índice de área foliar, intercepción de luz y tasas de crecimiento entre los pastos evaluados; Pretoria-90 y Lauresa tuvieron la mayor y menor tasa de crecimiento (1.31 y 0.53 g/día), respectivamente. Los máximos valores de todos los parámetros evaluados fueron obtenidos con la frecuencia de cosecha de 42 día a una altura de corte de 30 cms. Las relaciones entre intercepción de luz, tasas de crecimiento asociado con índice de área foliar, no fueron consistentes. Aparentemente, existen otros factores los cuales contribuyen a la inconsistencia de estas relaciones, las cuales no fueron incluidas en este estudio.

Palabras claves: Defoliación, índice de área foliar, intercepción de luz y rebrote.

Recibido el 07-06-92. • Aceptado el 23-09-92

1. Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía. LUZ. Apdo. de Correo 15.205.

Abstract

A field study was conducted with twelve warm season perennial grasses representing the most important bunch grasses in the southwest U.S.A. the grasses were: Pretoria - 90 (*Dicanthium annulatum* Stapf), Lauresa (*Pennisetum orientate*), old worl bluestem (*Bothriochloa ischaemum*) verde and Kleingrass 75, (*Panicum coloratum* L.), Wilman lovegrass (*Eragrostis superba*), Nueces and Renner lovegrass (*Eragrostis curvrula* Sachad) Bell rodesgrass (*Chloris gayana* Kunth) and Alamo Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). These were significant differences ($p < .01$) in leaf area index, light interception and growth rate among grasses. Pretoria - 90 had the highest groth rate with an average of 1.31 g/day. Whereas, Lauresa with an average of 0.53 g/day was lowest. The maximum values were obtained at a frequency of 42 days and 30 cm cutting height. The relationship between light interception growth rate associate with leaf area index were not consistent. Apparently, these were several factors which contributed to the inconsistency of relationship which were not included in this study.

Key words: Defoliation, leaf area index, light interception, regrowth.

Introducción

La productividad de muchos cultivos aumenta a medida que el área foliar se incrementa y más luz sea absorbida para la fotosíntesis. Numerosos trabajos de investigación se han realizado en áreas templadas para determinar la importancia de la relación entre luz y área foliar para el rebrote y producción de pastizales (Black, 1957; Donald y Black, 1958; Davies, 1971).

Brougham (1960) presentó evidencias, las cuales indican que la productividad está más relacionada con la cantidad de clorofila, que con el área foliar, pero esta última es más fácil de determinar y más comúnmente utilizada. El área foliar es expresada usualmente como índice de área foliar (LAI), la cual es la relación entre el área de hoja y el área de suelo. La tasa de crecimiento de un pastizal aumenta a medida que el índice de área foliar se incrementa y mayor intercepción de luz ocurra (Ludlow, 1978).

Mott y Popenoe (1977) sugirieron que las especies de pastos tropicales difieren grandemente con respecto a sus habilidades, para interceptar la luz solar y por lo tanto, varían sus tasas de asimilación neta. Los valores óptimos del índice de área foliar varían entre 2 y 15 dependiendo de las especies. Algunas líneas de *Pennisetum purpureum*, *Schum* y *Panicum maximum* Jacq., tienen hojas cercanas a la vertical durante gran parte de su crecimiento; lo cual permite desarrollar índices de área foliar elevados y altas eficiencias en la intercepción de luz. Otras especies tales como *Cynodon*,

Digitaria y Brachiaria, tienen hojas más orientadas a la horizontal y por tanto, desarrollan índices de área foliar bajos.

Engel et al. (1987) reportaron que el *Bromus inermis* Leys, durante su crecimiento reproductivo tiene los tallos erectos, con una estructura abierta y con altos valores de índice de área foliar.

La ejecución de esta investigación, permitió estudiar la influencia de las prácticas de defoliación sobre los índices del área foliar, intercepción de luz y rebrote, además de las relaciones entre esos parámetros en los pastos tropicales.

Materiales y Métodos

Un estudio de campo fue iniciado en 1985, en un suelo aluvial franco arcilloso. Doce pastos sub-tropicales representando las más importantes gramíneas macollosas en el suroeste de los Estados Unidos de América, fueron incluidos en esta investigación. Los pastos utilizados fueron Pretoria-90 (*Dicanthium annulatum* Stapf), Lauresa (*Pennisetum orientale*) Odl World bluestem (*Bothriochloa ischaemum*), Verde y Kleingrass 75 (*Panicum coloratum* L.), Nueces y Llano buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.), Morpa y Renner lovegrass (*Eragrostis curvula*, Shrad), Rhodesgrass (*Chloris gayana*, Kunth) y Alamo Switchgrass (*Panicum virgata* L.).

El experimento fue conducido en la Estación Experimental de Texas A&M University, localizada en los márgenes del Río Brazos, cerca de College Station Texas. Los bloques consistieron de cuatro hileras de seis (6) mts. de longitud con 50 cm. entre hileras. Los bloques fueron regados cuando fue necesario para mantener el crecimiento activo. El diseño experimental utilizado fue el de parcelas subdivididas con tres repeticiones. En la parcela principal se asignaron los doce pastos perennes. En las subparcelas fueron asignadas las frecuencias de corte y en las sub-subparcelas las alturas de corte. el pasto fue cosechado a dos frecuencias de corte (21 y 42 días) y dos alturas de cortes (10 y 30 cms). Las mediciones incluyeron intercepción de luz, tasa de crecimiento e índice de área foliar. La intercepción de luz fue medida utilizando un instrumento construido por LAMBDA Instrument Corporation, cuyas lecturas fueron realizadas entre las 10:00 am. y 3:00 pm. Dos lecturas fueron realizadas en cada bloque antes de cada cosecha. El porcentaje de luz interceptada por el forraje de la planta fue calculado dividiendo la cantidad de luz interceptada a nivel del suelo entre la cantidad de luz interceptada sobre el forraje.

Cada tres semanas una planta fue cosechada manualmente para cada tratamiento a la altura de corte designada. El resto del material fue cosechado con el corte de cuchillas flotantes a la altura apropiada.

Las tasas de crecimiento fueron calculadas al dividir la cantidad de materia seca producida entre los días entre cosechas. Las hojas y los tallos, fueron separadas para determinar el área de la hoja de cada planta. El área foliar fue obtenido con el uso de un planímetro óptico. El índice de área foliar fue calculado al dividir el área foliar entre el área de suelo ocupada por las plantas.

Los datos fueron sujetos a un análisis de varianza, las medias separadas por la prueba de rango múltiple de Duncan.

Las relaciones entre el índice de área foliar, la intercepción de luz y las tasas de crecimiento fueron evaluadas por análisis de regresión.

Resultados y Discusión

El índice del área foliar presentó diferencias altamente significativas ($P < 01$) entre los pastos evaluados. El promedio del índice de área foliar fue aproximadamente 32% mayor en el segundo año que durante el año de establecimiento (Tabla 1). Pretoria - 90, tuvo el máximo valor de área foliar de los 12 pastos evaluados, seguidos por las dos líneas de Klein y las dos de pasto buffel. Además, se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 01$) en la intercepción de luz entre los pastos en cada uno de los años evaluados (Tabla 1). Pretoria - 90 interceptó el mayor porcentaje de energía radiante a todas las otras especies evaluadas. Asimismo, se presentaron repuestas diferentes en las distintas gramíneas en cada año. El pasto Rhodes fue clasificado como el tercero en porcentaje de intercepción de luz durante el año de establecimiento; descendió al décimo primero en el segundo año, por el contrario al pasto verde Klein, clasificado como sexto en 1985, ascendió el tercero en 1986.

Las tasas de crecimiento presentaron diferencias altamente significativas ($P < 01$) entre los pastos evaluados (Tabla 1). Pretoria - 90, presentó la mayor tasa de crecimiento de todas las especies evaluadas con un promedio de 1.31 g/día, mientras que Lauresa produjo un promedio de 0.53 g/día, lo cual representó la tasa de crecimiento más baja. Con excepción del pasto Pretoria - 90 y Rhodes, las tasas de crecimiento de todas las otras especies incrementaron de 1985 a 1986. En general, las tasas de crecimiento fueron 55% mayores durante el segundo año.

Tabla 1. Índice de área foliar (LAI), intercepción de luz (LI) y tasa de crecimiento (GR) para pastos tropicales.

Pastos	LAI		LI %		GR g / día	
	1985	1986	1985	1986	1985	1986
Laurea	2.24 de*	3.46 gh	50.3 g	48.4 fg	0.29 f	0.78 ef.
Pretoria - 90	4.13 a	5.77 a	70.2 a	71.7 a	1.33 a	1.28 a
Verde Kleingrass	2.80 b	4.40 bc	57.7 cde	51.3 c	0.58 cd	0.93 de
Klein - 75	2.66 b	4.26 bcd	54.6 ef	52.6 cd	0.49 cd	0.81 def
Willman levegrass	2.16 e	3.77 ef	50.9 fg	49.1 ef	0.63 bc	0.83 def
Nueces buffelgrass	4.18 b	4.18 cd	61.9 b	54.5 c	0.65 bc	0.86 def
Llano buffelgrass	2.87 b	4.49 b	60.6 bc	60.4 b	0.60 bc	0.84 def
Morpa lovegrass	2.31 de	2.62 l	54.4 ef	41.9 h	0.42 de	0.82 def
Renner lovegrass	2.35 de	3.71 f	56.7 fg	56.1 de	0.37 ef	1.06 be
Rhodesgrass	2.62 bc	3.19 h	61.2 bc	46.2 g	0.77 f	0.76 f
Old bluesten ^{h)}	3.02 b	3.60 fg	60.2 bed	51.5 de	0.61 bc	0.97 cd.
Alamo swithgrass	2.40 cd	4.01 de	51.9 fg	54.1 cd	0.47 de	1.16 ab
Promedio	2.70	3.95	57.5	53.6	0.60	0.93

* Valores dentro de una columna seguido por la misma letra no son significativos al 0.05 nivel de probabilidades para la prueba de rango multiple de Duncan.

El índice del área foliar, la intercepción de luz y la tasa de crecimiento, mostró una tendencia similar a los tratamientos de defoliación en todos los pastos evaluados. Los valores de estas variables dependientes fueron mayores a los 42 días de frecuencia de cosecha y 30 cm. de altura de corte y los menores valores se reportaron con la frecuencia del 21 días y 10 cms. de altura de corte (Tabla 2).

Tabla 2. Promedio entre pastos tropicales de intercepción de luz, tasa de crecimiento e índice de área foliar para diferentes defoliaciones.

Frecuencia (días)	Altura (cm)	Intercepción de luz (%)	Tasa de crecimiento g/día	Índice de área foliar
21	10	36.4 b*	0.49 b	1.81 b
	30	48.3 a	0.77 a	2.74 a
42	10	65.5 b	0.84 b	4.15 b
	30	71.9 a	0.97 a	4.62 a

* Medias para una frecuencia de cosecha para diferentes alturas de corte seguidos por la misma letra no son significativos al .05 nivel de probabilidad para la prueba de rango múltiple de Duncan.

Bajo las defoliaciones menos severas, todas las plantas produjeron mayor número de tallos, lo cual fue beneficioso en la producción de hojas, y por lo tanto, incrementó la cantidad del área foliar por planta. En contraste con la defoliaciones intensivas y frecuentes, las plantas presentaron una reducción en el peso de la corona de la macolla, la cual afectó el número y desarrollo de los tallos y consecuentemente, una reducción en la producción del área foliar. Esta reducción en el desarrollo foliar, afectó el índice de área foliar y la intercepción de luz.

La relaciones entre la intercepción de luz y la tasa de crecimiento asociadas con cambios en el índice de área foliar, no fueron consistentes. Las ecuaciones de predicción por análisis de regresión para todas las combinaciones de factores, se presentan en la Tabla 3 y 4. Los modelos explican el 70 y 66% de la variación de luz interceptada y las tasas de

Tabla 3. Relación entre intercepción de luz, tasa de crecimiento e índice de área foliar.

Variables	Ecuaciones	R ²
Intercepción de luz (LI) vs índice de área foliar (LAI).	$LI = 14.99 + 15.95LAI - 0.94(LAI)^2$	0.70
Tasa de crecimiento (GR) vs índice de área foliar	$GR = 0.07 + 0.23LAI - 0.006(LAI)^2$	0.66

Tabla 4. Relación para cada gramínea entre intercepción de luz (LI), tasa de crecimiento (GR) e índice de área foliar (LAI)

Gramíneas	Ecuaciones de regresión	R ²
Laurea	$LI = 9.43 + 19.54LAI - 1.545(LAI)^2$	0.71
Pretoria	$LI = 25.72 + 10.75LAI - 0.286(LAI)^2$	0.83
Verde Kleingrass	$LI = 14.14 + 16.54LAI - 1.08(LAI)^2$	0.69
Klein - 75	$LI = 13.10 + 16.76LAI - 1.19(LAI)^2$	0.71
Willman lovegrass	$LI = 17.17 + 15.86LAI - 1.38(LAI)^2$	0.50
Rueces buffelgrass	$LI = 9.06 + 20.79LAI - 1.65(LAI)^2$	0.64
Llano buffelgras	$LI = 21.51 + 13.99LAI - 0.79(LAI)^2$	0.69
Morpa lovegrass	$LI = 4.36 + 31.39LAI - 3.54(LAI)^2$	0.70
Renner lovegrass	$LI = 7.21 + 24.56LAI - 2.42(LAI)^2$	0.64
Rhodegrass	$LI = 33.43 + 51.21LAI - 6.54(LAI)^2$	0.66
Old world bluestem	$LI = 1.95 + 26.66LAI - 2.42(LAI)^2$	0.76
Alamo switchgrass	$LI = 17.46 + 13.01LAI - 0.49(LAI)^2$	0.77

Continuación Tabla 4.

Gramíneas	Ecuaciones de regresión	R ²
Laureña	GR = 0.011 + 0.23LAI - 0.012(LAI) ²	0.52
Pretoria - 90	GR = 0.57 + 0.61LAI - 0.042(LAI) ²	0.60
Verde kleingrass	GR = 0.07 + 0.31LAI - 0.019(LAI) ²	0.74
Klein - 75	GR = 0.018 + 0.35LAI - 0.03(LAI) ²	0.74
Wilman lovegrass	GR = 0.17 + 0.44LAI - 0.04(LAI) ²	0.60
Nueces buffelgrass	GR = 0.09 + 0.33LAI - 0.02(LAI) ²	0.74
Lilano buffelgrass	GR = 0.19 + 0.33LAI - 0.02(LAI) ²	0.75
Morpa lovegrass	GR = 0.33 + 0.44LAI - 0.04(LAI) ²	0.66
Renner lovegrass	GR = 0.07 + 0.12LAI - 0.03(LAI) ²	0.60
Rhodesgrass	GR = 0.08 + 46.72LAI - 0.05(LAI) ²	0.46
Old world blestem	GR = 0.07 + 0.65LAI - 0.03(LAI) ²	0.67
Alamo switchgrass	GR = 0.11 + 0.33LAI - 0.01(LAI) ²	0.69

crecimiento respectivamente. Para pastos individuales, los valores de R^2 para intercepción de luz se encuentra en un rango desde 0.50 para el pasto Wilman hasta 0.83 para Pretoria-90. Los valores de R^2 para los modelos de las tasas de crecimiento varían desde 0.46 para pasto Rhode, hasta 0.75 del pasto buffel cultivar Llano. Los valores de R^2 para muchos de estos modelos indican que menos de la mitad de la variación de la intercepción de la luz y tasas de crecimiento, pueden explicarse por los cambios en el índice del área foliar. Ambos, tanto la intercepción de luz como las tasas de crecimiento mostraron una relación cuadrática con el índice del área foliar. Resultados similares fueron reportados por Engel et al. (1987) para pasto *Bromus inermis*. Incrementos en el índice del área foliar, aumentó la intercepción de luz y las tasas de crecimiento, pero se presentó un punto después del cual los incrementos en el índice del área foliar no produjo cambios significativos en la intercepción de luz y en las tasas de crecimientos. Resultados similares fueron reportados por Humphreys (1966, 1980). Las grandes diferencias en las tasas de crecimiento ente pastos fue, debido posiblemente, a las diferencias en las tasas de respiración o en la eficiencia fotosintética. Además, las diferencias en la arquitectura fotosintética entre especies, puede explicar las diferencias en las tasas de crecimiento. Sheehy y Cooper (1973), demostraron que las grandes diferencias entre especies y/o variedades en las tasas de crecimiento, fueron asociados con diferencias en la distribución de la luz dentro de la estructura de la planta, sugiriendo que la arquitectura de la planta es un factor importante a considerar para explicar las características de crecimiento de las mismas.

Aparentemente, algunos factores contribuyeron a la falta de consistencia de relación entre la intercepción de luz, la tasa de crecimiento y el índice del área foliar. Quizás la mayor importancia es que las plantas interactúan dinámicamente con varios componentes del ambiente. Además, otras características de las plantas tales como ángulo de las hojas, la distribución de las hojas, la reflexión de la luz, las tasas de respiración, la fotosíntesis de hojas individuales y la estructura del pastizal que afecten en conjunto la tasa de fotosíntesis de la planta.

Literatura Citada

1. BLACK, J.N. 1957. The influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. Herb. Abstr. 27:89-98.
2. BROUGHAM, R.W. 1960. The relationship between critical leaf área, total chlorophyll content, and maximum growth rate of some pasture and crop plants. Ann. Bot. 24:463-474.
3. DAVIES, A. 1971. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. J. Agric. Sc. 77:123-143.
4. DONALD, C.M. and J.N. BLACK. 1958. The significance on leaf area in pasture growth. Herb. Abstr. 28:1-6.

5. ENGEL, R.K., L.E. MOSER, J. STUBBENDIECK and S.R. LOWRY. 1987. Yield accumulation, leaf area index, and light interception of smooth bromegrass. *Crop Sci.* 27:316-321.
6. HUMPHREYS, L.R. 1966. Subtropical grass growth. 2. Effects of variation in leaf area index in the field. *Qd. Agric. Anim. Sci.* 23:337-358.
7. HUMPHREYS, L.R. 1980. Tropical pasture and fodder crops. Longman, London p. 135.
8. LUDLOW, M.M. 1978. Light relations of pasture plants. In: J.R. Wilson (Ed.) *Plant Relations in Pastures*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal. p. 35.
9. MOTT, G.O. and H.L. POPENOE. 1977. Grassland. In: *Ecophysiology of tropical crops*. Academic Press. New York. pp. 157-186.
10. SHEEHY, J.E. and J.P. COOPER, 1973. Light interception, photosynthetic activity and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. *J. Appl. Ecol.* 10:239-250.