

## Interrelación entre índice de área foliar, intercepción de luz y crecimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)

The interrelationship between leaf area index light interception and growth of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.)

Tyrone Clavero Cepeda<sup>1</sup>

### Resumen

El objetivo fundamental de esta investigación, fue estudiar la influencia de la fertilización nitrogenada sobre el índice de área foliar, la intercepción de luz, la tasa de crecimiento y las relaciones entre estos parámetros en el pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en diferentes épocas del año. El crecimiento del pasto buffel para cada estación, presentó diferencias significativas para las medidas del material vivo, el índice del área foliar y la intercepción de luz. Los valores máximos de rendimiento en material vivo, fueron obtenidos durante la primavera de 1986, los cuales fueron de 8.4 TN/Ha. Los valores críticos del índice de área foliar estuvieron entre 5.0 - 5.5; alcanzándose ese nivel alrededor del 15 de mayo con un rendimiento de material vivo de 4.2 TN/Ha. Las máximas tasas de crecimiento para esa estación fueron de 160 Kg/Ha/día. En el verano de 1985, el pasto buffel produjo un máximo rendimiento de material vivo de 3.4 TN/Ha. Los valores críticos del índice de área foliar, estuvieron alrededor de 4.0 con un rendimiento de material vivo de aproximadamente 3.1 TN/Ha., con una tasa de crecimiento de 52 Kg/Ha/día. En el otoño de 1985, los máximos rendimientos de material vivo fueron de 3.2 TN/Ha. Los valores críticos del índice de área foliar, fueron aproximadamente 4.0 a un rendimiento de 2.1 TN/Ha, con una tasa de crecimiento de 44 Kg/Ha/día. Se presentaron diferencias importantes entre el crecimiento en primavera y el verano - otoño, relacionado con el estado de desarrollo de las plantas. Debido a la alta radiación recibida en la primavera, el pasto presentó una tasa elevada de CO<sub>2</sub> fijado y de tejido nuevo producido en la parte aérea de la planta, de manera que la tasa de producción de nuevo

Recibido el 15-07-92 • Aceptado el 19-10-92

<sup>1</sup> Postgrado Producción Animal. LUZ - AGRONOMIA. APDO POSTAL 15.205. Maracaibo - Venezuela

tejido excedió a la tasa de mortalidad, por lo que el material, vivo cosechado fue elevado.

**Palabras Claves:** *Cenchrus ciliaris*, índice área foliar, tasas de crecimiento.

### Abstract

The objectives of this research were to study the effect of nitrogen fertilization on leaf area index, light interception, growth rate and the relationship between these parameters on buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.) in different seasons. Buffelgrass growth for each season exhibited significant differences in mean live yields, leaf area index and light interception. Maximum live yield obtained in the spring of 1986 was about 8.4 TN/Ha. Critical leaf area index was approximately 5.0 - 5.5, with this level being reached around May at live yield of about 2.4 TN/Ha. Maximum mean growth rate for the spring was about 160 Kg/Ha/day. In the summer of 1985, buffelgrass attained a maximum live yield of about 3.4 TN/Ha. Critical leaf area index was most likely around 4.0 with a maximum growth rate of about 52 kg/Ha/day. In the fall of 1985, maximum live yield was about 3.2 TN/Ha. Critical leaf area index was about 4, at a live yield of approximately 2.1 TN/Ha, with a maximum mean growth rate of about 44 Kg/Ha/day. This research showed significant differences between the spring growth and summer-fall growth. Due to high radiation during the spring, buffelgrass showed high growth rate, the production of new tissue was higher than the mortality rate. Therefore, potential crop growth was highest in the spring.

**Key words:** *Cenchrus ciliaris* L. leaf area index, crop growth rate.

### Introducción

El manejo de los pastos es muy complejo, puesto que relaciona varios conceptos que determinan su crecimiento y utilización. Está demostrado que entre las plantas la competencia ocurre por factores físicos del ambiente, entre los cuales el agua, los nutrientes y la luz, son los de mayor significancia. Muchos trabajos se han realizado sobre efecto del agua y los nutrientes como factores limitantes en la producción agrícola, pero la luz ha recibido poca atención particularmente en el área de pastizales. Obviamente, si el agua y los nutrientes son suministrados en cantidades adecuadas, el único limitante para la producción estará determinado por la competencia por la luz; en otras palabras, la tasa de fotosíntesis por unidad de área de suelo es el último factor limitante de la productividad cuando las plantas están creciendo en condiciones favorables del ambiente.

Un aumento de la producción de los pastizales, requiere de un incremento en la eficacia de la utilización de la energía solar, la cual puede lograrse empleando prácticas de manejo tales como, la defoliación y/o la fertilización dirigida a incrementar el área foliar y la fotosíntesis neta por unidad de superficie. Para obtener máximos valores en rendimiento de materia seca aprovechable por los animales, se requiere utilizar el pastizal a niveles de índice de área foliar en los cuales no existe un máximo de fotosíntesis bruta, pero donde se obtenga un óptimo balance entre fotosíntesis neta, producción materia seca, forraje consumido y senescencia ( 1, 7 y 9).

De acuerdo a las sugerencias de Mott y Popenoe (1977), los pastos de origen tropical difieren gradualmente entre sí, en relación a su habilidad para capturar la radiación solar, por lo que es necesario estudiar cada uno de ellos en particular. Con este marco de referencia y en vista de la necesidad de iniciar en esta área los estudios en especies de origen tropical, se seleccionó al pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), el cual es ampliamente utilizado en las regiones áridas y semiáridas del trópico y sub-trópico.

El objetivo fundamental de esta investigación, fue el de estudiar la influencia de prácticas de fertilización nitrogenada sobre el índice de área foliar, intercepción de la luz, tasa de crecimiento y las relaciones entre estos parámetros en el pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), en diferentes épocas del año.

## Materiales y Métodos

Las semillas del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), fueron inicialmente plantadas en un invernadero en enero de 1984.

Las plantulas individuales, fueron trasplantadas a bolsas plásticas pequeñas a inicios de marzo y al campo a mediados del Abril de 1984.

El experimento de campo fue conducido en la estación experimental de Texas A&M University, ubicado en los márgenes del Río de Brazos, cerca de College Station, Texas. El suelo fue un aluvial franco arenoso, con una pendiente de 0-2 % bien drenado.

El promedio de precipitación en la zona es de 793 mm/año, con distribución predominante durante primavera y otoño. El ensayo recibió una fertilización básica de 100 y 150 Kg/ha/año de  $K_2O$  y  $P_2O_5$ , respectivamente, al inicio del período de crecimiento durante la primavera.

El período de crecimiento de Abril a Noviembre, fue debido a tres partes representadas de la siguiente manera; Primavera (Abril - Junio), Verano (Julio - Agosto) y Otoño (Septiembre - Noviembre).

En abril de 1985, iniciándose el período de crecimiento, el pasto fue cortado a una altura de 15 cm para remover todo el material senescente, producto del crecimiento del año anterior y establecer puntos de uniformidad para iniciar la colección de datos.

Para la conducción del ensayo, se utilizaron tres bloques de  $27 \text{ m}^2$  cada uno, dividido en parcelas de  $9 \text{ m}^2$  ( $3 \times 3$ ) con un área efectiva de  $4 \text{ m}^2$  ( $2 \times 2$ ), recibiendo una fertilización nitrogenada de tres niveles 0,80 y 160 kg de N/ha/año, la cual fue aplicada fraccionada en dos partes iguales, durante los períodos de mayor distribución de lluvias (inicios de primavera y otoño).

Las mediciones de campo, incluyeron rendimiento de materia seca, intercepción de luz e índice de área foliar.

Las parcelas fueron cosechadas en forma manual, a una altura de 15 cms cada 28 días, empleándose tijeras de acero. En cada fecha de corte, se tomaron dos muestras de  $0.5 \text{ m}^2$  cada una por tratamiento. El material cosechado fue mezclado para obtener una muestra compuesta, de la cual se tomaron sub-muestras de aproximadamente 500 grs. Cada sub-muestra fue separada en hojas verdes, tallos e inflorescencia.

El área de las hojas en las sub-muestras, fue determinada con el uso de un planímetro óptico. Todas las muestras fueron secadas en una estufa de circulación forzada de aire, a una temperatura de  $65^\circ\text{C}$  donde se mantuvo hasta alcanzar el peso constante. Esto permitió calcular el porcentaje de materia seca del pasto y estimar su rendimiento en materia seca.

El área foliar de la muestra, fue calculada multiplicando el área de las hojas en las sub-muestras, por el peso de las hojas en la muestra y dividiéndola por el peso de las hojas en la sub-muestra. El índice de área foliar fue calculado al dividir el área de las hojas, por el área del suelo ocupada por plantas. Las tasas de crecimiento fueron calculadas dividiendo la cantidad de materia seca por los días entre cosecha.

La intercepción de la luz fue medida, utilizando un sensor linear, construido por LAMBDA INS. CORP. Las lecturas de intercepción de la luz fueron realizadas entre 10:00 am y 3:00 pm. Dos lecturas fueron realizadas antes de la cosecha. El porcentaje de intercepción de la luz por el pastizal, fue calculado al dividir la cantidad de luz sobre la estructura del pastizal.

Se empleó un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones. Todos los datos fueron sujetos a un análisis de varianza. Las relaciones entre índice de área foliar, intercepción de luz y tasa de crecimiento, fueron evaluadas por análisis de regresión.

## Resultados y Discusiones

### Primavera

El pasto buffel acumuló material vivo (hojas verdes, tallos e inflorescencias), en una relación linear para los días de rebrote en plantas no fertilizadas (nivel 0 de nitrógeno) y para aquellos que recibieron los niveles altos durante la primavera de 1985. Las plantas fertilizadas con un nivel medio de nitrógeno (80 Kg/Ha) mostraron una acumulación cuadrática de material vivo durante esa estación (Tabla 1).

**Tabla 1. Ecuaciones de predicción para todas las combinaciones de factores en 1985.**

Variables		Ecuaciones de Predicción
Estación	Nivel de Nitrógeno (Kg/Ha)	1985
Material vivo vs. tiempo.		
Primavera	0	Y= 1.654 + 29.4 X
Primavera	80	Y= -3.4 + 175 X - 0.89 X <sup>2</sup>
Primavera	160	Y= 2.732 + 55 X
Verano	0	Y= 0.614 + 23.2 X
Verano	80	Y= 0.664 + 60.5 X - 0.37 X <sup>2</sup>
Verano	160	Y= -1.29 + 74.9 X - 0.50 X <sup>2</sup>
Otoño	0	Y= 0.245 + 38.1 X - 0.37 X <sup>2</sup>
Otoño	80	Y= 0.179 + 65.3 X - 0.69 X <sup>2</sup>
Otoño	160	Y= 0.32 + 115 X - 1.18 X <sup>2</sup>

### Indice de área foliar vs. material vivo.

Primavera	0	Y= 0.42 + 0.00065 X
Primavera	80	Y= 1.64 + 0.00031 X
Primavera	160	Y= 1.86 + 0.00036 X
Verano	0	Y= 0.10 + 0.0015 X
Verano	80	Y= 0.13 + 0.0014 X
Verano	160	Y= 0.007 + 0.0013 X
Otoño	0	Y= 0.25 + 0.0016 X
Otoño	80	Y= 0.44 + 0.0020 X
Otoño	160	Y= 0.22 + 0.0018 X

### Intercepción de luz vs. material vivo.

Otoño	0	Y= -65.2 + 0.20 X - 0.00008X <sup>2</sup>
Otoño	80	Y= -30.4 + 0.17 X - 0.00005X <sup>2</sup>
Otoño	160	Y= -10.1 + 0.80 X - 0.000016X <sup>2</sup>

### Intercepción de luz vs. material vivo.

Otoño	0	Y= -35 + 117 X - 34.5 X <sup>2</sup>
Otoño	80	Y= -12.4 + 76.1 X - 15.2 X <sup>2</sup>
Otoño	160	Y= -2.1 + 45.8 X - 5.4 X <sup>2</sup>

Durante la primavera de 1986, el pasto buffel acumuló material vivo en forma linear, para cada nivel de fertilización nitrogenada (Tabla 2).

**Tabla 2. Ecuaciones de predicción para todas las combinaciones de factores en 1986.**

Variables		Ecuaciones de Predicción	
Estación	Nivel de Nitrógeno (Kg/Ha)	1986	
<b>Material vivo vs. tiempo</b>			
Primavera	0	Y=	- 25.3 + 35.5 X
Primavera	80	Y=	- 89.7 + 90.9 X
Primavera	160	Y=	-124.0 + 118 X
Verano	0	Y=	70.9 + 16.4 X
Verano	80	Y=	49.1 + 20.6 X
Verano	160	Y=	60.6 + 11.5 X
Otoño	0	Y=	102 + 35.3 X - 0.42 X <sup>2</sup>
Otoño	80	Y=	94.5 + 43.1 X
Otoño	160	Y=	59.6 + 60.2 X - 0.51 X <sup>2</sup>
<b>Índice de área foliar vs. material vivo.</b>			
Primavera	0	Y=	0.18 + 0.00075 X
Primavera	80	Y=	0.41 + 0.00082 X
Primavera	160	Y=	-0.09 + 0.0015 X - 0.000008X <sup>2</sup>
Verano	0	Y=	-0.14 + 0.0017 X
Verano	80	Y=	-0.07 + 0.0015 X
Verano	160	Y=	-0.03 + 0.0013 X
Otoño	0	Y=	-0.0007 + 0.0014 X
Otoño	80	Y=	0.19 + 0.0010 X
Otoño	160	Y=	0.21 + 0.0013 X
<b>Intercepción de luz vs. material vivo.</b>			
Primavera	0	Y=	14.1 + 0.018X
Primavera	80	Y=	10.3 + 0.32X - 0.000003X <sup>2</sup>
Primavera	160	Y=	18.6 + 0.026X - 0.000002X <sup>2</sup>
Verano	0	Y=	- 3.1 + 0.65X
Verano	80	Y=	- 1.4 + 0.053X
Verano	160	Y=	- 7.2 + 0.097X - 0.000023X <sup>2</sup>
Otoño	0	Y=	- 35.4 + 0.024X - 0.00014X <sup>2</sup>
Otoño	80	Y=	- 17.2 + 0.13X - 0.000040X <sup>2</sup>
Otoño	160	Y=	- 34.8 + 0.19X - 0.000053X <sup>2</sup>
<b>Intercepción de luz vs. índice de área foliar</b>			
Primavera	0	Y=	10.6 + 25.4 X
Primavera	80	Y=	5.7 + 35.2 X - 2.94 X <sup>2</sup>
Primavera	160	Y=	9.9 + 28 X - 1.87 X <sup>2</sup>
Verano	0	Y=	1.4 + 42.6 X
Verano	80	Y=	-1.79 + 53.8 X - 11.9 X <sup>2</sup>
Verano	160	Y=	-0.15 + 61 X - 14.4 X <sup>2</sup>
Otoño	0	Y=	-38.1 + 146 X - 50.6 X <sup>2</sup>
Otoño	80	Y=	-72 + 125 X - 23.5 X <sup>2</sup>
Otoño	160	Y=	-41.8 + 86.7 X - 16 X <sup>2</sup>

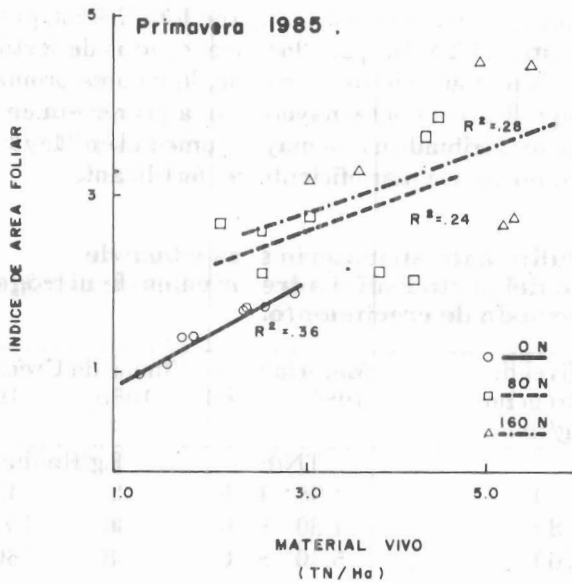
Los niveles máximos, estuvieron en un rango de 1.85 TN/Ha, para pasto buffel no fertilizado hasta 8.4 TN/Ha para los niveles altos de fertilización nitrogenada (Tabla 3). Con la adición de nitrógeno, los valores promedio del material vivo fueron significativamente mayores en la primavera de 1986, a los del 1985, esto puede ser atribuido a una mayor humedad en Mayo y Junio de 1985, lo cual determinó un uso más eficiente del fertilizante.

**Tabla 3. Máximo rendimiento en materia seca y tasa de crecimiento del pasto Buffel a tres niveles de nitrógeno para tres período de crecimiento.**

Estación	Nivel de Nitrógeno Kg/Ha.	Materia seca		Tasas de Crecimiento	
		1985	1986	1985	1986
		TN/Ha		Kg/Ha/día	
Primavera	0	1.98	1.85	21	42
Primavera	80	4.80	6.10	36	131
Primavera	160	5.10	8.40	58	160
Verano	0	1.20	0.91	37	16
Verano	80	2.90	2.30	52	24
Verano	160	3.40	2.50	46	18
Otoño	0	1.10	1.0	7	12
Otoño	80	2.10	2.5	13	40
Otoño	160	3.2	2.3	24	42

El índice del área foliar se incrementó linealmente así como el material vivo de las plantas fertilizadas para cada nivel de nitrógeno en la primavera de 1985 (Figura 1). Los valores máximos de índice de área foliar variaron desde 0.9 para el pasto buffel sin fertilización nitrogenada, hasta 4.5 para plantas que recibieron los niveles más altos de fertilización nitrogenada (Tabla 4).

Las cosechas realizadas al final de la primavera, presentaron valores bajos de índice de área foliar, debido a la senescencia de las hojas, material que no fue incluido para las mediciones de área. Todo esto determinó que, las ecuaciones de regresión presentarán valores bajos de  $R^2$  para las plantas que recibieron la fertilización nitrogenada. El rendimiento del material vivo, resultó alto debido a la gran cantidad de tallos e inflorescencia producidas para ese período.



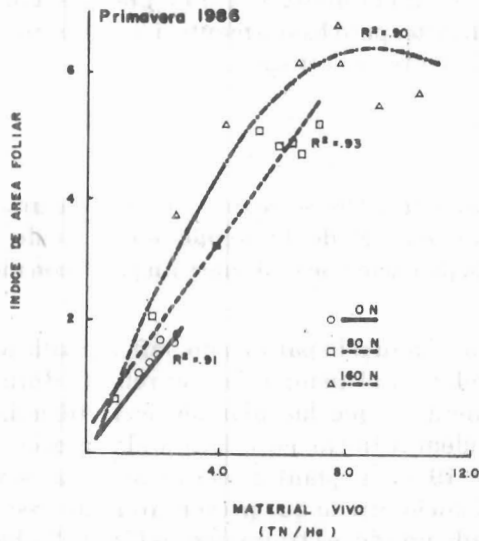
**Figura 1. Relación entre índice de área foliar y material vivo durante la primavera de 1985 para el pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**

**Tabla 4. Máximos valores de índice de área foliar para pasto Buffel a tres niveles de nitrógeno para tres períodos de crecimiento.**

Estación	Nivel de Nitrógeno (Kg/ha)	Índice de área foliar.	
		1985	1986
Primavera	0	1.8	1.9
Primavera	80	3.3	5.0
Primavera	160	4.1	6.8
Verano	0	2.0	1.6
Verano	80	3.4	2.0
Verano	160	4.2	1.8
Otoño	0	2.0	1.3
Otoño	80	3.1	2.8
Otoño	160	4.9	3.1



En la primavera de 1986, el pasto acumuló un índice de área foliar en forma lineal para plantas fertilizadas con los niveles 0 y 80 kg/ha, mientras que las plantas fertilizadas con los niveles más altos (160 kg/ha), mostraron una acumulación cuadrática de índice de área foliar (Figura 2). Durante ese mismo período, los valores de índice de área foliar estuvieron en un rango de 1.8 para las plantas que no recibieron fertilización nitrogenada, hasta 6.8 para aquellas que fueron fertilizadas con los niveles más altos (Tabla 4). Los valores promedios del índice de área foliar en pasto buffel, no mostraron diferencias significativas entre años para cada uno de los niveles de nitrógeno.



**Figura 2. Relación entre índice de área foliar y material vivo durante la primavera de 1986, para pasto buffel fertilizado con nitrógeno:**

Durante la primavera de 1986, el pasto buffel que recibió fertilización nitrogenada interceptó un máximo de 97% de la radiación incidente. Se encontró una relación positiva y cuadrática entre interceptación de la luz y material vivo para plantas que recibieron nitrógeno, mientras las no fertilizadas interceptaron la luz en forma lineal, hasta un máximo de 55% (Tabla 2). El pasto buffel fertilizado interceptó 90 - 98% de la radiación recibida a valores de índice de área foliar de 4.5 (Tabla 4).

El fertilizante nitrogenado, estimuló las tasas de crecimiento del pasto buffel, produciéndose mayor cantidad de área foliar y consecuentemente, mayor interceptación de luz, hasta un punto después del cual, los incrementos

del área foliar no produjeron cambios significativos en la intercepción de luz y en las tasas de crecimiento. Estos resultados coinciden con los reportados por Humphreys, (1966, 1980).

Las tasas de crecimiento durante la primavera de 1985, tuvieron una variación desde 20 Kg/ha/día para las plantas que no fueron fertilizadas con nitrógeno, hasta 54 Kg/ha/día, para aquellas que recibieron los niveles más altos de fertilización nitrogenada (Tabla 3). En 1986, las tasas de crecimiento variaron desde 41 Kg/ha/día para el pasto no fertilizado, hasta 175 Kg/ha/día para el pasto buffel que recibió los niveles más altos de nitrógeno. Las altas tasas de crecimiento durante la primavera de 1986, puede ser atribuido a la relación que tiene el crecimiento de las plantas con los diferentes componentes del ambiente, pero básicamente a los altos niveles de humedad que se presentaron durante esa estación.

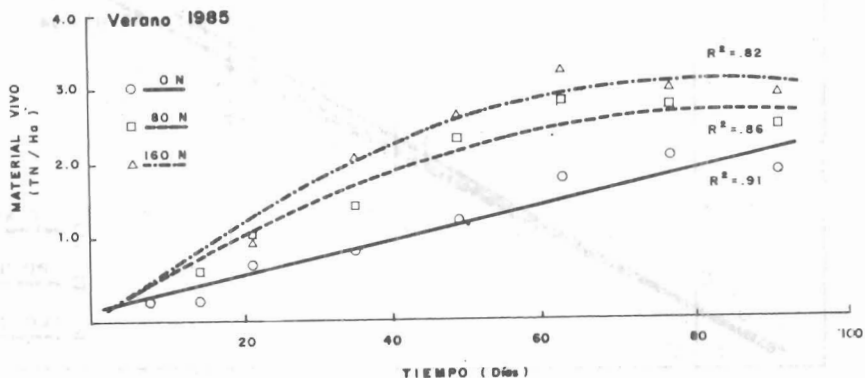
### **Verano:**

Durante el verano de 1986, se registraron altas cantidades de lluvias, lo que determinó un exceso de humedad en el suelo, trayendo como consecuencia una alta población de malezas y un pasto con menos crecimiento y hojas delgadas.

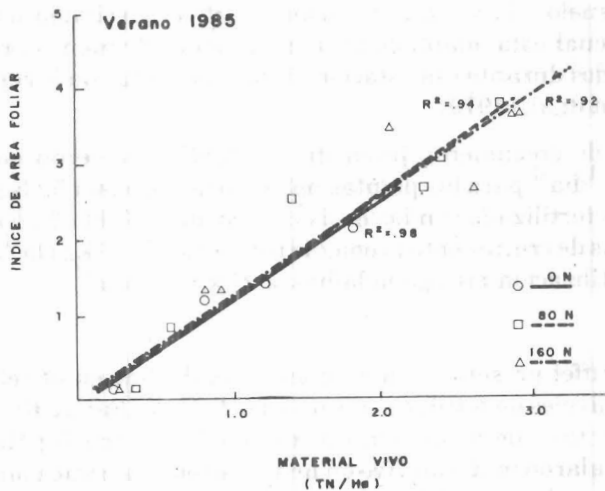
El material vivo acumulado para pasto buffel fertilizado con nitrógeno, fue cuadrático con relación al tiempo para el rebrote durante el verano de 1985, (Figura 3), mientras que las plantas no fertilizadas con nitrógeno presentaron una tendencia lineal en relación al material vivo acumulado. Durante el verano de 1986, las plantas fueron afectadas severamente por el exceso de agua en el suelo, por lo que presentaron un crecimiento lineal en material vivo para cada uno de los tratamientos (Tabla 2). Para los diferentes niveles de nitrógeno aplicado, el pasto buffel tuvo una producción de material vivo significativamente menor en el verano de 1986 que en 1985. Los máximos rendimientos en el verano de 1985, se mantuvieron en un rango desde 1.2 TN/ha para pasto buffel no fertilizado hasta 3.4 TN/ha para las plantas que recibieron niveles más altos de fertilización nitrogenada (Tabla 3).

Durante el verano de 1985 y 1986, el pasto buffel mostró una tendencia lineal en la relación índice de área foliar y el rendimiento del material vivo para cada nivel de nitrógeno (Figura 4 y 5). En 1985, los valores máximos de índice de área foliar se mantuvieron en un rango desde 2.6 para plantas no fertilizadas con nitrógeno, hasta 4.0 para plantas fertilizadas con los niveles más altos.

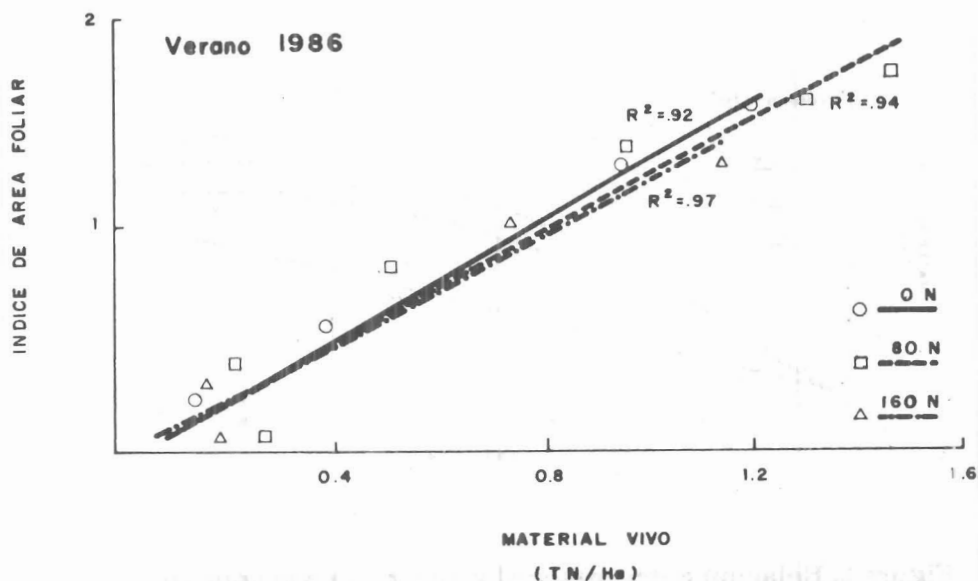
Los valores máximos del índice de área foliar registrados en 1986, fueron de 1.9 para los niveles intermedios de fertilización nitrogenada. El exceso de agua afectó la eficiencia en la utilización del nitrógeno, produciendo lavado



**Figura 3. Relación entre material vivo y tiempo después de cosechado durante el verano de 1985 para pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**



**Figura 4. Relación entre índice de área foliar y material vivo durante el verano de 1985 para pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**



**Figura 5. Relación entre índice de área foliar y material vivo durante el verano de 1986 para pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**

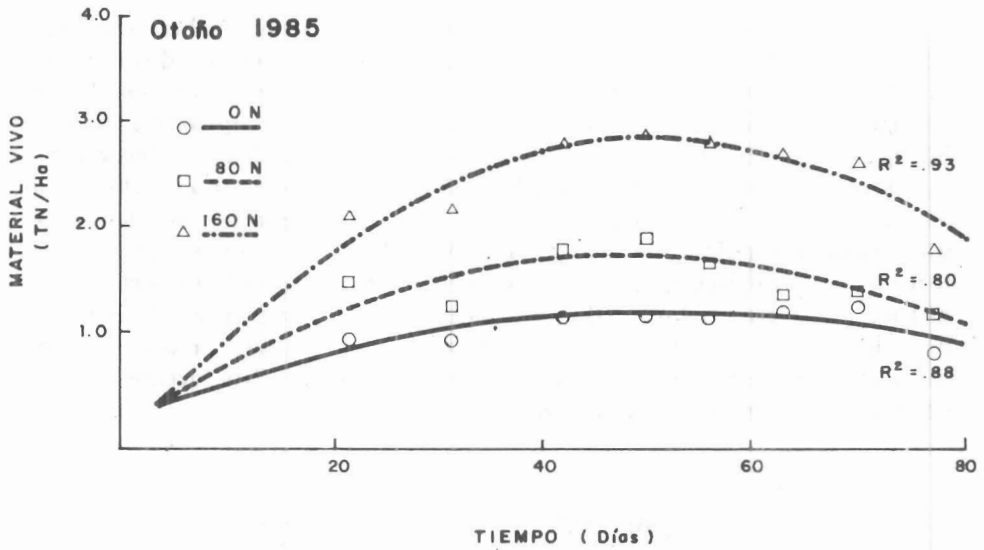
en el perfil del suelo a la vez que el mismo afectó el crecimiento normal del pasto buffel, el cual está adaptado para condiciones de menos precipitación que los registrados durante esa estación. Esto concuerda con lo reportado por Shamkarnanyan et al, (1979).

Las tasas de crecimiento promedio en 1985, estuvieron en un rango desde  $37 \text{ Kg Ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  para las plantas no fertilizadas hasta  $52 \text{ Kg Ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , para las plantas fertilizadas en las dosis intermedias (Tabla 3). En el verano de 1986, las tasas de crecimiento promedio fueron desde  $16 \text{ kg Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , para el nivel 0 de fertilización nitrogenada hasta  $24 \text{ kg Ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ .

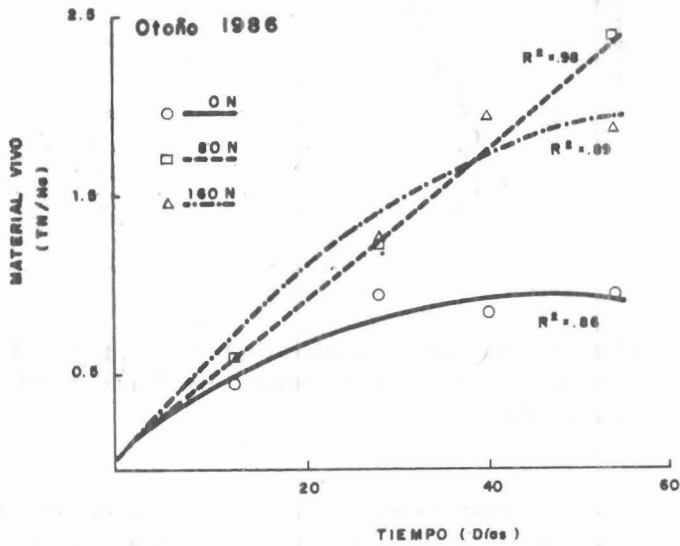
#### Otoño:

El pasto buffel presentó una respuesta cuadrática en el rebrote, para cada uno de los niveles de nitrógeno en el otoño de 1985 (Figura 6). En el otoño de 1986, las plantas que recibieron los niveles de 0 y  $160 \text{ Kg Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de nitrógeno, acumularon material vivo en una relación cuadrática mientras que las plantas que recibieron  $80 \text{ Kg Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de nitrógeno lo acumularon en forma lineal (Figura 7).

En el otoño de 1985, el máximo rendimiento de material vivo estuvo en un rango desde  $1.1 \text{ TN/Ha}$  para las plantas no fertilizadas hasta  $3.2 \text{ TN/Ha}$  para las plantas fertilizadas con los niveles mayores de nitrógeno (Tabla 3).

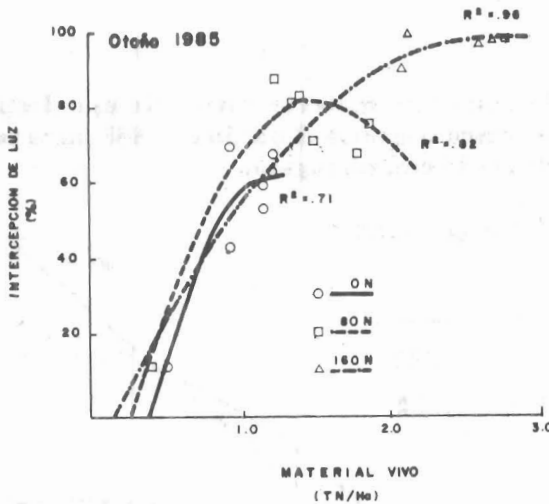


**Figura 6. Relación entre material vivo y tiempo después de cosechado durante el otoño de 1985 para pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**



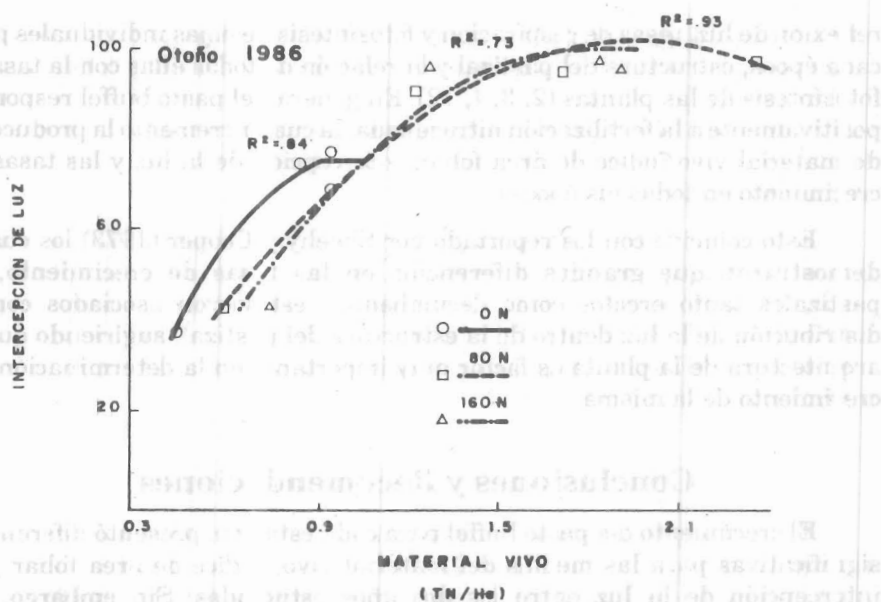
**Figura 7. Relación entre material vivo y tiempo después de cosechado durante el otoño de 1986 para pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**

En el otoño de 1985, el índice de área foliar fue acumulado en forma lineal con incrementos de material vivo para las plantas fertilizadas con cada nivel de nitrógeno. El pasto buffel fertilizado con los mayores niveles de nitrógeno acumuló más del doble del índice de área foliar (aproximadamente 5.2) que las plantas no fertilizadas (aproximadamente 2). En el otoño de 1985, las plantas que recibieron  $160 \text{ Kg Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de nitrógeno, interceptaron un máximo de 95% de la radiación recibida. Las plantas que recibieron el nivel intermedio de fertilización nitrogenada ( $80 \text{ kg Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) tuvieron un 85% de interceptación de luz y las plantas que no la recibieron el fertilizante nitrogenado, interceptaron 70% de la radiación recibida (Figura 8). Para ese período el pasto sólo alcanzó valores críticos en el índice de área foliar para los niveles mayores de fertilización, dicho valor crítico fue alrededor de 4, obteniéndose para inicios del otoño.



**Figura 8. Relación entre interceptación de la luz y material vivo durante el otoño de 1985 para pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**

Con relación a la interceptación de luz, durante el otoño de 1986, el pasto buffel fertilizado con nitrógeno, mostró una tendencia cuadrática entre interceptación de la luz e incremento del material vivo, alcanzando un máximo de 97% (Figura 9). Con la no aplicación de nitrógeno al suelo, las plantas sólo interceptaron alrededor de 70% de la radiación recibida. Los valores promedios de interceptación de la luz, fueron significativamente mayores en el otoño de 1986, comparados con los de 1985 para los niveles bajos y medios de



**Figura 9. Relación entre intercepción de luz y material vivo durante el otoño de 1986 para pasto buffel fertilizado con nitrógeno.**

fertilización nitrogenada. Esto fue debido a que en 1986, el pastizal presentó una estructura más cerrada durante el otoño, lo cual produjo una mayor intercepción de luz.

Las tasa de crecimiento durante el otoño de 1985, estuvieron en un rango desde aproximadamente  $7 \text{ Kg Ha}^{-1}\text{día}^{-1}$  para las plantas no fertilizadas con nitrógeno hasta  $24 \text{ Kg Ha}^{-1}\text{día}^{-1}$  para las plantas que recibieron los mayores niveles de nitrógeno (Tabla 3).

Durante el otoño de 1986, en las tasas de crecimiento se obtuvo un promedio mínimo de  $12 \text{ Kg Ha}^{-1}\text{día}^{-1}$ , con la no aplicación de nitrógeno al suelo y de  $43 \text{ Kg Ha}^{-1}\text{día}^{-1}$ , para los valores máximos de fertilización nitrogenada. Las variaciones y fluctuaciones que se presentaron en las tasas de crecimiento, indican que otros factores adicionales al índice de área foliar afectaron el crecimiento. Tal situación probablemente, fue debida a la gran interacción de las plantas con las condiciones ambientales, principalmente la humedad y la temperatura.

Estas grandes fluctuaciones en las tasas de crecimiento indican que no se pueden establecer índices de área foliar óptimos para cada especie. Se hace necesario establecer una relación entre esa variable y otras características de la planta, tales como ángulo de la hoja, disposición de las hojas en el tallo,

reflexión de luz, tasas de respiración y fotosíntesis de hojas individuales para cada época, estructura del pastizal y la relación de todas ellas con la tasa de fotosíntesis de las plantas (2, 3, 4, 12). En general, el pasto buffel respondió positivamente a la fertilización nitrogenada, la cual incrementó la producción de material vivo índice de área foliar, intercepción de la luz y las tasas de crecimiento en todas las épocas.

Esto coincide con los reportado por Sheehy y Cooper (1973) los cuales demostraron que grandes diferencias en las tasas de crecimiento, en pastizales tanto erectos como decumbentes, estuvieron asociados con la distribución de la luz dentro de la estructura del pastizal, sugiriendo que la arquitectura de la planta es factor muy importante en la determinación del crecimiento de la misma.

## Conclusiones y Recomendaciones

El crecimiento del pasto buffel para cada estación, presentó diferencias significativas para las medias del material vivo, índice de área foliar y la intercepción de la luz entre los dos años estudiados. Sin embargo, las relaciones que se presentaron entre esas variables no fueron consideradas. Aparentemente, existen otros factores que no fueron incluidos en este estudio, los cuales contribuyeron a la inconsistencia de estas relaciones, principalmente lo relacionado a cuantificar la dinámica de crecimiento de las plantas, cambios entre las tasas de producción de tejido y su muerte, arquitectura de la planta y análisis de la estacionalidad de la radiación.

Se presentaron diferencias importantes entre el crecimiento durante la primavera y el verano-otoño relacionado con el estado de desarrollo de las plantas. Debido a la alta radiación recibida en la primavera, el pasto presentó una alta tasa de cambio fijado y de tejido nuevo producido en la parte área de la planta, de manera que la tasa de producción del nuevo tejido excedió a la tasa de mortalidad por lo que el material vivo cosechado fue elevado. Sin embargo, a fines del verano y durante el otoño, cuando el pasto tuvo una intercepción total de luz, su tasa de producción de materia seca se redujo drásticamente, con una alta tasa de mortalidad en relación a la estación anterior y consecuentemente el material vivo cosechado fue menor. Sin embargo, se presentaron características diferenciales de crecimiento (vegetativo y/o reproductivo) por estación, con una mayor concentración de crecimiento reproductivo durante la primavera y un mayor crecimiento vegetativo en el verano-otoño, independiente del tratamiento, posiblemente debido a una respuesta de la planta a la duración de la luz.

Para realizar una utilización más eficiente del pasto buffel en esas latitudes, debido a las características estacionales del crecimiento, se recomienda al productor utilizar este pasto a finales de verano y durante el



otoño con niveles medios de nitrógeno, ya que, no se presentan diferencias marcadas entre la dosis intermedia y la alta. Durante la primavera, utilizar niveles altos de nitrógeno debido a la alta respuesta de la planta durante esa época y de esa forma, mejorar una alta producción de material vivo y la persistencia de la especie, a la vez, se recomienda analizar diferencialmente el material reproductivo (cantidad de las semillas) en cada estación, de manera de orientar el objetivo de la producción del pastizal (vegetativo y/c reproductivo) para cada época del año.

### Literatura Citada

1. ASARE, E. O. 1970. Effects of fertilization, height and frequency of cutting in herbage yield and nutritive value of *Cenchrus ciliaris* L. in the forest region of Ghana. Proc. 11 th Inter. Grassl. Congr. 594-597.
2. BROUGHAM, R.W. 1955. A study in rate of pasture growth. Aust. J. Agri. Res. 6: 804-812.
3. \_\_\_\_\_. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Aust. J. Agri. Res. 7: 377-387.
4. \_\_\_\_\_. 1958. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. Aust. J. Agri. Res. 9: 39-52.
5. HUMPHEYS, L. R. 1966. Subtropical grass growth 2. Effects of variation in leaf area index in the field. Qd. Agric. Anim. Sci. 23: 337-358.
6. \_\_\_\_\_. 1980. Tropical pasture and fodder crops. Longman, London p. 135.
7. JONES, C.A. 1985. C<sub>4</sub> Grasses and Cereals: Growth, development and stress response. Wiley and sons, New York, p. 419.
8. MOTT, G.O. and H.L. Popenoe. Grassland. 1977. En: Ecophysiology of tropical crops. Academic Press. New York. pp. 157-186.
9. NOSBERGER, J. and D. Joggi. 1981. Canopy structure and photosynthesis in red clover. p. 37-40- en: C.E. Writht (ed). Plant Physiology and Herbage Production. Lurgon, N. Ireland.
10. SHANKARNANYAN, K. A., S.A. Vyas, S. Kathyu and A. N. Lahiri. 1979. Effects of nitrogen and defoliation on the root and rhizoma of *Cenchrus ciliaris*. E. afri. Agric. For. J. 44: 322-327.
11. SHEERY, 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.
12. WILSON, J.R. and R.H. Brown. 1983. Nitrogen response of *Panicum* species differing in CO<sub>2</sub> fixation in pathways. I. Growth analysis and carbohydrate accumulation. Crop. Sci. 23: 1148-1153.