

ESTUDIO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL PASTO ELEFANTE. (Pennisetum purpureum Schumach.)

Tesis

Por

EURO RINCON VELASCO

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA  
Centro de Enseñanza e Investigación.  
Turrialba, Costa Rica

Junio, 1966

ESTUDIO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL PASTO ELEFANTE. (Pennisetum purpureum Schumach.)

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados como  
requisito parcial para optar al grado


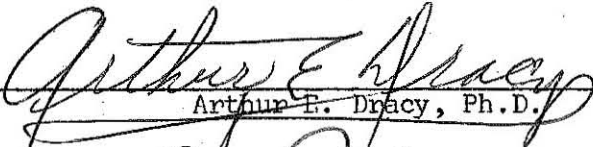


de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADO:

 _____ John Blydenstein, M.S.	Consejero
 _____ Arthur E. Dracy, Ph.D.	Comité
 _____ Candelario Ríos, Mag. Agr.	Comité
 _____ Jorge M. Montoya M., Dr. Ecol.	Comité

Junio, 1966

A mi esposa.  
A mis padres.  
A mis hermanos.

AGRADECIMIENTO

A mi esposa, Ana Luisa, por su estímulo y por su invaluable ayuda.

Al Ing. John Blydenstein, Profesor y Consejero Principal, por su permanente orientación en la realización de este trabajo.

Al Dr. John V. Bateman, Jefe de la Disciplina de Zootecnia, por su comprensión y consejos.

Al Centro de Enseñanza e Investigación del IICA y al Programa de Becas y Cátedras de la OEA por haberme concedido la ayuda financiera para realizar los estudios de post-grado.

Al Dr. Jorge M. Montoya, Ing. Candelario Ríos y al Dr. Arthur Dracy, integrantes de mi Comité Consejero, por su constante colaboración durante la elaboración de este trabajo.

Al Lic. Felipe Matos, estudiante del IICA, por su colaboración en la redacción de esta tesis.

A los profesores de las materias cursadas durante mi permanencia en el Centro.

A la Srta. Hazel Hodgson, por su dedicación en lograr una presentación impecable de este trabajo.

A mis compañeros de la Disciplina de Zootecnia, por su espíritu de compañerismo y colaboración.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela, el 30 de noviembre de 1939.

Cursó sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal, donde también realizó su carrera universitaria en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, graduándose de Ingeniero Agrónomo a fines de 1964.

En enero de 1965 ingresó al Centro de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA en Turrialba, Costa Rica, para seguir estudios de post-grado en la Disciplina de Zootecnia. Durante su permanencia en el Instituto asistió al Primer Congreso Latinoamericano de Producción Animal, celebrado en abril de 1966 en Maracay, Venezuela, donde presentó un trabajo.

En el mes de junio del mismo año recibió el título de Magister Scientiae.

## TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
INDECE DE CUADRO .....	vii
INDICE DE GRAFICOS .....	viii
INDICE DE APENDICES .....	ix
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
El crecimiento de los pastos .....	3
La luz y el crecimiento de los pastos .....	6
El efecto del corte sobre el crecimiento y la producción de los pastos .....	7
Composición química y el crecimiento de los pastos .....	10
METODOS DE ESTUDIO .....	11
Localización .....	11
Parcelas .....	12
Observaciones .....	14
Cálculos .....	16
RESULTADOS .....	18
Peso seco por parcela .....	18
Indice de Area Foliar .....	20
Intensidad Neta de Asimilación .....	24
Intercepción de la luz .....	26
Población de tallos .....	32
Composición química .....	35
DISCUSION .....	40
RESUMEN .....	44
SUMMARY .....	46
BIBLIOGRAFIA .....	48
APENDICES .....	52

## INDICE DE CUADROS

<u>Cuadros</u>		<u>Página</u>
1	Fechas que se realizaron los períodos de crecimiento de los diferentes tratamientos.....	13
2	Peso seco actual por incrementos semanales por parcelas ( $\text{gr/m}^2$ ) de acuerdo con la edad del pasto (en semanas). Promedio de seis parcelas.....	19
3	Indice de Area Foliar de acuerdo con la edad del pasto (en semanas). Promedios de seis repeticiones .....	21
4	Coefficientes de correlación de peso seco por parcela con Indice de Area Foliar .....	23
5	Coefficientes de correlación de Indice de Area Foliar con intercepción de la luz .....	28
6	Coefficientes de correlación de peso seco por parcela con intercepción de la luz .....	30
7	Número de tallos por metro cuadrado al variar los valores de intercepción de la luz. Promedio de 24 parcelas .....	36
8	Rendimientos en proteína cruda (Kg/Ha) en base a producción y porcentaje de proteína en hojas de pasto elefante de diferentes edades.....	39

## INDICE DE GRAFICOS

<u>Gráficos</u>	<u>Página</u>
1 Peso seco por parcela ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) a diferentes valores del Índice de Area Foliar.....	22
2 Intensidad Neta de Asimilación a diferentes valores del Índice de Area Foliar .....	25
3 Intercepción de luz (%) por el pasto elefante, según la edad del pasto. Promedio de doce parcelas .....	27
4 Índice de Area Foliar a diferentes valores de intercepción de luz. Datos promedio de 24 parcelas durante todo el ensayo .....	29
5 Peso seco por parcela ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) a diferentes valores de intercepción de luz. Promedio de doce parcelas .....	31
6 Variación en el número de tallos por metro cuadrado con la edad del pasto. Valores promedio de seis parcelas.....	33
7 Variación en el contenido de proteína del pasto elefante, según la edad. ....	38



## INDICE DEL APENDICE

<u>Apéndice</u>	<u>Página</u>
1 Peso seco por parcela ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) a diferentes valores del Índice de Area Foliar. Datos de doce parcelas .....	53
2 Intensidad Neta de Asimilación de acuerdo con la edad del pasto (en semanas). Promedio de seis parcelas .....	54
3 Intercepción de luz (%) durante el desarrollo del pasto elefante. Promedio de doce parcelas. ....	55
4 Peso seco por parcela ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) a diversos valores de Intercepción de luz (%). Datos de doce parcelas .....	56
5 Número de tallos por metro cuadrado de acuerdo con la edad del pasto elefante (en semanas). Promedio de seis parcelas	57
6 Porcentaje de proteína cruda (base seca) de hojas y tallos de pasto elefante de diferentes edades. ....	58
7 Datos meteorológicos de Turrialba, en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1965. Enero, febrero, marzo y abril de 1966. ....	59

## INTRODUCCION

En términos generales, puede decirse que la mayoría de las fincas ganaderas de la América tropical dependen, casi exclusivamente, de los pastos para la alimentación de sus animales. En estas condiciones, los aumentos que logran obtenerse en la productividad de estos animales están sujetos, por un lado, a la capacidad genética de ellos, y por otro, a la habilidad del ganadero para administrar sus potreros. Por estas razones, no puede pensarse en llegar a obtener una ganadería realmente eficiente, en tanto no se considere que los pastos son un cultivo y que, como tal, exigen y se les debe prestar la atención necesaria que todo cultivo requiere.

Sin embargo, y pese a las situaciones observadas anteriormente es notable la despreocupación que nuestros ganaderos muestran por un aspecto sumamente importante, como lo es el referente a la administración de los pastos. Si se meditara sobre las razones que han llevado a nuestros hombres de campo a tomar esta posición, pronto notaríamos que éstas son numerosas; pero entre ellas se destaca el desconocimiento que se tiene del manejo de los pastizales. Esta deficiencia se debe, en parte, a que se desconocen las características del crecimiento de los pastos en los trópicos.

Las características del crecimiento de los pastos en los trópicos han sido, sin duda, menos estudiadas que las de las zonas templadas. Poco se conoce al respecto, por lo cual ha sido necesario, con mucha frecuencia, aplicar en los trópicos los conocimientos logrados en las experiencias de las zonas templadas, no habiéndose obtenido siempre resultados satisfactorios.

Las investigaciones sobre el crecimiento de los pastos en los trópicos, darán resultados que, una vez aplicados, permitirán obtener un mayor incremento en la productividad de los pastizales; esta productividad es a

su vez afectada tanto por factores dependientes de las plantas mismas, como por factores edáficos y de tipo ambiental. Cualquiera de ellos puede llegar a constituirse en un factor limitante de la producción forrajera. El avance que se logre en estos conocimientos, de hecho permitirá aumentar la producción pecuaria en las zonas del trópico americano.

Ante estos hechos, surge la necesidad de realizar estudios sobre el crecimiento de los pastos en los trópicos. El pasto elefante (Pennisetum purpureum Schumach.), es una de las especies más utilizadas en estas latitudes, esto debido a su aceptación por el ganado y a los altos rendimientos que de él se pueden obtener. En este trabajo se estudia el crecimiento del pasto elefante bajo dos tratamientos de altura de corte, y se determina la influencia que sobre dicho crecimiento tiene la cantidad de superficie fotosintética de la planta; expresado por el Índice de Área Foliar.

## REVISION DE LITERATURA

El crecimiento de una planta en particular y de un cultivo en general, se debe al efecto de un sistema ecológico único y simple constituido por suelo, planta y atmósfera.

Hardy (14) ha sugerido un conjunto de diez factores, los cuales engloban tanto a los factores de tipo ambiental como a los edáficos:

Factores atmosféricos: Temperatura, humedad, viento y luz.

Factores edáficos: Espacio radical, suministro de agua, suministro de aire, suministro de nutrimentos, factores perjudiciales y temperatura del suelo.

La acción combinada de estos factores externos, aplicados en su forma óptima, y de los factores propios de la planta, tanto los fisiológicos como los genéticos, permitirán obtener las máximas cosechas de cualquier cultivo.

El crecimiento de los pastos

En general, se ha considerado bajo el concepto de crecimiento al incremento irreversible en peso, volumen, área o altura de una planta (22).

Los estudios realizados sobre el crecimiento de los pastos en el campo, se basan en la cantidad de crecimiento referido a la unidad de área de tierra; para ello se hace uso de la intensidad de crecimiento del cultivo (crop growth rate) (C), que expresa el incremento en peso seco por unidad de área tierra y en unidad de tiempo; del Índice de Area Foliar (Leaf Area Index) (IAF), que equivale a la relación de área de hojas sobre la unidad de área de tierra, y de la Intensidad Neta de Asimilación (Net Assimilation Rate) (INA), que representa el incremento de materia seca por unidad de área foliar.

Watson (41) hizo uso de estos términos en un análisis del crecimiento de trigo, cebada y remolacha azucarera. Watson afirma que los bajos valores del IAF constituyen la principal limitación para el crecimiento de un cultivo al comienzo de su brotación. Así, según Watson, el IAF limita el crecimiento de todos los cultivos hasta que éstos no dispongan de la suficiente área foliar capaz de absorber la mayor parte de la luz que incide en un área de tierra. Sin embargo, Anslow (1), al trabajar con Lolium perenne, no encontró esta correlación entre los bajos valores del crecimiento y los bajos valores del IAF.

Estudios realizados con alfafa por Smith, Mott y Bula (37) dieron como resultado que el IAF fue el factor más influyente en la variación de la producción de materia seca. Estos autores obtuvieron valores de 0,924 en el coeficiente de correlación entre IAF y producción de materia seca.

Se sabe que el valor de la intensidad de crecimiento del cultivo, depende del IAF y de la INA; por ello, el valor del IAF en el cual C es máximo irá a depender de la manera cómo varía el INA (4). Con Brassica oleracea (42) los resultados indican que el INA disminuyó en una manera uniforme al incrementarse el IAF de 1 a 5.

Watson (42), afirma que el IAF óptimo no es el mismo para todos los cultivos; en estos valores óptimos se obtienen los mayores valores en la intensidad de crecimiento, pues con esta área foliar la diferencia entre la cantidad de fotosíntesis por unidad de área de tierra y la cantidad de respiración en esa misma unidad de área, es mayor. Brougham (6) demostró que los valores máximos de C en una asociación de gramíneas con tréboles, se obtienen al alcanzar ésta una intercepción de la luz del 95%, medida al nivel del suelo. El nivel del IAF en el cual ocurre esta intercepción de la

luz la definió Brougham como el IAF óptimo del cultivo. Davidson y Donald (10), al estudiar las variaciones de la intensidad del crecimiento y relacionarla con los valores del IAF, encontraron en ella una disminución al sobrepasar el IAF sus valores óptimos. Relaciones similares encontró Watson (42) al trabajar con Brassica oleracea; en este caso el valor de la intensidad de crecimiento del cultivo disminuyó un 50% al incrementarse el valor del IAF de 3 a 5. Sin embargo, esto no ocurre en todos los cultivos; Brougham (6) encontró, en una asociación de gramíneas y tréboles, valores máximos constantes de la intensidad de crecimiento para valores del IAF entre 5 y 9.

Evans, Wardlaw y Williams (11) afirman que la intensidad de crecimiento estacional de los pastos varía considerablemente, y que está determinada por factores climáticos y por la especie misma. Trabajos realizados con pasto elefante (26,27,28,29,34,43) confirman lo anterior, ya que en ellos se encontraron variaciones en los rendimientos durante las distintas épocas del año.

La expansión del área foliar puede causar variaciones en la abundancia de las plantas de un cultivo. Davidson y Donald (10) determinaron que la cantidad de plantas halladas en el momento de la cosecha de un césped, era la mitad de la habida en los tres primeros meses; se atribuyó dicha diferencia a la luz. Knight (18) encontró resultados similares al trabajar con Dactylis glomerata; en efecto, observó que a medida que las plantas incrementaban su peso, el número de tallos se veía afectado debido a la competencia por la luz. Sugirió además, que el momento en que esto tiende a ocurrir puede variar, debido a las condiciones ambientales y en particular, al suministro de agua y nutrimentos, temperatura e iniciación de la floración; todo ello ejercería una considerable influencia en el número de tallos. En

Hurley, Inglaterra, Bean (4) obtuvo resultados similares, pues encontró que el brote de nuevos tallos era afectado por la intensidad de luz y por el su ministro de nitrógeno.

Diversos autores han realizado observaciones detalladas sobre la producción de tallos en varias especies; Mitchell (24,25) y Margandant (23), por ejemplo, notaron un incremento en el número de tallos a medida que aumentaba la intensidad de la luz.

Langer (20), al trabajar con timothy S-48 (Phleum pratense) observó que, bajo condiciones de alta precipitación, el número de tallos fue disminuyendo desde el inicio de su crecimiento en la primavera hasta el momento de su floración. En un trabajo previo (19), este mismo autor había afirmado que la disminución en la productividad de los pastos experimentaba durante el verano se debe, en parte, a cambios en la naturaleza de la población de tallos.

El minministro de agua en el suelo es otro factor que afecta notablemente el número de tallos. Gardner (12), al trabajar con trigo Marquis, encontró una disminución del número de tallos al bajar el agua del 50% al 25% de la capacidad de retención de agua del suelo.

#### La luz y el crecimiento de los pastos

El crecimiento de los pastos en relación con la intensidad de la luz puede ser estudiado de dos maneras; una referente a la investigación de la forma o manera cómo el cultivo modifica su propio ambiente al mismo tiempo que su crecimiento avanza, y otra referente a la observación de la repuesta de las plantas en áreas sombreadas de cultivo.

Brougham (6) utilizó el primer método y se ha referido a la cantidad de luz que penetra hasta el nivel del suelo en una asociación de Lolium

perenne y Trifolium repens, a la cual se aplicaron tres tratamientos de altura de corte. La intensidad de crecimiento se incrementó hasta acercarse a una completa intercepción de la luz y después se mantuvo, casi constante, la intensidad máxima. En un trabajo posterior, Brougham (7) hizo hincapié en el hecho de que este valor podría variar con la especie, y aumentar como resultado de que se produjese una mayor intensidad de luz.

El segundo método fue usado por Blackman y Templeman (5) con Festuca rubra y Agrostis tenuis. Estos autores estudiaron el peso de las hojas a 40%, a 60% y a completa luz del día, con la adición de nitrógeno o sin la adición de dicho elemento. A la primera defoliación, la intensidad de luz tuvo poco efecto sobre el crecimiento; pero en el segundo y tercer corte el peso de las hojas producidas fue casi directamente proporcional a la intensidad de la luz. Más tarde, Burton, Jackson y Knox (8) obtuvieron resultados similares al trabajar con Cynodon dactylon.

La relación entre el porcentaje de intercepción de la luz y el IAF, fue estudiado por Brougham (6), quien encontró que, después del corte y a medida que el IAF aumentaba desde 1 a 4, el porcentaje de intercepción de la luz se acrecentaba desde un 20% hasta 90% aproximadamente. Luego, al alcanzar el pasto valores de IAF entre 4 y 5, la intercepción de la luz tendía a permanecer constante.

#### El efecto del corte sobre el crecimiento y la producción de los pastos.

Las mayores intensidades de crecimiento y, por ende, las mayores producciones alcanzadas en un pastizal, dependen en gran parte del manejo al cual es sometido el mismo. Dentro de este manejo, la frecuencia y la altura de corte ejercen una gran influencia en el comportamiento del pasto después del corte.



La acción de remover las hojas de un pastizal por medio del corte, tiene tres efectos principales: a) el tejido fotosintético es removido; b) el tejido foliar, que contiene sustancias nitrogenadas y reservas de carbohidratos que pueden ser utilizadas en el crecimiento de nuevas hojas, es eliminado; c) la cantidad de luz que incide en los niveles inferiores del pasto, aumenta.

La frecuencia de corte a que es sometido un pastizal afecta su población de acuerdo con la intensidad de ella (21). Patterson (30) afirma que si los cortes en pasto elefante se efectúan cada cuatro semanas, se produce una situación general negativa, que puede especificarse en la siguiente forma: un efecto adverso en la vitalidad de la planta; una disminución en su sistema radical; tallos menos vigorosos, y un aumento en la mortalidad de los tallos. Otros autores (26,31,34,43) concuerdan que como consecuencia final se producirá irremediablemente una invasión de malezas en el pastizal.

Roux (34), en Turrialba, observó una disminución del número de tallos por metro cuadrado en aquellas parcelas cortadas con mayor frecuencia; este descenso se acentuó en las parcelas no fertilizadas. Innes (16) en Jamaica, al trabajar con pasto elefante, obtuvo resultados similares.

Watkins y Lewy-van Severen (40) observaron que la altura de corte ejercía un efecto mayor sobre el número de tallos que la frecuencia a la cual era sometido; estos autores notaron una reducción en la población cuando el pasto era cortado a cuatro pulgadas que el cortado a ocho pulgadas.

Caro-Costas y Vicente-Chandler (9), al trabajar con pasto elefante, obtuvieron un aumento altamente significativo en la producción de materia seca, cuando el pasto fue cortado de cero a tres pulgadas, con respecto al cortado de siete a diez pulgadas.

Brougham (6) encontró que, cuando la asociación de una gramínea con trébol era cortada a una pulgada sobre el nivel del suelo, la intensidad máxima de crecimiento se obtenía a los 24 días después del corte. Si el corte se hacía a tres pulgadas, esta intensidad era alcanzada a los 16 días después del corte, y finalmente, cuando se efectuaba a cinco pulgadas de altura, se llegaba a la intensidad máxima cuatro días después del corte. La máxima intensidad de crecimiento coincidía con una alta intercepción de la luz.

Davidson y Donald (10), experimentando en Trifolium subterraneum encontraron igualmente que la intensidad de crecimiento estaba relacionada con el nivel de corte. Este efecto dependía, sobre todo, del valor del IAF inicial, del valor al cual éste fue reducido, y de las condiciones climáticas presentes. Si el pasto había alcanzado o superado el valor óptimo del IAF antes de ser efectuado el corte, se obtenía en el período siguiente un aumento en la producción total de materia seca y, además, un gran incremento en la producción foliar. Por el contrario, si el corte se hacía antes de que el pasto alcanzara estos valores óptimos, ocurría un descenso, tanto en la producción de materia seca, como en la de las hojas. Según los mismos autores, el hecho sugiere que este efecto depende de la relación de la luz dentro del pasto y su influencia sobre el balance de la fotosíntesis y la respiración.

Oyenuga (29), al trabajar con pasto elefante en Nigeria, observó un descenso en los rendimientos en materia seca y follaje verde, a medida que se realizaban los cortes, especialmente si estos eran más frecuentes. Villegas (39) confirmó estas observaciones al notar un descenso en los rendimientos del pasto elefante, desde el primer año hasta el quinto año. Al tomar la población del primer año como 100%, halló que ésta se redujo a

46,8% en el segundo año, y a 40,9% en el tercero. Trabajos realizados por Ure y Jamil (38) corroboraron los resultados anteriores.

#### La composición química y el crecimiento de los pastos

A medida que van creciendo, los pastos sufren una serie de modificaciones en su constitución química. Numerosos trabajos (2,16,17,26,27,28, 29,30,34,43) han descrito la variación en el contenido de proteínas del pasto elefante a través de su desarrollo. Todos coinciden al afirmar que el porcentaje de proteínas disminuye a medida que el pasto crece, y que este descenso es mayor durante las primeras semanas.

Oyenuga (29) demostró que, cuando al pasto elefante se le permitió crecer por un período mayor a tres semanas, los tallos tendieron a desarrollarse más rápidamente que las hojas, y afirma que este hecho puede ser el responsable del rápido deterioro en el contenido de nutrimentos, característico de los pastos en los trópicos.

En Puerto Rico, Samuels y González Velez (35) observaron que el porcentaje de proteínas estaba influido por el intervalo de corte a que fue sometido el pasto elefante.

## METODOS DE ESTUDIO

Localización

Se realizó el estudio en el potrero número 221 (Bonilla) de la Disciplina de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica.

La pastera fue sembrada en abril de 1964, siendo ésta, en realidad, una resiembra a la anterior, que existía desde hace varios años. Se desconoce la variedad o clón al cual pertenece el pasto estudiado. Realmente, se considera que esta pastera no presentaba las características deseables para un trabajo de esta naturaleza. Sin embargo, se pudo delimitar un área la cual fue suficiente para realizar en él este trabajo y donde por observación previa se pudo notar cierta uniformidad en el crecimiento y en la población de pasto elefante.

Hardy (14), describió los suelos de este potrero como perteneciente a la serie Institute clay, que está caracterizado por tener una capa superficial de cerca de ocho pulgadas (20 centímetros) de espesor, de color marrón cuando húmedo y marrón gris cuando seco. Su estructura es granular y posee una textura arcillosa. Su permeabilidad es alta. El subsuelo presenta un color amarillento y su permeabilidad es menor. En las capas más profundas se encuentra grava. Estos suelos presentan gran cantidad de piedras redondas a través de su perfil. La masa de agua varía en profundidad, durante el período de lluvia llega a 30 centímetros de la superficie; en la época seca baja a 75 centímetros. Gherke (13) al estudiar los suelos de esta serie, encontró que en general se pueden caracterizar por su acidez; el pH oscila entre 4,9 y 6,5.

### Parcelas

Para los propósitos del experimento se establecieron 24 parcelas de cien metros cuadrados cada una, en un bloque de 2700 metros cuadrados. Los tratamientos fueron dos alturas de corte, una entre cero y cinco centímetros sobre el suelo y la otra de diez a quince centímetros sobre el suelo.

Habían dos replicaciones en tiempo iniciadas con cuatro semanas de diferencia entre las fechas de iniciación. Se efectuaron tres cortes en la primera replicación, la cual cubría los meses comprendidos entre octubre de 1965 y abril de 1966. En la segunda replicación solo se efectuaron dos cortes, cubriendo los meses de noviembre de 1965 hasta marzo de 1966. Las fechas de cada período de crecimiento son mostradas en el Cuadro 1.

En cada replicación había inicialmente tres repeticiones de cada tratamiento con dos intervalos de corte en cada altura de corte, pero dificultades en establecer una norma objetiva para determinar diferencias claras en el desarrollo del pasto, ocasionó la adopción de un intervalo común para todos los tratamientos, y por consiguiente se consiguieron seis repeticiones por cada tratamiento.

Cada una de las parcelas fue dividida en dos secciones; la primera de estas secciones fue dividida a su vez, en diez parcelas de un metro cuadrado cada una, separadas entre ellas por una calle de 50 centímetros. A éstas, se les denominó parcelas pequeñas. La utilización de las parcelas pequeñas fue la de obtener información semanal del crecimiento de las plantas y del Índice de Area Foliar. La otra sección, con una superficie de 65 metros cuadrados quedó reducida a una parcela de 8 x 4,50 metros, al retirar un metro por lado debido a la bordura. Esta sección fue utilizada para medir la interceptación de la luz; se le identificó con el nombre de

parcela grande. Las secciones fueron alternadas en el terreno después de cada cosecha.

CUADRO 1. Fechas que se realizaron los períodos de crecimiento de los diferentes tratamientos.

<u>Primera replicación</u>	P e r í o d o s		
	1°	3°	5°
Altura de corte: 5 cm.	4 -X-65 al 22-XI-65	22-XI-65 al 2-II-66	2-II-66 al 11-IV-66
Altura de corte: 15 cm.	4 -X-65 al 29-XI-65	29-XI-65 al 7-II-66	7-II-66 al 18-IV-66
<u>Segunda replicación</u>	2°	4°	
Altura de corte: 5 cm.	25-X-65 al 13-XII-65	13-XII-65 al 15 -II-66	
Altura de corte: 15 cm.	25-X-65 al 13-XII-65	13-XII-65 al 15-II-66	

La escogencia de las parcelas para cada tratamiento se realizó al azar. En el Cuadro 1 se presentan las fechas correspondientes a cada período de crecimiento de los diferentes tratamientos.

En la fertilización de las parcelas se utilizaron las mismas cantidades acostumbradas en el abonamiento de otros potreros de pasto elefante de la finca, o sea: Nitrógeno 209 Kg. de N/Ha/año, Fósforo 63 Kg. de  $P_2O_5$ /Ha/año y Potasio 41 Kg. de  $K_2O$ /Ha/año. Las fuentes utilizadas fueron: Urea, Superfosfato triple y Muriato de Potasio. La frecuencia de aplicación se arregló de manera que la distribución del total del fertilizante se

hiciera durante todo el ciclo de duración del ensayo, efectuándose estas aplicaciones en el momento de iniciar cada período de crecimiento.

Con el propósito de determinar la zona más favorable para ubicar el experimento, se efectuó un corte general a la pastera, y se fertilizó con nitrógeno, tres meses con anterioridad al ensayo.

### Observaciones

Las informaciones que se tomaron durante el experimento, en su orden de observación, fueron:

1. Intercepción de luz.
2. Número de tallos por metro cuadrado.
3. Peso seco de los tallos.
4. Peso seco de las hojas.
5. Area foliar.
6. Contenido de proteínas en las hojas y en los tallos.
7. Información meteorológica.

En la obtención de estas observaciones se siguieron los siguientes procedimientos:

#### 1. Intercepción de luz.

Para medir la intercepción de la luz se hizo uso de dos fotómetros marca Gossen Lunasix, con capacidad para detectar de uno a 350.000lux teniendo éstos un dispositivo para fijar la aguja indicadora una vez realizada la medición. El procedimiento consistió en introducir uno de los fotómetros a un metro cincuenta centímetros dentro de la parcela y a cinco centímetros sobre el suelo, y el otro fotómetro se colocaba por encima de las plantas. La medición de la luz se efectuaba simultáneamente. Estas mediciones se hicieron cada siete días, preferentemente los días lunes; solo

en los casos que por haber llovido no fue posible efectuar estas mediciones, entonces se pospuso para el día siguiente. La hora que se realizaban estas mediciones fue entre las 7 y 9 de la mañana. El número de observaciones llevadas a cabo en cada parcela fue de 26, y los puntos de observación fueron escogidos al azar.

## 2. Número de tallos por metro cuadrado.

Coincidiendo con los días en que se tomaban las observaciones anteriores, se tomó una muestra de un metro cuadrado en la sección de parcelas pequeñas de cada parcela, utilizando para ello un marco metálico. Fueron considerados solo aquellos vástagos que se encontraban en el interior del marco. Cuando las plantas alcanzaron cierta altura, en donde no resultó práctico el uso del cuadro metálico, el área del suelo se delimitó mediante cuerdas. Enseguida, este material fue llevado al laboratorio, en donde se tomaba el peso verde y se procedía al contaje del número de tallos en la muestra lo que constituía el dato del número de tallos por metro cuadrado.

## 3. Peso seco de los tallos.

Efectuado el contaje del número de tallos, se procedía a separar las hojas de los tallos; éstos se colocaban en bandejas y posteriormente eran llevados al horno, en donde permanecían durante nueve horas a 100°C. Finalizado el secado, se debían enfriar dentro del mismo horno y se pesaban en balanzas con precisión de la céntesima de gramo.

## 4. Peso seco de las hojas.

El mismo procedimiento seguido para los tallos se usó para las hojas, con la salvedad de que antes de llevar el material al horno, se tomaban muestras de hojas representativas de las parcelas para el cálculo del área foliar.



##### 5. Área foliar.

Las muestras de hojas tomadas para la determinación del área foliar, fueron secadas en el mismo horno y colocadas en una prensa de herbario para lograr mantener así la forma de las hojas. Una vez secas se tomaban submuestras de diez milímetros de largo, y se medía el ancho en milímetros, determinándose así el área de estas submuestras, y se pesaban en una balanza con precisión de una diez milésima de gramo. Para la determinación del área foliar, se relacionaba el peso seco total de las hojas, con el peso de las submuestras cuya área era conocida. Se estimó como hoja únicamente la lámina foliar, ignorándose la vaina; y para el área se consideró un solo lado de la lámina.

##### 6. Contenido de proteínas de las hojas y de los tallos.

Se pasaron muestras de las hojas y de los tallos por un molino, para luego analizarlas para el contenido de nitrógeno, utilizando el método de micro-kjeldahl. Los valores del contenido de proteína cruda, fueron dados en base a peso seco al vacío.

##### 7. Información meteorológica.

La información meteorológica fue suministrada por los servicios de meteorología del Instituto. Esta información se tomó únicamente para aclarar cualquier variación no esperada en las observaciones del crecimiento del pasto, y está incluida en el Apéndice 7 de este trabajo.

##### Cálculos

Para los efectos de este estudio, en la determinación de los índices empleados para expresar el crecimiento del pasto se utilizaron los siguientes cálculos:

1. Índice de Area Foliar. El área foliar se estimó en la forma descrita anteriormente, el área del suelo era el ocupado por la muestra de pasto tomada para la determinación del área foliar, esto es, un metro cuadrado. La relación entre estas dos áreas daba el valor del Índice de Area Foliar.

$$IAF = \frac{\text{Area foliar}}{\text{Area del suelo}}$$

2. Intensidad Neta de Asimilación. La intensidad neta de asimilación fue calculada haciendo uso de la fórmula (42):

$$INA = \frac{W_2 - W_1}{t} \times \frac{\log_e IAF_2 - \log_e IAF_1}{IAF_2 - IAF_1}$$

donde:  $W_1$  es el peso seco inicial,  $W_2$  el peso seco final del período donde fue estimada la INA.  $IAF_1$  el Índice de Area Foliar inicial,  $IAF_2$  el Índice de Area Foliar al final de este mismo período.  $t$  representa el tiempo de ese período, en semanas. La intensidad Neta de Asimilación es expresada en unidades: gramos/metro cuadrado/semana ( $\text{gr/m}^2/\text{sem}$ ).

3. Otros cálculos. Se determinaron los valores de regresión para el crecimiento del pasto; posteriormente se efectuó un análisis de significancia para los valores de regresión de las distintas curvas de crecimiento.

Se obtuvieron los valores de análisis de correlación entre la intercepción de luz, el peso seco de la parcela y el Índice de Area Foliar.

En el contenido de proteína se estimó la diferencia entre el primero y el quinto período de crecimiento.

## RESULTADOS

Peso seco por parcela

En el Cuadro 2, se presentan los datos de peso seco por parcela en los tratamientos y a través de los cinco períodos de crecimiento; los valores representan los promedios de las seis repeticiones en cada tratamiento. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos de altura de corte en ninguno de los cinco períodos.

En el primer período se obtuvieron altos valores de peso seco por parcela. Se efectuaron los primeros cortes en la octava y novena semana, en los tratamientos de altura de corte a cinco y quince centímetros sobre el suelo, respectivamente.

En el segundo período de crecimiento, a semejanza del primero, se tuvieron altos valores en los pesos secos por parcela. Este período duró nueve semanas. Las condiciones climáticas durante estos dos períodos (vease Apéndice 7) aparentemente eran favorables al desarrollo del pasto.

En el tercer período de crecimiento, los pesos obtenidos por parcela fueron más bajos que aquellos de los dos períodos anteriores. Los pesos logrados en el cuarto período muestran similitud a los del tercer período. El quinto período de crecimiento arrojó los pesos más bajos por parcela. Al comparar los valores encontrados en este período con aquellos de los otros cuatro períodos de crecimiento, se observó que existía una diferencia estadísticamente significativa entre éste y el primero y segundo período.

Se puede observar, que los mayores incrementos relativos de peso seco por parcela, se presentan entre la primera y la tercera semana de edad del pasto, en estas dos semanas el pasto logra aumentos de peso muy superiores a 100 por ciento con base en su peso al inicio de la semana.

CUADRO 2. Peso seco actual e incremento semanales por parcela ( $gr/m^2$ ) de acuerdo con la edad del pasto (en semanas): Promedios de seis parcelas.

Periodos  
Altura  
corte (cm)

+ 2,01 + 2,01 + 2,23  
2,01 2,08 2,23 2,37

CUADRO 2. Peso seco actual e incremento semanales por parcela ( $gr/m^2$ ) de acuerdo con la edad del pasto (en semanas): Promedios de seis parcelas.

Periodos Altura corte (cm)	1ª		2ª		3ª		4ª		5ª											
	P.S. I	P.S. I	P.S. I	P.S. I	P.S. I	P.S. I	P.S. I	P.S. I	P.S. I	P.S. I										
1	2,01	+ 2,01	2,08	+ 2,23	2,23	+ 2,37	2,37	+ 2,36	2,36	+ 2,36	3,49	+ 3,49	3,49	+ 5,98	5,98	+ 1,68	1,68	+ 4,16	4,16	
2	33,03	+ 31,02	31,90	+ 29,82	19,40	+ 17,17	13,19	+ 11,02	15,89	+ 10,29	14,27	+ 11,91	22,66	+ 19,17	17,51	+ 12,53	19,04	+ 17,36	10,52	+ 6,36
3	81,90	+ 48,87	101,85	+ 69,75	61,10	+ 41,70	50,30	+ 36,91	47,87	+ 31,78	52,14	+ 37,87	53,95	+ 31,29	38,08	+ 20,57	32,83	+ 13,79	45,61	+ 35,09
4	136,85	+ 54,95	129,65	+ 27,80	124,85	+ 63,75	119,39	+ 69,09	74,28	+ 26,61	80,50	+ 28,36	74,31	+ 20,36	78,40	+ 40,32	43,42	+ 10,59	50,33	+ 4,72
5	116,42	- 21,43	185,96	+ 56,31	206,97	+ 82,12	192,07	+ 72,63	97,13	+ 22,85	128,46	+ 47,96	99,56	+ 25,25	127,70	+ 49,30	68,71	+ 25,29	100,20	+ 49,87
6	225,08	+ 109,66	252,69	+ 66,73	295,24	+ 89,27	288,21	+ 96,14	120,38	+ 23,25	169,71	+ 44,25	105,14	+ 5,58	136,48	+ 8,78	98,32	+ 29,61	91,38	- 8,82
7	302,21	+ 77,13	340,81	+ 88,12	409,38	+ 114,14	333,03	+ 44,82	180,32	+ 59,94	199,66	+ 29,95	145,68	+ 40,54	175,90	+ 39,52	141,96	+ 43,64	160,01	+ 68,63
8	311,76	+ 9,55	397,40	+ 56,59	464,42	+ 55,04	508,33	+ 175,30	201,16	+ 20,84	228,91	+ 29,25	208,32	+ 62,64	219,72	+ 43,72	172,15	+ 30,19	175,42	+ 15,41
9	-		416,65	+ 19,25	469,22	+ 4,80	517,36	+ 9,03	264,27	+ 63,11	287,35	+ 59,44	217,61	+ 9,29	300,29	+ 80,57	221,98	+ 48,83	253,25	+ 77,83
10	-		-		-		-		384,37	+ 120,10	368,94	+ 81,59	296,89	+ 79,28	392,73	+ 92,44	287,96	+ 65,98	288,44	+ 35,19

P.S. = Peso seco  
I. = Incrementos semanales

Los incrementos reales más altos se logran más temprano en los dos primeros períodos, comparado con el quinto período en donde el desarrollo del pasto es más lento.

### Indice de Area Foliar

En el Cuadro 3, se presentan los promedios de los valores del IAF obtenidos en las seis parcelas de cada tratamiento a través de los cinco períodos de crecimiento. Se observó que existía una diferencia estadísticamente significativa del quinto período de crecimiento con respecto a los otros cuatro períodos. No se observó diferencia significativa entre los dos tratamientos de altura de corte en ninguno de los períodos de crecimiento.

En el primer período de crecimiento se obtuvieron altos valores en el IAF. Entre la quinta y sexta semana de edad del pasto estos alcanzaron valores superiores a 2,0; para la octava semana este nivel superó el IAF de 3,0. Resultados similares se encontraron en el segundo período. En el tratamiento de corte a cinco centímetros, se obtuvieron niveles de IAF superiores a 4,0 desde la séptima semana, mientras que en el otro tratamiento de corte este nivel se alcanzó recién en la novena semana. Desde la cuarta semana los valores encontrados en este segundo período superaron a los del primer período.

En el tercer y cuarto período se encontró gran similitud en los valores encontrados, estos en general son inferiores a los obtenidos en los dos primeros períodos. Valores del IAF superiores a 3,0 se lograron recién en la décima semana de crecimiento del pasto.

El quinto período se caracterizó por tener los valores más bajos del IAF. Los incrementos semanales fueron inferiores a los habidos en los

CUADRO 3. Índice de Area Foliar de acuerdo con la edad del pasto (en semanas). Promedios de seis repeticiones.

Altura corte (cm)	P E R I O D O S														
	1°			2°			3°			4°			5°		
	5	15	5	0,03	0,03	0,01	0,14	0,02	0,08	0,11	0,03	0,07			
1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,14	0,02	0,08	0,11	0,03	0,07				
2	0,64	0,62	0,41	0,33	0,45	0,42	0,62	0,54	0,26						
3	1,72	1,93	1,21	0,99	1,05	1,31	1,10	0,71	0,97						
4	1,62	1,75	1,90	1,81	1,41	1,56	1,28	1,38	0,93	0,91					
5	1,40	2,02	2,91	2,71	1,60	2,10	1,63	1,95	1,22	1,58	21				
6	2,47	2,61	3,43	3,32	1,58	2,23	1,66	2,00	1,48	1,36					
7	2,36	2,82	4,03	3,41	2,05	2,43	1,92	2,15	1,73	1,79					
8	3,50	3,95	4,16	3,94	2,12	2,46	2,39	2,50	1,78	1,81					
9	-	3,40	4,22	4,21	2,45	2,56	2,53	2,82	2,00	2,68					
10	-	-	-	-	3,27	3,02	2,96	3,30	2,33	2,50					

Edad del pasto (semanas)

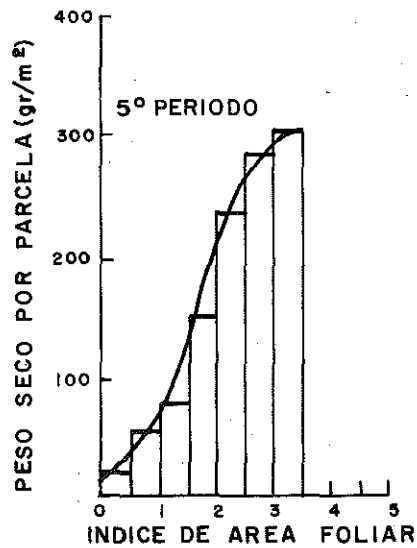
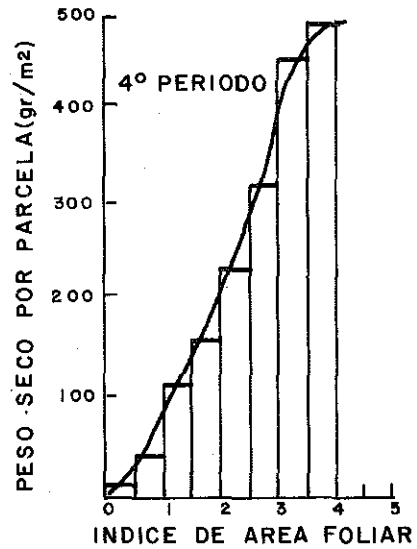
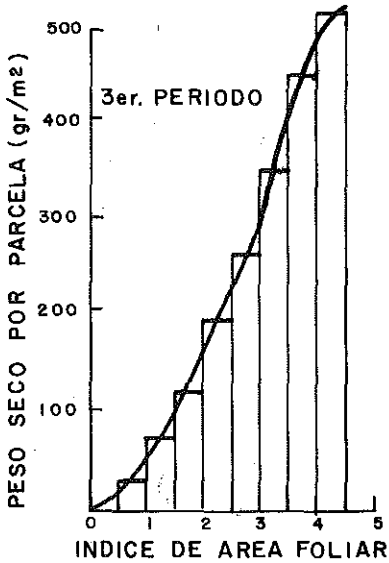
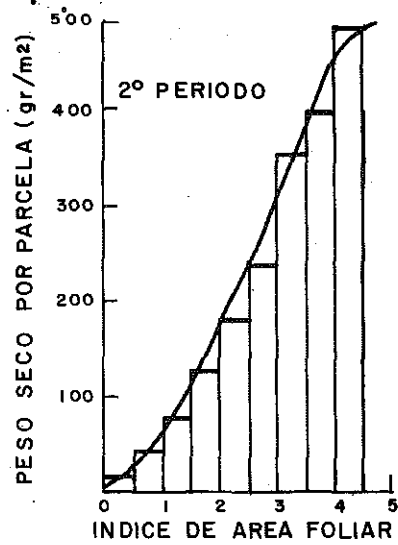
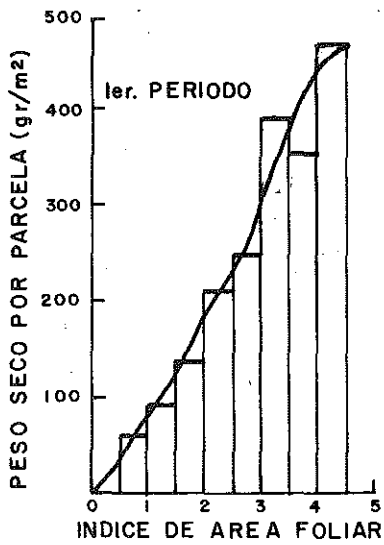


GRAFICO N°1 PESO SECO POR PARCELA (gr/m<sup>2</sup>) A DIFERENTES VALORES DE INDICE DE AREA FOLIAR.

cuatro períodos anteriores, esto trajo como consecuencia que recién en la novena semana fue cuando se alcanzaron niveles de IAF superiores a 2,0.

El peso seco por parcela está constituido por el peso conjunto de las hojas y de los tallos; el hecho que el IAF indica en cierta forma la cantidad de follaje del pasto, hace suponer la posibilidad de que exista correlación del peso seco por parcelas con el IAF.

En el Gráfico 1 se muestra la tendencia seguida por el peso seco por parcela a diferentes valores de IAF. Los datos utilizados para la elaboración de este gráfico se presenta en el Apéndice 1. En general se observa, que a mayores valores de IAF corresponden los mayores pesos por parcelas.

En el Cuadro 4 se presentan los valores de correlación del peso seco por parcela con el IAF. La alta significancia que se obtuvo en los cinco períodos de crecimiento indica la gran dependencia entre ambas variables.

CUADRO 4. Coeficientes de correlación de peso seco por parcela con Índice de Area Foliar

Primer período	0,879 <sup>00</sup>
Segundo período	0,850 <sup>00</sup>
Tercer período	0,958 <sup>00</sup>
Cuarto período	0,942 <sup>00</sup>
Quinto período	0,963 <sup>00</sup>

<sup>00</sup>significativo al 1%

Se estimó la fórmula de regresión para estos valores, esta fue:

$$Y = 0,78 + 0,00713 X$$

donde Y es el valor del IAF, y X el peso seco por parcela ( $\text{gr/m}^2$ ), esta ecuación de la regresión permitirá la estimación del IAF en base al peso seco por parcela.



### Intensidad Neta de Asimilación

La secuencia de los valores de la Intensidad Neta de Asimilación al variar el Índice de Área Foliar se indica en el Gráfico 2. En general, los valores de la INA tienden a disminuir a medida que el IAF aumenta.

En el primer período de crecimiento, al inicio del desarrollo del pasto, se obtienen los mayores valores de la INA, pero gradualmente, con el desarrollo del pasto, los valores de la INA van disminuyendo progresivamente, hasta llegar el IAF a 2,6; luego la INA tiende a aumentar. En general, no se encontró diferencia en la INA en ambos tratamientos.

En el segundo período de crecimiento, el tratamiento de altura de corte a cinco centímetros sobre el suelo supera al otro tratamiento en la fase inicial del desarrollo del pasto. Con valores de IAF próximos a la unidad, la INA se iguala en ambos tratamientos, y permanece así mientras dura el período de crecimiento. Se presentó una ligera tendencia a la disminución de los valores de la INA a medida que el pasto se desarrollaba.

En el tercer período de crecimiento no se observó diferencia entre la INA de ambos tratamientos; los valores iniciales tendían a ser menores que los obtenidos en el primer período. Se presenta en este período una tendencia a disminuir la INA mientras se incrementa el IAF, hasta que el IAF alcanza valores próximo a 2,0; luego se observa un incremento en los valores de la INA.

En el cuarto período de crecimiento, se observa una diferencia inicial en los valores de ambos tratamientos; sin embargo, esta diferencia desaparece cuando el IAF alcanza un valor próximo a la unidad. A medida que el IAF aumenta, la INA continua disminuyendo, hasta alcanzar el IAF niveles de 2,0, iniciándose una fase de incrementos en la INA en ambos tratamientos.

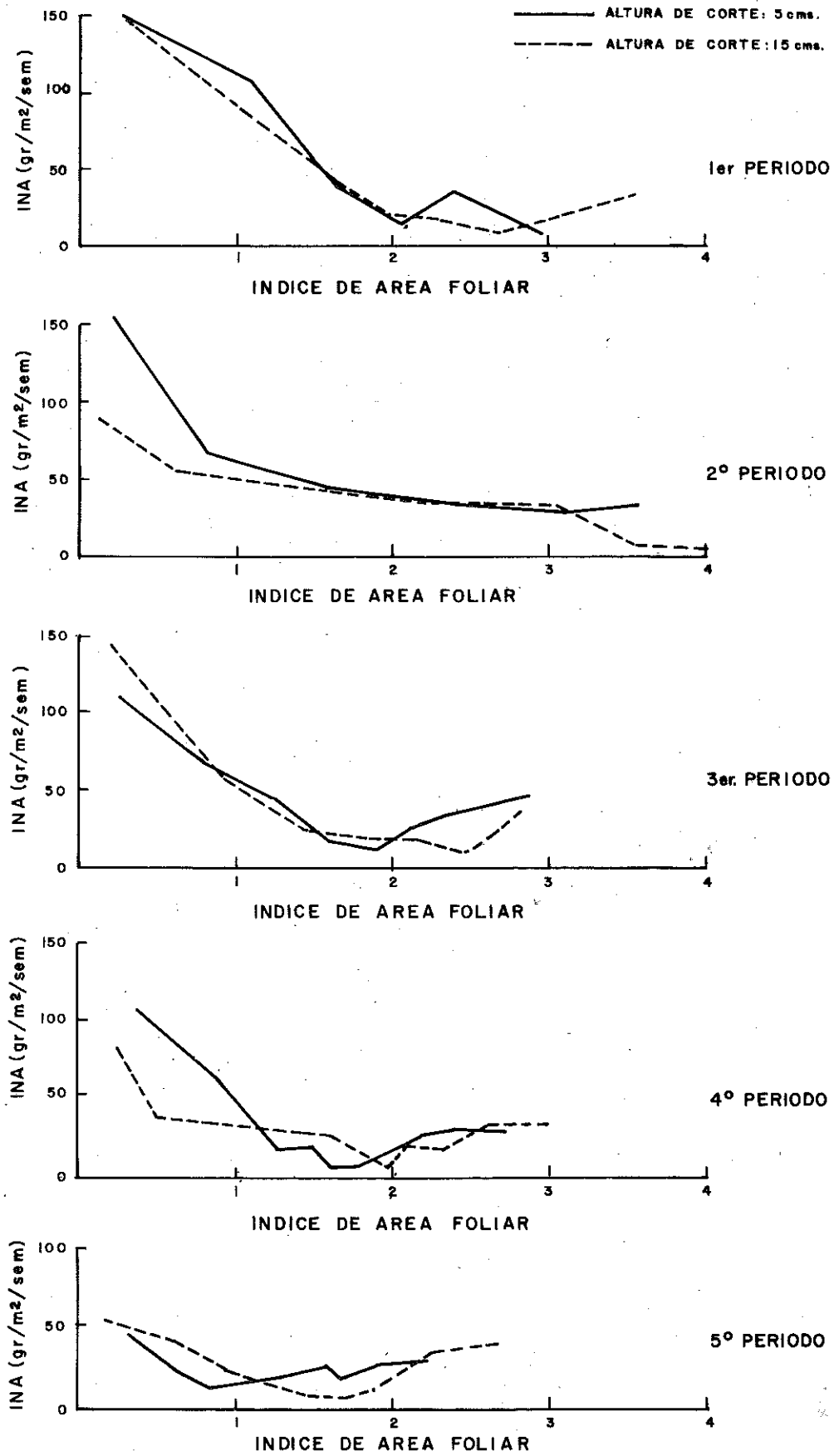


GRAFICO N°2 INTENSIDAD NETA DE ASIMILACION A DIFERENTES VALORES DE INDICE DE AREA FOLIAR.-

En el quinto período se obtuvieron los más bajos valores de la INA; en la parte inicial del desarrollo, ésta alcanzó apenas valores próximos a los cincuenta gramos por metro cuadrado por semana. Se observa en este período que la fase en donde descienden los valores de la INA es más corta, iniciándose la fase de aumentos cuando el IAF alcanza valores entre uno y uno y medio.

En el Apéndice 2 se presentan los valores de la INA según la edad del pasto, en los cinco períodos de crecimiento.

#### Intercepción de la luz

En el Gráfico 3 se presenta esquemáticamente la secuencia seguida por los valores de intercepción de la luz, a medida que el pasto avanzaba en edad. Los valores que se utilizaron para la elaboración de este gráfico aparecen en el Apéndice 3.

La dificultad de efectuar las mediciones de intercepción de la luz cuando el pasto no había alcanzado cierto desarrollo es la causa de la falta de datos en las primeras semanas de edad del pasto.

En el primer período, ya en la tercera semana se encontraron valores de intercepción que superaron al 70 por ciento de la luz incidente; este valor es el más alto obtenido a esa edad en los cinco períodos de crecimiento. Los aumentos posteriores en los valores de la intercepción fueron lentos, y al tener el pasto nueve semanas de edad apenas alcanzaba el 90 por ciento de intercepción.

La tendencia en el aumento de los valores de intercepción de la luz en el segundo período de crecimiento, muestra una mayor inclinación. En la tercera semana, el pasto interceptaba el 60 por ciento de la luz incidente, y al final de la novena semana el pasto interceptaba el 90 por ciento de la luz.

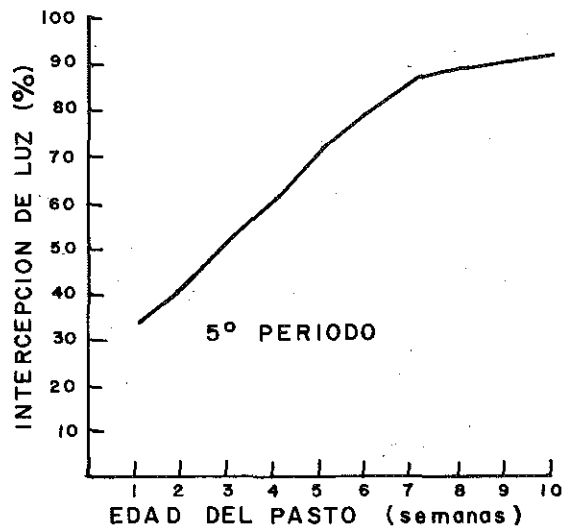
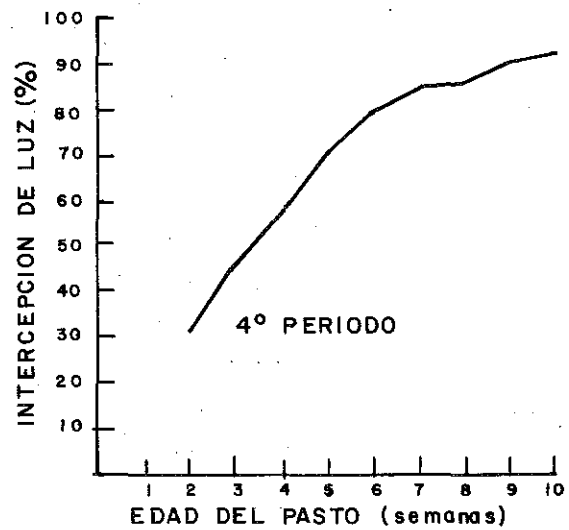
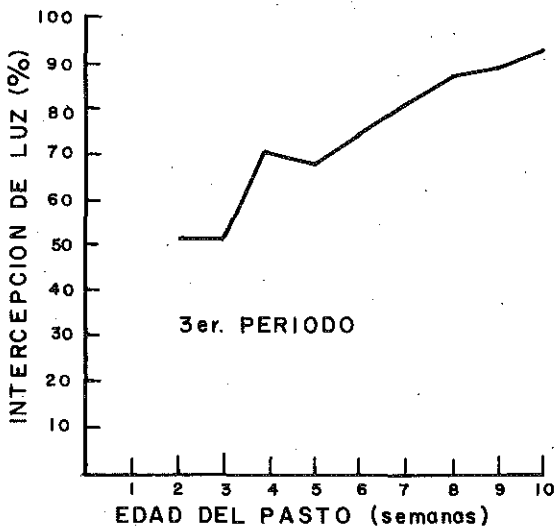
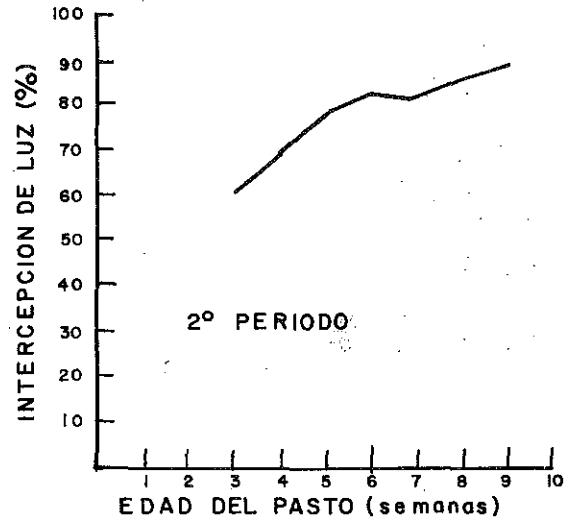
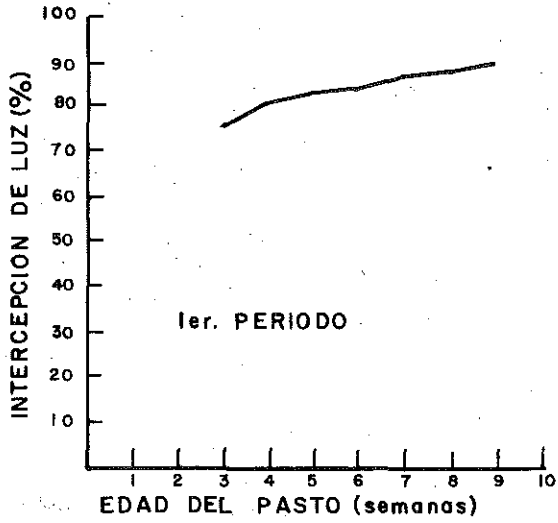


GRAFICO N°3 INTERCEPCION DE LUZ (%) POR EL PASTO ELEFANTE, SEGUN LA EDAD DEL PASTO.- PROMEDIO DE DOCE PARCELAS.-

Los tres períodos de crecimiento que siguieron mostraron tendencias similares, de tal manera que en las primeras semanas el pasto interceptaba bajos valores de la luz incidente, pero éstos iban aumentando progresivamente a medida que el pasto avanzaba en edad. En todos los períodos la intercepción de la luz alcanzó el nivel de 90 por ciento en la novena semana; a excepción del quinto período cuando se llegó a este nivel en la octava semana.

En general, se muestra una tendencia a estabilizar los valores de intercepción de luz, cuando ésta alcanza niveles próximos al 90 por ciento.

Se efectuaron análisis de correlación entre los valores de intercepción de la luz y el IAF; los coeficientes se muestran en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Coeficientes de correlación Índice de Area Foliar con intercepción de la luz.

Primer período	0,393 <sup>oo</sup>
Segundo período	0,638 <sup>oo</sup>
Tercer período	0,431 <sup>oo</sup>
Cuarto período	0,734 <sup>oo</sup>
Quinto período	0,803 <sup>oo</sup>

<sup>oo</sup>significativo al 1%

Los valores de los coeficientes de correlación alcanzaron la significancia estadística pero, sin embargo, se consideran muy bajos para permitir realizar estimaciones del IAF en un pastizal a base de los valores de intercepción de la luz.

Debido a la gran amplitud de variación de los valores de intercepción de la luz en base al IAF del pasto, se consideró conveniente elaborar un

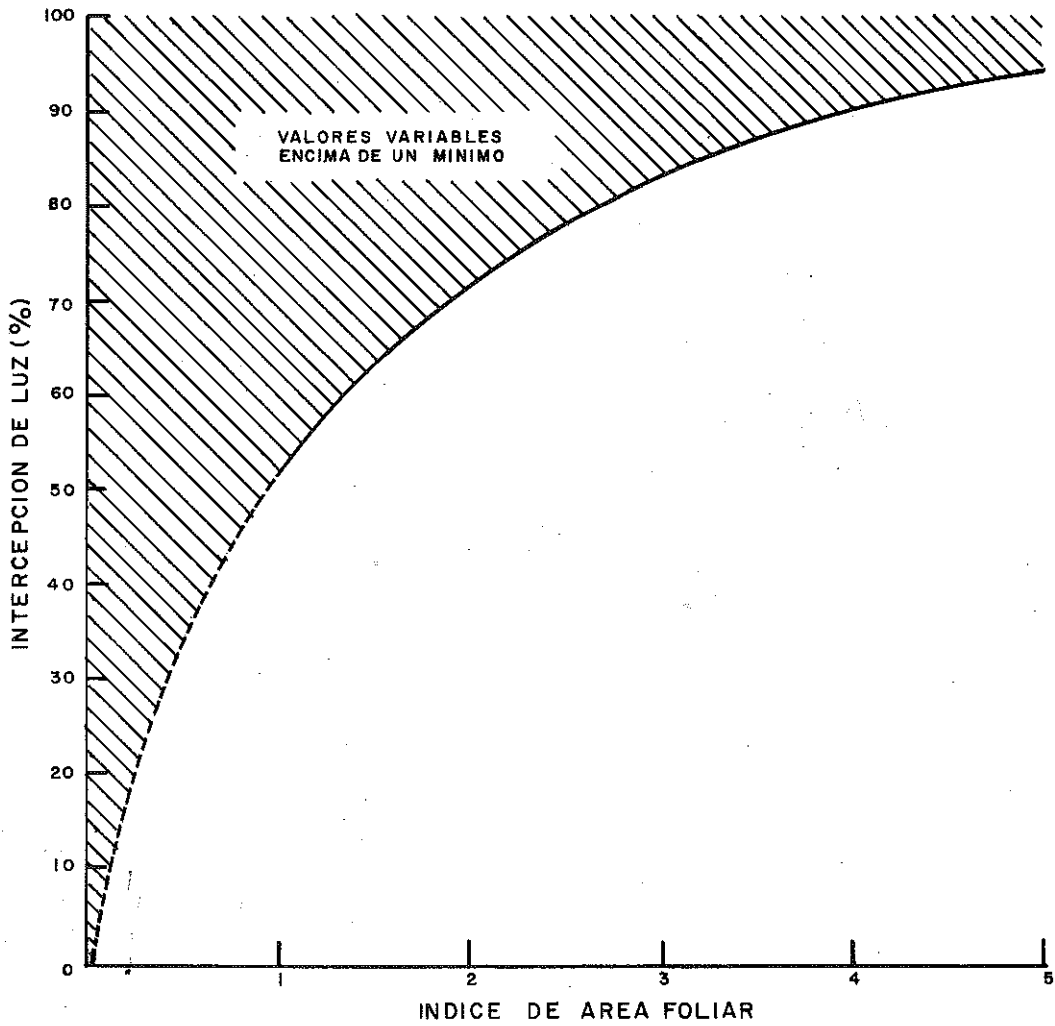


GRAFICO N°4 INDICE DE AREA FOLIAR A DIFERENTES VALORES DE INTERCEPCION DE LUZ.- DATOS PROMEDIOS DE 24 PARCELAS DURANTE TODO EL ENSAYO.-

gráfico con los valores mínimos de intercepción (Gráfico 4). En él se puede observar que cuando el nivel del IAF es bajo resulta excesivamente alta la amplitud en los valores de intercepción; esto se debe a que en esta fase inicial de desarrollo del pasto, existen grandes probabilidades de que la medición de la intensidad de la luz se efectue bajo una planta o en ausencia de ella, probabilidad que va disminuyendo paulatinamente a medida que el follaje se va desarrollando.

En el Cuadro 6 se señalan los valores de los coeficientes de correlación de peso seco por parcela con la intercepción de la luz. Todos los valores alcanzaron la significancia estadística, con una probabilidad de uno por ciento. A excepción del primer período de crecimiento, todos los valores de los coeficientes de correlación se consideran altos, lo cual permitiría su posible uso en la estimación del peso seco por parcela a base del porcentaje de intercepción de la luz.

CUADRO 6. Coeficientes de correlación de peso seco por parcela con intercepción de la luz.

Primer período	0,426 <sup>oo</sup>
Segundo período	0,767 <sup>oo</sup>
Tercero período	0,709 <sup>oo</sup>
Cuarto período	0,721 <sup>oo</sup>
Quinto período	0,834 <sup>oo</sup>

<sup>oo</sup>significativo al 1%

Se estimó la fórmula de regresión para estas variables, esta fue:

$$Y = -264,50 + 5,72 X$$

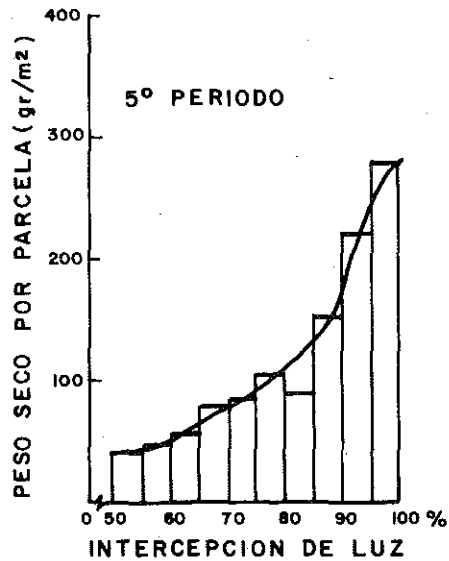
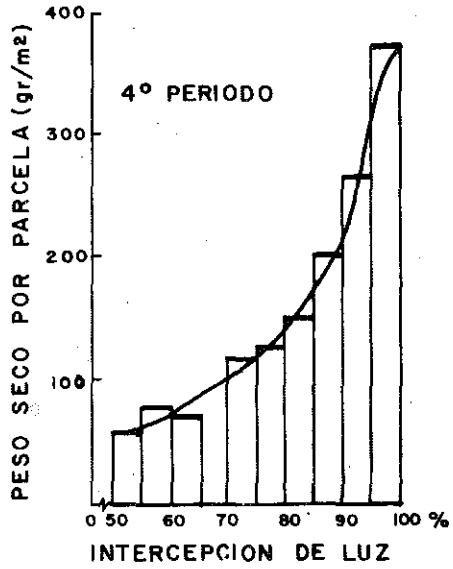
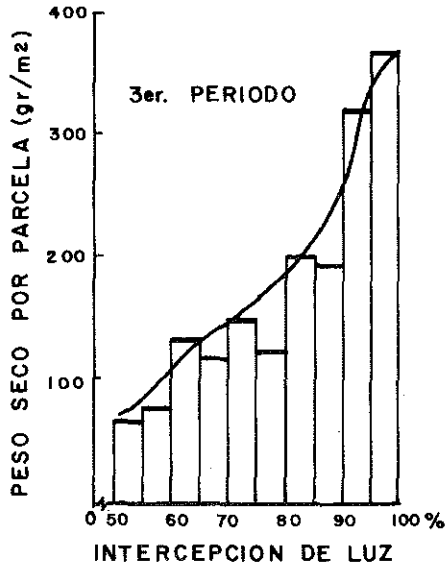
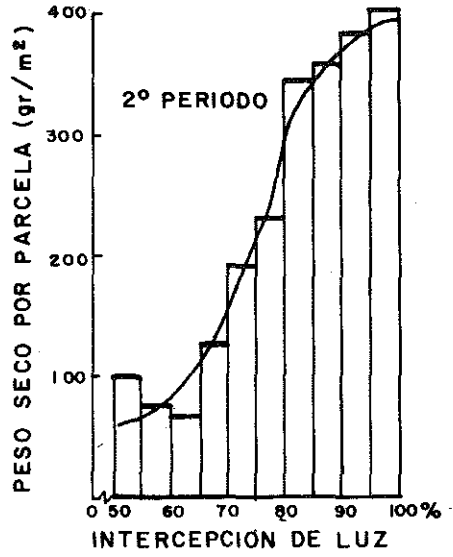
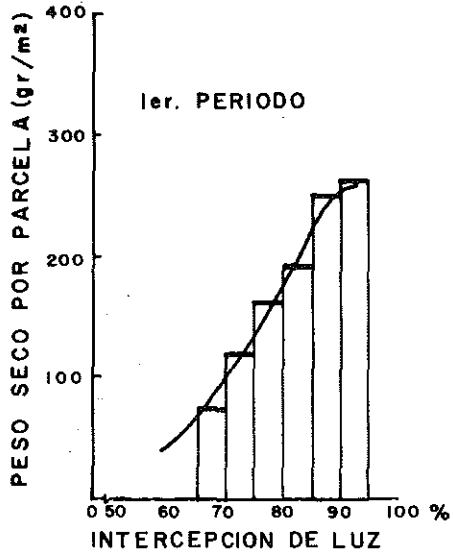


GRAFICO N°5 PESO SECO POR PARCELA (gr/m²) A DIFERENTES VALORES DE INTERCEPCIÓN DE LUZ.-



en donde Y es el peso seco por parcela y X la intercepción de la luz (%). Esta ecuación permitiría la estimación del peso por parcela en base al porcentaje de intercepción de la luz por el pasto.

En el Gráfico 5 se muestran esquemáticamente las tendencias seguidas por el peso seco por parcela a diferentes intervalos de intercepción de la luz. En el Apéndice 4 se presentan los valores a partir de los cuales se preparó el Gráfico 5.

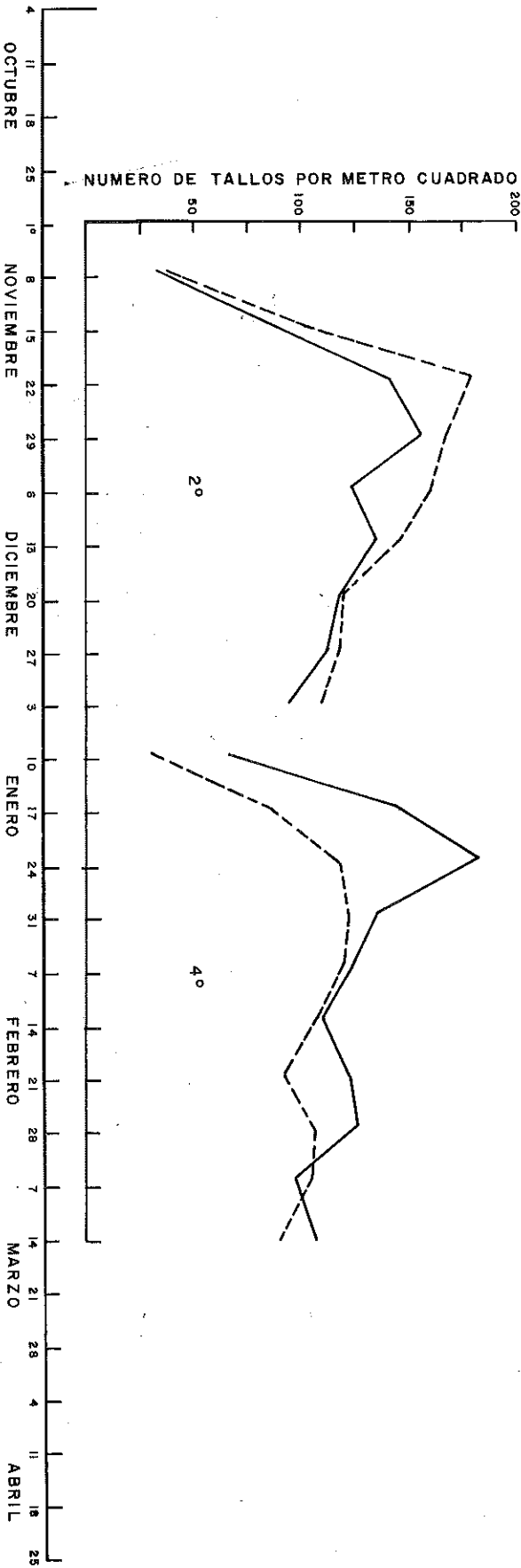
Se observa que, a medida que aumenta la intercepción de la luz, se incrementa el peso seco por parcela. Se presentan dos niveles de intercepción entre los cuales se obtienen los más altos incrementos en la producción de peso seco por parcela. Con una intercepción entre 80 y 95 por ciento, la producción de tallos contribuye al aumento de peso, sin aumentar en forma similar la intercepción de la luz, la cual depende principalmente de la cantidad de hojas.

#### Población de tallos

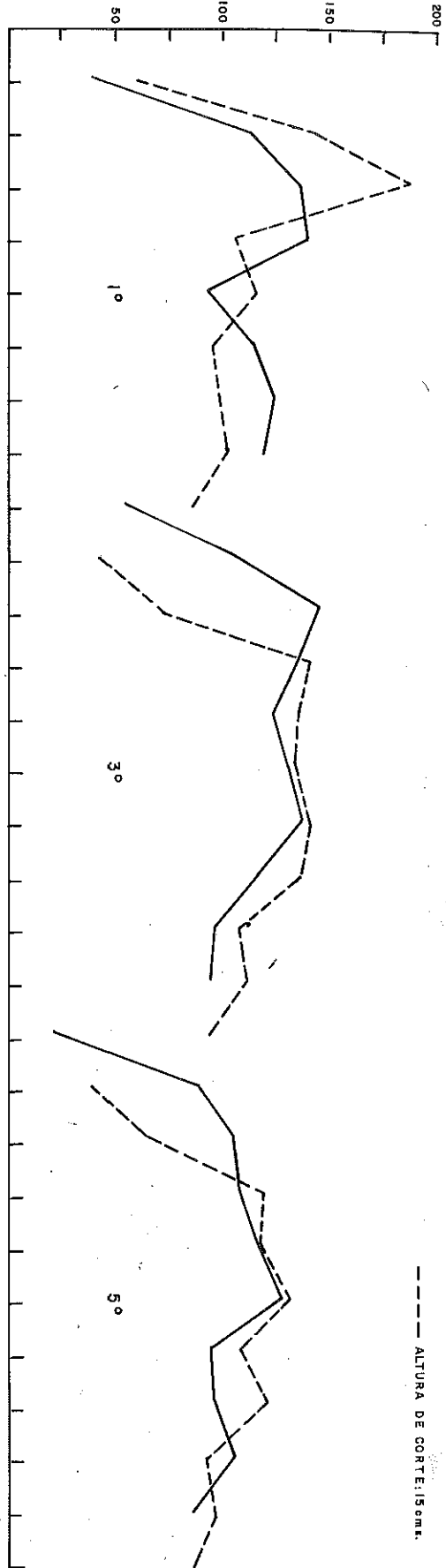
Se calculó el promedio del número de tallos existentes en cada metro cuadrado para las seis parcelas de cada tratamiento y en cada una de las edades del pasto; estos valores se muestran esquemáticamente en el Gráfico 6, y se presentan en el Apéndice 5.

En el primer período de crecimiento, se observó un incremento en el número de tallos hasta que el pasto alcanzó una edad de tres a cuatro semanas. A partir de este momento empezó a notarse un descenso en la población, que se fue haciendo más notorio a medida que el pasto avanzaba en edad; esta circunstancia pudo observarse en ambos tratamientos. Al finalizar este primer período, el número de tallos en el tratamiento de corte a cinco centímetros sobre el suelo fue ligeramente mayor que el cortado a quince centímetros.

GRAFICO N°6 VARIACION EN EL NUMERO DE TALLOS POR METRO CUADRADO CON EDAD DEL PASTO.- VALORES PROMEDIO DE SEIS PARCELAS.-



NUMERO DE TALLOS POR METRO CUADRADO



— ALTURA DE CORTE: 5 cm.  
 - - - ALTURA DE CORTE: 15 cm.

En el segundo período de crecimiento se notó un aumento en la población hasta la tercera y cuarta semana de edad, y enseguida se inició un descenso en el número de tallos. Durante todo el período, el tratamiento de corte a quince centímetros mantuvo una ligera ventaja en su población en comparación con el otro tratamiento.

Se obtuvieron resultados similares durante el tercer período de crecimiento, cuando se mantuvo un incremento en la población hasta la tercera semana después del corte; posteriormente se inició una disminución similar a la de los dos períodos anteriores. Después de diez semanas, al concluir el período de crecimiento, la población era semejante en ambos tratamientos. Al comparar el promedio del número de tallos de todo el período con el primero, no se observó reducción en el número de tallos.

Para el cuarto período de crecimiento, los valores máximos se obtuvieron en la cuarta semana de edad. Al final del período las parcelas cortadas a cinco centímetros sobre el suelo superaron en su población a las cortadas a quince centímetros. En este último tratamiento se obtuvieron bajas en el número de tallos, al compararlo con el obtenido en el segundo período.

Durante el quinto período, se notó una tendencia a un rebrote más tardío. Pudo observarse en ambos tratamientos una disminución en el retoño inicial de nuevos tallos; en efecto, los valores obtenidos se consideran muy inferiores a los hallados en los períodos anteriores. Esta tendencia a la demora de los nuevos brotes trajo a su vez consigo que la curva de incremento de nuevos tallos se prolongara hasta la sexta semana de edad, en cuyo momento se encontró el mayor número de tallos para ambos tratamientos en este período de crecimiento.

La tardanza en el brote de nuevos tallos, y la disminución del número de vástagos por metro cuadrado, puede haber sido provocada por un descenso de la precipitación ocurrida durante este período (vease Apéndice 7); esta baja en la precipitación ocasionó una reducción del suministro de agua por el suelo para las plantas, factor que ya ha sido mencionado en la literatura (12) como uno de los causantes de la reducción de la población de un pastizal.

Los datos actuales muestran que el incremento en el número de tallos por metro cuadrado continúa hasta que el pasto intercepta un 75 por ciento de la luz incidente, a partir de este momento se inicia el descenso de la población, a medida que el pasto intercepta mayor porcentaje de la luz (Cuadro 7).

#### Composición química

En el Apéndice 6 se presentan los valores de porcentaje de proteína cruda en el pasto elefante a través de sus diferentes edades. Estos valores constituyen los promedios de las seis parcelas de los dos tratamientos, y pertenecen al primero y quinto período de crecimiento. Debido a que interesaba principalmente conocer la variación en el contenido de proteína de las muestras de pasto elefante en dos épocas que mostraban condiciones ambientales distintas, no se analizaron las muestras de los otros períodos de crecimiento. Los porcentajes de proteína cruda de las hojas y de los tallos se muestran por separados; de esta manera se pueden conocer las tendencias seguidas por el porcentaje de proteína de cada uno, a medida que el pasto se desarrollaba. Estas tendencias aparecen en el Gráfico 7.

Puede observarse que el porcentaje de proteína cruda disminuye progresivamente a medida que el pasto avanza en edad. Este descenso se hace más

CUADRO 7. Número de tallos por metro cuadrado al variar los valores de intercepción de la luz. Promedio de veinticuatro parcelas.

Intercepción de luz (%)	P E R I O D O S				
	1°	2°	3°	4°	5°
31 - 35	-	-	-	116	57
36 - 40	-	-	-	120	75
41 - 45	-	-	-	133	51
46 - 50	-	-	133	142	106
51 - 55	-	134	133	-	100
56 - 60	-	148	134	128	109
61 - 65	154	213	122	121	107
66 - 70	156	120	132	120	114
71 - 75	123	156	136	136	136
76 - 80	124	132	124	109	127
81 - 85	122	134	126	106	101
86 - 90	118	133	122	112	100
91 - 95	114	114	95	99	99
96 - 100	-	75	86	115	85

pronunciado durante las primeras semanas, en las que se obtiene una baja rápida en el porcentaje de proteína con el aumento de la edad del pasto.

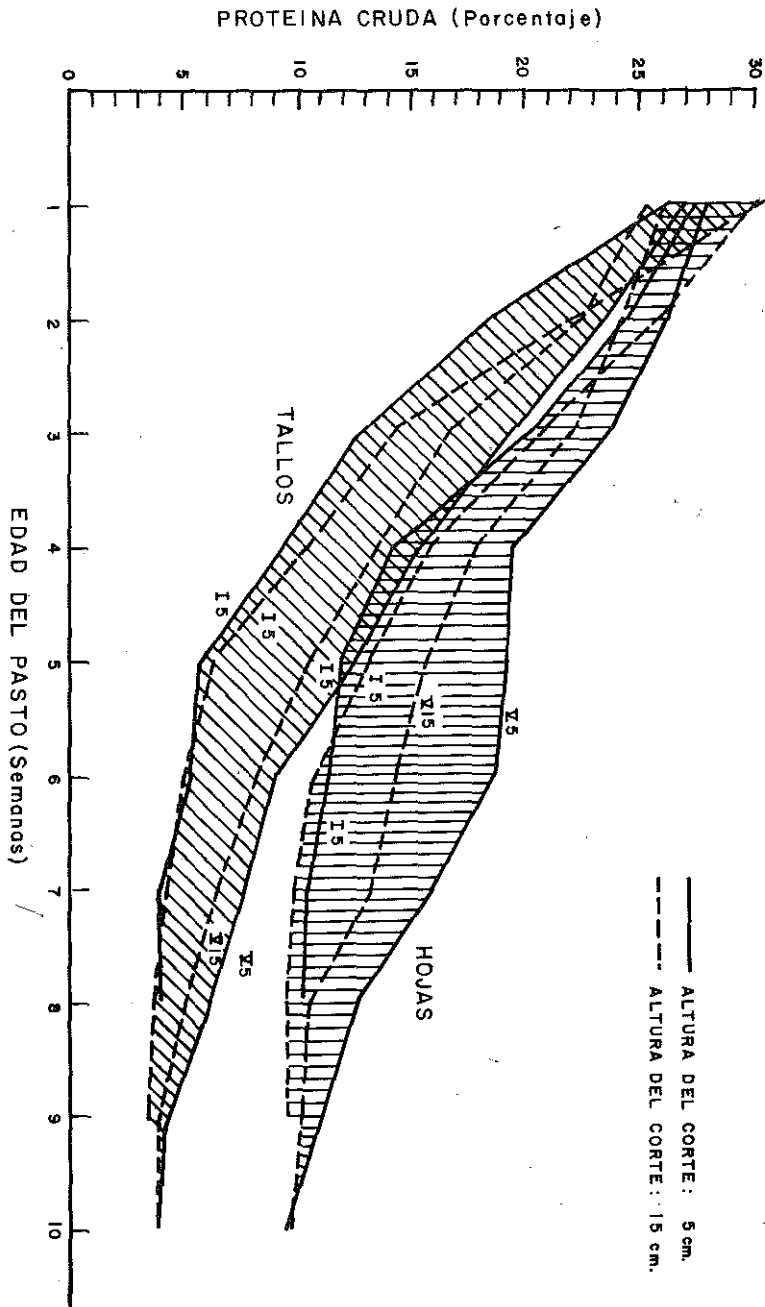
En el primer período de crecimiento, los valores obtenidos fueron ligeramente inferiores a los del quinto. Esta diferencia se encuentra tanto en las hojas como en los tallos. Este porcentaje más bajo de proteína es explicable, por el hecho de que durante el primer período los aumentos en peso fueron mayores a los obtenidos en el quinto período de crecimiento, debido a que las plantas se desarrollaron más rápidamente.

En el Gráfico 7, se observa una mayor inclinación en la tendencia a disminuir el porcentaje de proteína en los tallos en comparación con el de las hojas. En general, los valores son similares para ambas partes durante la primera semana, es a partir de la segunda semana cuando se comienzan a notar las diferencias, las cuales persisten durante todo el crecimiento del pasto. La rápida disminución en el porcentaje de proteína de los tallos, es acompañada por un incremento en la fibra cruda, tal como fue demostrado por Muñoz (26) y Roux (34).

La producción de proteína, calculada de acuerdo al porcentaje de ésta en las hojas y a la producción de materia seca de las hojas, se muestra en el Cuadro 8.

Los valores de rendimiento de proteína son ligeramente mayores en el tratamiento de corte a 15 centímetros sobre el suelo, sin embargo, esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa. En el primer período de crecimiento se observa una tendencia a obtener grandes incrementos en la producción durante las tres primeras semanas, a partir de este momento, aunque sigue la inclinación ascendente ésta tiende a ser menor en relación a las primeras semanas. En este período los mayores rendimientos se obtienen en la octava semana.

GRAFICO N°7 VARIACION EN EL CONTENIDO DE PROTEINA DEL PASTO ELEFANTE, SEGUN LA EDAD



En el quinto período de crecimiento, la tendencia a aumentar la producción de proteína permanece ascendente hasta la octava y novena semana de edad, enseguida se observa un ligero descenso en los rendimientos de proteína. La producción total durante este período era inferior a la del primer período.

CUADRO 8. Rendimientos de proteína cruda (Kg/Ha) en base a producción y porcentaje de proteína en hojas de pasto elefante de diferentes edades.

Replicación en tiempo		Primer Período		Quinto Período	
		Oct. 11-Dic. 6		Feb. 7 - Abr.25	
Altura de corte		5 cm.	15 cm.	5 cm.	15 cm.
Edad del pasto (semanas)	1	1,86	1,86	3,07	7,41
	2	54,01	53,75	36,71	18,32
	3	109,86	136,48	58,15	75,24
	4	112,95	119,50	63,97	67,53
	5	84,47	137,13	99,26	113,11
	6	137,69	136,59	117,50	95,48
	7	139,74	173,67	144,40	134,02
	8	177,82	183,79	125,04	109,15
	9	---	173,99	125,80	153,40
	10	---	---	127,75	132,11



## DISCUSION

En la información obtenida durante los cinco períodos de crecimiento, puede observarse que en general no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los valores de los pesos secos por parcelas de los dos tratamientos de altura de corte utilizados. Solo en el cuarto período se encontró una ligera superioridad en el peso seco por parcela del tratamiento de corte a quince centímetros sobre el suelo con respecto al de cinco centímetros, por ser éste un caso aislado, nos permite suponer que esta diferencia fue debida a muestreo.

Se observó que a medida que se iban efectuando los distintos períodos de crecimiento se notaba un descenso en los pesos secos por parcela, este descenso se mostró mas pronunciado en el quinto período de crecimiento, en donde los valores obtenidos resultaron ser muy inferiores a los hallados en los períodos anteriores. La corta duración de este ensayo (desde octubre de 1965 a abril de 1966), no permite afirmar si este efecto es debido a la frecuencia de corte o si es el efecto de las condiciones ambientales presentes en los períodos de crecimiento. Es observable, como en el quinto período de crecimiento se presenta una baja en los pesos por parcela, y como los valores de la precipitación durante este último período, también son bajos. Lo anterior indica el efecto de las condiciones ambientales.

La bajo en los pesos por parcelas en los meses de marzo y abril, coincide con lo obtenido por Muñoz (26) y Roux (34), al trabajar con pasto elefante en Turrialba.

Al inicio de los distintos períodos de crecimiento se observó que la Intensidad Neta de Asimilación alcanzó sus máximos valores, y luego a medida que el pasto aumentaba en edad, los valores de la INA tendían a disminuir progresivamente hasta alcanzar un mínimo aproximadamente en la tercer

semana de edad del pasto, posteriormente se iniciaba un lento proceso de incrementos de la INA. Esto coincide con lo observado por Watson (42), quien notó que la INA disminuía con una tendencia próxima a lineal a medida que el IAF se incrementaba dentro de la amplitud de uno a cinco.

Se encontró una variación en la INA según la época de crecimiento del pasto, sin embargo, no podría utilizarse esta información debido a la necesidad de confirmar esta variación con nuevos períodos de crecimientos en épocas similares. Yá Watson (41), al trabajar con distintas especies y en años diferentes, había observado que la INA sufría variaciones según las diferentes épocas del año.

Los altos valores en el coeficiente de correlación del peso seco por parcela con el IAF, nos muestran el grado de dependencia de estas dos variables, los valores de los coeficientes resultaron ser altamente significativos, con una probabilidad del uno por ciento. Esto está acorde con los resultados obtenidos por Smith, Mott y Bula (37), al encontrar que el IAF era el factor más influyente en la variación de la producción de materia seca. El valor de coeficiente de correlación por ellos obtenidos coincide con los encontrados en este trabajo.

Así mismo, los altos valores en los coeficientes de correlación del peso seco por parcela con el IAF, corroborean lo sugerido por Watson (42) al afirmar que los bajos valores en el IAF constituyen la principal limitación para el crecimiento del pasto al inicio de la brotación.

La tendencia a estabilizar los niveles de intercepción de la luz a partir de 90 por ciento, es similar a la encontrada por Brougham (6), sin embargo, este nivel fue menor al obtenido por Brougham. Esto se debe posiblemente a diferencias en el hábito de crecimiento entre el pasto elefante y la asociación de gramíneas y tréboles utilizadas por Brougham.

Se observa que al alcanzar el pasto niveles de intercepción superiores al 80 por ciento de la luz incidente, ocurren los mayores incrementos en el peso seco por parcela, esto podría ser producto de la mayor utilización por las hojas de la energía solar incidente, y con ello se presenta un incremento en su actividad fotosintética.

La disminución en la población de tallos a altos niveles de intercepción de la luz, se podría explicar como un efecto de los bajos valores de la intensidad de la luz que penetra hasta los estratos inferiores del pastizal, lo que traía como consecuencia directa la competencia por la luz, por lo cual sucumbían aquellos tallos que habían emergido tardíamente, y que no podían competir con aquellos más desarrollados. Esta observación coincide con la obtenida por Davidson y Donald (10) y Knight (18), quienes encontraron variación en la población de tallos al ir avanzando en edad el pasto.

Al inicio del quinto período de crecimiento, se presentó una estación algo seca, la cual se prolongó durante varias semanas. Esta escasez en el suministro de agua por el suelo trajo como consecuencia una reducción notable en la población de tallos en ambos tratamientos. En un trabajo previo; Langer (21), había expuesto la posibilidad de que la escasez de agua en el suelo durante las épocas de sequía, podría ser la causa responsable de los bajos rendimientos que se obtenían en un pastizal durante estas épocas.

Trabajos realizados con pasto elefante por Muñoz (26), Roux (34) y Bateman y Decker (3), resultaron en valores inferiores en el porcentaje de proteína cruda a los obtenidos en este trabajo. Estas comparaciones se efectuaron tomando en consideración la edad del pasto y la época en que fue ron tomadas las muestras para los análisis. Igualmente los valores encontrados por Oyenuga (29) en Nigeria, fueron más bajos.

La rápida disminución de los porcentajes de proteína cruda de los tallos, según avanzaba en edad el pasto coincide con lo encontrado por Oyenuga (29). El sugirió que éste rápido descenso en el porcentaje de proteína de los tallos, era responsable por la rápida deterioración en el contenido de nutrimentos que es característica de los pastos en los trópicos.

## RESUMEN

La necesidad de mejorar los sistemas de manejo de pastizales, exige la realización de estudios sobre el crecimiento de los pastos. El pasto elefante (Pennisetum purpureum Schumach.) es uno de los pastos más utilizados en los trópicos, debido a su aceptación por el ganado y a los altos rendimientos que de él se pueden obtener.

Este trabajo se realizó en los terrenos de la finca de la Disciplina de Zootecnia del I.I.C.A., Turrialba, Costa Rica. Se utilizaron dos tratamientos de altura de corte, con seis repeticiones cada uno. Se observaron cinco períodos de crecimiento.

Semanalmente se determinaron los valores de: peso seco por parcela, Índice de Área Foliar (IAF), Intensidad Neta de Asimilación (INA), intercepción de la luz por el pasto, número de tallos por metro cuadrado y porcentaje de proteína cruda.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los aumentos de peso seco entre ambos tratamientos; los mayores incrementos en el peso seco por parcela se obtuvieron cuando el pasto alcanzaba una edad entre la sexta y la séptima semana, y entre la octava y novena semana.

Se encontraron correlaciones altamente significativas del peso seco por parcela con el IAF, y peso seco por parcela con intercepción de la luz.

Al estimar los valores de la INA, se encontró una tendencia a una disminución de los valores de ésta a medida que el pasto se desarrollaba; no se encontraron diferencias significativas de los valores de la INA entre ambos tratamientos.

Las mediciones semanales de la intercepción de la luz por el follaje mostraron que el pasto interceptaba el 90 por ciento de la luz incidente

cuando tenía nueve semanas de edad, los mayores incrementos en el peso seco se obtuvieron cuando el pasto interceptaba valores mayores al 80 por ciento de la luz.

Al interceptar el pasto el 75 por ciento de la luz incidente, se iniciaba un descenso en el número de tallos por metro cuadrado. No se observó efecto de la altura de corte sobre la población de tallos. Un corto período de escasez de lluvia trajo consigo una disminución en el número de tallos y un retraso en la brotación de ellos.

Al analizarse los valores de proteína durante el crecimiento en el primero y quinto período, se obtuvieron porcentajes más altos en el último, pero la cantidad total de proteína era mayor en el primero. Los tallos mostraron una mayor inclinación en la tendencia a disminuir su porcentaje de proteína a medida que el pasto avanzaba en edad. Los mayores rendimientos en proteína cruda se obtuvieron entre la octava y novena semana de edad del pasto.

## SUMMARY

The need for improvement in management systems for pastures requires studies on the growth of grasses. Among these, elephant grass is one of the most widely used in the tropics, because of its palatability and the high yields that can be obtained.

This study was carried out in a pasture of the Animal Industry Discipline of IICA in Turrialba. The treatments consisted of two different cutting heights, with six repetitions each. Observations covered five distinct growth periods.

Data were collected weekly on: dry weight per plot, Leaf Area Index (LAI), Net Assimilation Rate (NAR), light interception by the grass canopy, number of stems per square meter, and percentage of crude protein.

No statistical differences between treatments were found among data on increase in dry weight, the largest increases in dry weight occurred when the grass was between the age of six to seven weeks and eight to nine weeks.

The largest weekly increases in LAI were found at LAI values below 1.0. Comparable increases occurred with LAI values above 2.0. Highly significant correlations between LAI and dry weight per plot and between light intercept and dry weight, were found.

The calculated values for NAR showed a decrease during the whole period of growth of the grass, no significant differences between treatments were encountered. The values of NAR varied, however, with different growth periods.

The weekly light interception measurements showed that the grass canopy intercepted 90 percent of the light at nine weeks of age. The largest dry weight increases were obtained at light interception values above 80 percent.

With light interception above 75 percent, a decrease in the number of stems was observed; no difference between treatments could be detected. One of the growth periods, during which less rain fall, showed a decrease in total number of stems and slower and slower regrowth after cutting.

Analysis of crude protein content during the first and last growth period, showed higher total values for the first period, but higher percentage values for the last one. In comparison with the leaves, the stems decreased in protein content more rapidly with age. The highest values for protein content were obtained between eight and nine weeks of age.



## BIBLIOGRAFIA

1. ANSLOW, R. C. Light interception and growth rate of a perennial ryegrass sward. *Noveno Congreso de Pastos*. Rio Janeiro, Brasil. 6 p. 1965.
2. ARROYO-AGUILU, J. A. y RIVERA BRENES, L. Relationship between the percentages of crude protein and apparently digestible in some forages of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 49(1):145-148. 1965.
3. BATEMAN, J. V. y DECKER, G. Production, analysis and acceptability by cattle of some varieties of elephant grass (Pennisetum purpureum Schum.) *Tropical Agriculture* 39(2):133-140. 1962.
4. BEAN, E. M. The effect of nitrogen and light intensity on the growth of grass swards. Ph. D. thesis. Hurley, Berkshire, England, The Grassland Research Institute, 1961. 137 p. (Microfólicula)
5. BLACKMAN, G. E. y TEMPLEMAN, W. G. The interaction of light intensity and nitrogen supply in the growth and metabolism of grasses and clover (Trifolium repens). II. The influence of light intensity and nitrogen supply on the leaf production of frequently defoliated plants. *Annals of Botany (n.s.)* 2(7):765-791. 1938.
6. BROUGHAM, R. W. The effect of intensity of defoliation on the regrowth of pasture. *Australian Journal Agriculture Research* 7(5):377-387. 1956.
7. \_\_\_\_\_. Leaf development in swards of white clover (Trifolium repens). *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1(6):707-718. 1958.
8. BURTON, G. W., JACKSON, J. E. y KNOX, F. E. The influence of light reduction upon the production, persistence and chemical composition of Coastal Bermudagrass, Cynodon dactylon. *Agronomy Journal* 51(9):537-541. 1959.
9. CARO-COSTAS, R. y VICENTE-CHANDLER, J. Cutting height strongly effects yields of tropical grasses. *Agronomy Journal* 53(1):59-60. 1961.
10. DAVIDSON, J. L. y DONALD, C. M. The growth of swards of subterranean clover with particular reference to leaf area. *Australian Journal of Agriculture Research* 9(1):53-72. 1958.
11. EVANS, L. T., WARLAW, I. F. y WILLIAMS, C. N. Environmental control of growth. In Barnard, C., ed. *Grasses & Grassland*. London, Mac-Millan, 1964. pp. 102-125.
12. GARDNER, J. L. Studies in tillering. *Ecology* 23(2):162-174. 1942.

13. GEHRKE, V. M. Distribution of absorbing roots of coffee (Coffea arabica L.) and rubber (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) in mixed plantings in two ecological zones of Costa Rica. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1962. 117 p.
14. HARDY, F., ed. Manual de cacao. Ed. española. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 439 p.
15. \_\_\_\_\_. The soils of the I.A.I.A.S. Area, Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Instituto de Ciencias Agrícolas, 1961. 76 p. (Mimeografiada)
16. INNES, R. F. Notes on the chemical composition of some grasses grown in Jamaica. Jamaica. Department of Science and Agriculture. Bulletin n° 35. 1947. 18 p.
17. JOACHIM, A. W. R. y PANDITTESEKERE, D. G. The effect of stage of maturity and manuring on the composition of Napier grass. Tropical Agriculturist (Ceylon) 89(5):264-269. 1937.
18. KNIGHT, R. The relation between tillering and dry matter production in cocksfoot (Dactylis glomerata L.) grown under spaced and sward conditions. Australian Journal of Agriculture Research 12(4):566-577. 1961.
19. LANGER, R. H. M. Changes in the tiller populations of swards. Nature 182(4652):1817-1818. 1958.
20. \_\_\_\_\_. A study of growth swards of timothy and meadow fescue. II. The effect of cutting treatments. Journal of Agricultural Science 52(3):273-281. 1959.
21. \_\_\_\_\_. Tillering in herbage grasses. Herbage Abstracts 33(3):141-148. 1963.
22. LOCKHART, J. A. The analysis of interactions of physical and chemical factors on plant growth. Annual Review of Plant Physiology 16:37-52. 1965.
23. MARGADANT, W. D. Physiologische proeven betreffende de invloed van licht op de grasgroei. Verslagen van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen 35(9):39. 1950. (Original no consultado; compendiado en Herbage Abstracts 22(3):175. 1952)
24. MITCHELL, K. J. The influence of light and temperature on the growth of ryegrass (Lolium spp.) I. Pattern of vegetative development. Physiologia Plantarum 6(1):21-46. 1953.
25. \_\_\_\_\_. Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (Lolium spp.) II. The control of lateral bud development. Physiologia Plantarum 6(3):425-443. 1953.

26. MUÑOZ C., H. Efecto del corte y la fertilización en el crecimiento estacional del zacate elefante (Pennisetum purpureum Schum.). Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1960. 76 p. (Mimeografiada)
27. NORFIELDT, S., IWANAGA, I., TOM, A. K. S. y HENKE, L. A. Studies of napier grass. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin n° 12. 1951. 8 p.
28. OYENUGA, V. A. The composition and agricultural value of some grass species in Nigeria. Empire Journal of Experimental Agriculture 25(99):237-255. 1957.
29. \_\_\_\_\_. Effect of frequency of cutting on the yield and composition of some fodder grasses in Nigeria (Pennisetum purpureum Schum.) Journal of Agricultural Science 53(1):25-33. 1959.
30. PATERSON, D. D. The influence of time of cutting on the growth, yield and composition of elepahnt grass (Pennisetum purpureum). Tropical Agriculture 11(1):5-6. 1934.
31. \_\_\_\_\_. The growth, yield and composition of certain tropical fodders. Journal of Agricultural Science 25(3):369-396. 1935.
32. \_\_\_\_\_. The cropping qualities of certain tropical fodder grasses. Empire Journal of experimental Agriculture 4(13):6-16. 1936.
33. PEARCE, R. B., BROWN, R. H. y BLASSER, R. E. Relationships between leaf area index light interception and net photosynthesis in orchardgrass. Crop Science 5(6):553-556. 1965.
34. ROUX VARELA, H. Efectos estacionales, de edad y de fertilización en el crecimiento y aceptación por el ganado del pasto elefante (Pennisetum purpureum Schum.). Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 108 p.
35. SAMUELS, G. y GONZALEZ-VELEZ, F. Influence of nitrogen sources and time cutting on yield and protein content of napier merker grass. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 47(3)205: 211. 1963.
36. SHIBLES, R. M. y WEBER, C. R. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Science 5(6):575-577. 1965.
37. SMITH, J. G., MOTT, G. O. y BULA, R. J. Ecological parameters of an alfalfa community under field conditions. Crop Science 4(6):577-580. 1964.
38. URE, J. S. y JAMIL, M. B. Fodder grass cultivation a manurial and variety trial at the Federal Experiment Station, Serdang. Malayan Agricultural Journal 40(3):209-216. 1956.

39. VILLEGAS, V. The yield and productive life of napier grass (Pennisetum purpureum Schum.) as soilage crop for farm animals. Philippine Agriculturist 25(6):471-478. 1936. ✓
40. WATKINS, J. M. y LEWY-VAN SEVEREN, M. Effect of frequency and height of cutting on the yield, stand and protein content of some forages in El Salvador. Agronomy Journal 43(6):291-296. 1951.
41. WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and within and between species. Annals of Botany (n.s.) 11(1):41-76. 1947.
42. \_\_\_\_\_. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. Annals of Botany (n.S.) 22(1):37-54. 1958.
43. WILSIE, C. P., AKAMINE, E. K. y TAKAHASHI, M. Effect of frequency of cutting on the growth, yield and composition of napier grass. Journal of the American Society of Agronomy 32(4):266-273. 1940.

APENDICES

APENDICE 1. Peso seco por parcela ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) a diferentes valores de Índice de Area Foliar. Datos de doce parcelas.

## P E R I O D O S

I.A.F.	1	2	3	4	5
0,00-0,49	-	12,90	-	7,06	15,30
0,50-0,99	60,41	37,31	33,84	39,24	52,34
1,00-1,49	91,77	67,37	79,24	90,50	79,64
1,50-1,99	138,10	120,10	124,39	123,51	147,69
2,00-2,49	207,95	169,80	195,44	184,08	241,77
2,50-2,99	244,54	224,56	266,17	235,90	284,33
3,00-3,49	381,50	339,56	354,26	359,63	300,51
3,50-3,99	353,76	382,25	450,11	389,16	-
4,00-4,49	464,92	478,02	523,58	-	-

APENDICE 2

Intensidad Neta de Asimilación de acuerdo con la edad del pasto (en semanas). Promedio de seis parcelas.

Altura corte (cm)	P E R I O D O S														
	1°			2°			3°			4°			5°		
	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15	
1	149,46	146,86	152,95	86,23	105,95	146,29	105,43	80,09	46,38	50,34					
2	107,42	86,25	67,67	50,39	65,60	59,66	69,29	36,15	22,21	40,38					
3	54,80	28,98	41,69	-	21,69	26,40	17,14	-	12,95	23,03					
4	36,46	28,52	44,66	32,66	15,30	19,81	17,74	29,90	-	-					
5	12,83	15,89	27,90	32,00	14,62	19,06	3,78	4,40	22,00	8,50					
6	31,88	5,24	30,67	13,32	10,00	14,08	3,39	19,00	27,25	6,01					
7	3,23	18,25	13,44	4,78	26,67	12,86	26,69	18,88	17,20	13,96					
8	-	32,47	8,14	2,22	33,01	11,96	29,18	30,33	26,40	36,52					
9	-	-	-	-	42,22	32,10	28,94	30,75	30,53	40,78					
10															

5#

## APENDICE 3

Intercepción de luz (%) durante el desarrollo del pasto elefante.  
Promedio de doce parcelas.

## P E R I O D O S

	1	2	3	4	5
1	-	-	-	-	34,49
2	-	-	53,52	31,30	40,22
3	77,05	65,24	52,51	45,08	53,92
4	83,90	70,28	70,47	59,58	63,21
5	81,16	79,78	68,17	71,90	73,93
6	85,54	84,98	75,56	80,54	80,60
7	86,66	82,55	80,17	86,78	88,02
8	88,73	85,94	87,96	87,90	90,40
9	89,57	89,21	89,93	91,04	93,29
10	-	-	93,85	92,90	93,91



## APENDICE 4

Peso seco por parcela ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) a diversos valores de intercepción de luz (5). Datos de doce parcelas.

## P E R I O D O S

Intercepción de luz (%)	1	2	3	4	5
50-54	-	99,74	63,12	57,12	39,27
55-59	-	68,80	75,22	80,12	43,09
60-64	-	60,62	129,87	74,82	53,09
65-69	74,72	100,21	120,67	145,01	57,80
70-74	114,14	183,48	148,39	119,01	84,81
75-79	161,52	236,33	124,30	126,32	102,75
80-84	190,72	346,04	198,84	155,47	88,53
85-89	253,66	356,80	197,41	206,56	152,23
90-94	261,89	420,16	318,56	275,78	228,93
95-99	-	437,45	365,19	379,21	280,92

## APENDICE 5.

Número de tallos por metro cuadrado de acuerdo con la edad del pasto elefante (en semanas). Promedio de seis parcelas'

Altura Corte (cm)	Número de tallos por metro cuadrado									
	PERIODOS									
	1°		2°		3°		4°		5°	
	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15
1	42	55	36	35	54	41	64	29	19	40
2	112	141	86	100	102	71	145	82	86	66
3	138	186	143	178	141	139	159	119	102	117
4	142	108	158	166	135	135	137	123	109	114
5	93	114	124	161	122	134	124	121	115	130
6	113	94	135	148	130	141	111	107	126	104
7	125	126	115	116	138	133	122	94	94	117
8	120	101	110	117	116	104	125	106	95	89
9	-	87	96	106	95	108	93	106	104	93
10	-	-	-	-	93	94	105	91	82	85
Promedio	110	112	111	125	113	110	118	98	93	96

## APENDICE 6

Porcentaje de proteína cruda (base seca) de hojas y tallos de pasto elefante de diferentes edades.

Replicación en tiempo		Primer período		Quinto período					
		Oct. 11 - Dic.6		Feb. 7 - Abr. 25					
Altura de corte		5 cm.	15 cm.	5 cm.	15 cm.				
Edad del pasto (semanas)	1	h.	27,39	h.	30,56	h.	27,89	h.	26,10
		t.	26,50	t.	30,84	t.	27,15	t.	25,32
	2	h.	24,54	h.	26,18	h.	26,35	h.	24,36
		t.	18,03	t.	22,46	t.	23,34	t.	22,34
	3	h.	20,36	h.	20,77	h.	23,56	h.	21,96
		t.	12,92	t.	14,84	t.	19,70	t.	16,88
	4	h.	14,00	h.	16,03	h.	19,66	h.	17,88
		t.	9,04	t.	10,31	t.	15,44	t.	13,82
	5	h.	11,90	h.	13,10	h.	19,42	h.	15,76
		t.	5,76	t.	6,98	t.	12,79	t.	10,74
	6	h.	11,24	h.	11,04	h.	18,70	h.	14,62
		t.	5,28	t.	5,51	t.	9,50	t.	8,42
	7	h.	10,68	h.	10,68	h.	15,75	h.	13,84
		t.	4,46	t.	4,96	t.	8,88	t.	7,18
	8	h.	10,94	h.	10,56	h.	12,38	h.	10,98
		t.	4,64	t.	4,92	t.	6,35	t.	5,95
	9	h.	-	h.	10,44	h.	10,86	h.	10,86
		t.	-	t.	4,16	t.	4,80	t.	4,74
	10	h.	-	h.	-	h.	9,56	h.	10,08
		t.	-	t.	-	t.	4,18	t.	4,20

h: hojas  
t: tallos

## APENDICE 7

## DATOS METEOROLOGICOS

Observatorio de Turrialba. Mes de octubre 1965

FECHA	PRECIPITACION	TEMPERATURA			HORAS SOL	RADIACION
	7-7 mm.	°C MAX.	°C MIN.	MED. Bihrs.		Cal./gr./cm <sup>2</sup>
1	0,6	27,7	17,0	21,8	4,4	431
2	22,0	28,3	19,6	21,4	4,6	355
3	6,0	27,5	16,5	20,6	3,6	376
4	0,7	28,0	15,6	22,1	10,0	586
5	0,0	28,9	17,6	22,8	9,0	570
6	1,9	30,5	19,0	23,0	5,9	439
7	5,6	28,4	17,9	22,9	8,2	536
8	9,0	24,8	19,8	21,1	0,1	210
9	1,6	23,4	16,2	18,0	0,2	200
10	0,3	26,5	16,2	20,9	2,6	360
11	7,2	28,3	16,7	21,8	5,2	431
12	5,0	28,2	18,2	21,6	5,3	385
13	24,6	28,0	18,4	21,5	3,8	389
14	0,0	29,5	17,5	22,8	8,4	527
15	6,4	28,7	18,6	22,3	6,6	437
16	4,3	23,2	17,2	20,1	0,8	142
17	0,2	28,0	17,5	21,7	8,2	510
18	0,0	28,2	16,5	21,6	6,3	510
19	0,0	28,3	17,0	22,6	4,9	414
20	22,3	28,6	19,5	22,8	7,8	460
21	0,2	28,0	17,7	22,0	5,4	388
22	1,4	28,5	17,7	21,8	6,6	393
23	19,2	28,6	19,2	22,1	5,2	364
24	19,8	26,0	19,4	21,6	0,2	266
25	9,2	20,7	17,4	19,0	0,0	1265
26	0,0	23,1	18,2	20,1	0,0	183
27	14,7	23,7	17,3	18,1	0,0	245
28	6,9	24,5	19,0	20,4	0,2	224
29	30,2	27,3	17,8	21,9	9,1	486
30	11,2	27,5	16,6	22,5	9,7	506
31	0,5	28,2	18,5	22,4	9,2	492
SUMA	231,0	839,6	552,2	665,3	151,5	11939
MEDIAS		27,1	17,8	22,2	4,9	385,2

Bihrs: bi-

## DATOS METEOROLOGICOS

Observatorio de Turrialba. Mes noviembre 1965

FECHA	PRECIPITACION	TEMPERATURA			HORAS SOL	RADIACION <sub>2</sub> cal./gr.cm <sup>2</sup>
	7-7 mm.	MAX.	°C MIN.	°C MED. Bihrs.		
1	9,4	27,9	17,0	22,9	7,0	372
2	19,7	25,5	17,3	21,3	1,0	250
3	27,9	27,7	18,8	21,6	2,5	268
4	2,3	26,7	17,6	21,1	0,8	234
5	0,2	28,2	18,0	21,9	8,0	446
6	0,0	26,2	16,5	22,1	4,4	346
7	7,4	29,2	18,4	23,1	5,8	392
8	17,2	25,4	19,2	21,3	7,5	220
9	7,0	28,4	17,9	21,8	6,6	428
10	15,3	27,6	17,0	21,2	4,0	362
11	0,5	27,4	18,7	22,3	7,4	428
12	18,4	27,5	19,0	22,4	2,8	322
13	42,3	25,5	20,4	21,4	1,6	164
14	4,7	27,0	20,4	22,3	4,6	304
15	10,7	28,0	19,0	21,7	2,6	272
16	0,3	27,5	19,5	21,6	3,3	343
17	0,0	27,3	15,3	21,0	10,0	484
18	0,5	24,9	15,8	20,2	1,4	294
19	1,6	27,5	18,6	21,3	3,6	356
20	0,5	27,7	17,5	20,9	6,2	429
21	0,0	27,6	16,5	21,6	6,1	404
22	0,0	28,5	18,4	22,6	8,6	463
23	5,5	27,8	17,0	21,5	6,0	364
24	40,3	22,0	18,6	19,9	0,0	780
25	72,4	21,5	19,5	20,6	0,0	64
26	6,9	25,5	18,7	20,8	0,6	190
27	4,2	27,7	18,5	21,3	3,8	399
28	2,7	25,9	17,0	21,0	7,6	393
29	0,2	26,8	17,4	21,3	8,0	444
30	5,9	26,5	17,2	20,6	4,7	367
SUMAS	318,0	802,9	540,7	644,6	133,5	9879
MEDIAS		26,76	18,02	20,8	4,4	321.3

## DATOS METEOROLOGICOS

Observatorio de Turrialba. Mes diciembre 1965

FECHA	PRECIPITACION 7-7	TEMPERATURA			HORAS SOL	RADIACION cal./gr/cm <sup>2</sup>
		MAX.	°C MIN.	°C MED. Bihrs		
1	6,6	27,6	17,9	21,2	4,1	318
2	2,2	25,5	19,0	20,8	1,4	300
3	0,7	25,0	18,7	21,2	0,9	332
4	9,1	25,5	18,9	20,5	1,6	242
5	1,0	25,2	18,3	20,7	1,8	240
6	1,5	24,6	17,5	20,2	0,8	244
7	5,0	24,5	17,4	19,9	0,8	202
8	0,0	27,4	18,5	21,0	5,4	334
9	0,0	24,5	16,7	20,2	1,0	232
10	5,3	27,2	16,2	21,1	5,4	360
11	0,0	26,7	18,6	21,5	1,8	268
12	0,0	27,6	17,0	21,5	7,6	412
13	0,0	28,0	17,4	21,2	8,9	458
14	1,4	28,0	17,4	20,8	9,8	457
15	0,2	27,0	15,0	20,4	9,4	422
16	0,0	28,1	15,5	19,8	5,0	382
17	40,7	25,5	16,1	18,7	1,3	186
18	24,7	24,0	19,2	19,6	0,2	168
19	50,6	27,3	19,5	20,3	1,0	252
20	0,2	26,0	19,2	20,7	2,8	288
21	0,1	25,5	16,8	20,4	1,0	319
22	1,7	24,7	17,4	20,2	1,6	225
23	5,5	25,0	15,2	19,0	1,4	210
24	1,5	25,9	18,0	19,2	3,2	224
25	1,9	27,0	14,0	19,8	5,7	410
26	10,7	23,2	16,0	18,9	0,2	238
27	21,8	23,5	16,7	19,1	0,2	208
28	0,3	26,7	18,8	20,7	3,8	296
29	2,5	26,5	17,0	20,5	7,3	428
30	29,4	23,9	20,2	20,0	0,2	168
31	1,6	26,0	19,2	20,9	3,0	254
SUMAS	226,4	803,1	543,3	630,2	99,1	9126
MEDIAS		25,90	17,52	20,3	3,2	294,4

## DATOS METEOROLOGICOS

Observatorio de Turrialba. Mes de enero 1966

FECHA	PRECIPITACION 7-7 mm.	TEMPERATURA			HORAS SOL	RADIACION cal.
		MAX.	MIN.	MED. °C °C Bihrs		
1	0,3	26,6	17,3	21,6	7,0	405
2	0,1	28,8	16,5	20,1	8,3	435
3	0,4	28,2	17,5	22,4	9,6	489
4	0	28,4	18,5	23,1	5,4	381
5	0	20,8	16,5	22,8	9,3	438
6	1,1	28,2	18,5	22,6	6,5	411
7	3,0	28,3	17,2	22,4	8,6	441
8	31,4	26,0	19,5	22,4	0,5	234
9	26,8	23,3	19,0	20,2	0,0	189
10	0,8	24,2	17,7	21,0	0,2	249
11	5,6	27,5	19,5	20,7	1,4	300
12	2,2	24,2	18,5	20,4	0,3	267
13	0	25,3	19,0	20,9	1,0	288
14	0,4	26,7	18,5	21,5	5,0	375
15	0	27,2	18,5	21,1	5,0	382
16	0	27,5	16,5	21,0	9,9	495
17	10,0	24,2	16,8	20,2	0,4	198
18	20,3	22,0	18,0	19,1	0,0	135
19	0,2	26,5	17,5	20,6	7,1	423
20	0	27,3	14,5	21,0	8,6	450
21	1,2	27,4	18,5	21,5	2,9	300
22	8,3	27,5	15,3	21,1	5,5	381
23	28,4	23,6	19,3	20,1	0,4	147
24	0	27,2	16,5	21,2	5,9	381
25	0,2	26,7	18,0	20,2	5,9	282
26	14,3	27,5	17,7	21,6	1,6	381
27	164,9	21,2	19,5	20,0	0,0	102
28	6,1	21,9	18,3	19,4	0,0	240
29	0,2	27,7	18,0	21,6	8,6	450
30	35,0	25,0	18,8	20,2	0,8	201
31	9,8	22,7	17,0	19,5	0,0	177
SUMAS	371,0				125,7	10027
MEDIAS		25,79	17,83	21,01	4,0	323,4

## DATOS METEOROLOGICOS

Observatorio de Turrialba. Mes de febrero 1966

FECHA	PRECIPITACION	TEMPERATURA			HORAS SOL	RADIACION
	7-7 mm.	°C MAX.	°C MIN.	MED. Bihrs.		cal.
1	12,2	26,5	19,0	21,6	1,2	243
2	4,4	27,3	18,0	22,0	8,6	459
3	7,2	26,8	17,5	20,8	3,8	327
4	11,9	22,3	18,5	19,4	0,0	138
5	7,7	24,7	13,5	18,5	1,1	231
6	6,6	20,6	17,5	18,8	0,0	198
7	2,8	25,5	18,5	20,6	3,4	303
8	0,0	27,7	16,5	21,4	6,1	411
9	0,0	26,7	18,5	22,0	6,6	423
10	8,9	27,5	16,5	20,5	3,7	393
11	6,8	26,8	18,5	21,5	5,2	372
12	2,2	26,7	18,8	21,5	8,0	495
13	0,0	25,0	19,8	20,7	5,2	417
14	0,0	25,7	15,0	20,0	7,4	423
15	0,0	26,9	14,8	21,1	6,7	417
16	0,0	28,2	16,8	22,0	8,4	465
17	0,0	27,7	17,5	22,1	6,6	414
18	0,5	26,8	18,5	21,5	4,0	357
19	34,6	24,8	17,5	20,0	0,6	195
20	11,5	25,2	18,5	20,1	0,6	234
21	5,0	26,6	18,5	21,3	1,2	327
22	0,5	27,4	18,8	21,9	5,6	402
23	32,9	26,2	17,3	20,4	1,2	258
24	247,5	22,7	19,5	20,3	0,0	114
25	119,8	22,9	19,5	19,8	0,0	75
26	0,2	26,0	18,5	21,4	5,2	387
27	0,0	26,9	15,5	20,9	10,2	519
28	0,0	27,4	15,5	21,3	8,9	519
SUMAS	523,2				119,5	9528
MEDIAS		25,91	17,60	20,83	4,3	340.3



## DATOS METEOROLOGICOS

Observatorio de Turrialba. Mes de marzo 1966

FECHA	PRECIPITACION	TEMPERATURA			HORAS SOL	RADIACION
	7-7 mm.	°C MAX.	°C MIN.	MED. Bihrs		cal.
1	1,0	28,4	18,9	22,7	4,0	366
2	38,4	24,7	19,9	20,9	0,7	220
3	2,7	23,5	18,5	20,4	0,1	207
4	0,2	26,7	18,3	21,3	4,0	415
5	0,0	25,9	16,8	20,9	5,2	436
6	0,0	27,6	16,2	20,6	10,2	555
7	0,3	26,3	13,3	19,7	4,6	399
8	0,0	27,9	16,5	20,7	6,8	444
9	0,0	27,2	14,2	19,7	8,4	510
10	0,0	25,5	12,7	19,1	5,4	451
11	2,2	26,5	13,5	19,7	4,2	388
12	0,0	27,0	17,8	21,3	7,8	525
13	0,0	26,6	19,0	21,6	8,0	544
14	0,0	26,5	17,5	21,8	7,1	518
15	0,0	26,2	17,8	21,1	4,5	386
16	0,1	25,2	18,5	21,2	0,6	215
17	0,1	26,6	18,8	21,6	0,2	240
18	8,5	27,2	19,4	21,9	5,8	428
19	2,9	23,5	18,0	19,8	0,6	169
20	4,2	23,7	17,5	19,8	0,1	171
21	10,6	23,5	18,5	20,0	0,0	196
22	0,6	26,5	18,5	20,8	1,4	271
23	0,2	26,8	17,0	21,4	2,1	334
24	0,0	27,5	16,0	19,7	2,2	326
25	0,6	27,7	15,2	20,1	4,6	398
26	5,5	23,5	18,0	20,3	0,1	198
27	1,1	27,0	17,5	21,4	2,0	291
28	0,0	28,0	17,5	21,8	6,2	510
29	0,0	27,5	18,0	22,8	5,1	411
30	0,0	28,6	20,0	23,8	5,4	412
31	2,1	27,5	21,0	22,2	2,3	258
SUMAS	81,3				119.6	11193
MEDIAS		26,3	17,4	20,9	3.9	361,1

## DATOS METEOROLOGICOS

Observatorio de Turrialba. Mes de abril 1966

FECHA	PRECIPITACION	TEMPERATURA			HORAS SOL	RADIACION
	7-7 mm.	°C MAX.	°C MIN.	MED. Bihrs		cal.
1	1,7	27,7	17,3	22,2	3,6	336
2	0,0	27,6	20,5	22,9	3,7	393
3	0,0	26,5	17,8	22,0	7,5	468
4	0,0	27,7	15,8	21,5	7,2	420
5	0,0	29,3	19,8	23,4	5,5	465
6	4,3	27,5	18,0	21,9	2,6	312
7	1,7	24,9	19,0	21,1	1,4	273
8	0,0	27,0	16,5	21,9	7,2	471
9	0,0	27,8	19,4	22,8	7,6	498
10	0,0	29,7	16,8	22,2	8,7	534
11	0,0	29,4	16,5	22,7	4,6	432
12	0,0	28,7	19,8	23,1	9,6	561
13	0,0	28,0	16,0	23,1	9,8	561
14	0,0	27,7	19,0	22,8	10,1	540
15	0,1	28,7	15,8	23,4	9,7	576
16	0,0	28,8	15,5	22,4	7,8	519
17	0,5	28,5	16,5	22,6	4,5	387
18	0,0	28,6	15,0	22,6	9,4	561
19	0,0	29,0	18,6	23,6	8,1	528
20	20,8	25,6	18,8	21,0	1,4	198
21	28,2	23,8	19,4	20,9	0,0	126
22	2,4	26,5	19,0	21,9	0,1	252
23	10,0	25,7	19,0	21,3	1,0	249
24	94,5	25,8	20,3	21,6	1,6	225
25	1,0	25,5	19,0	21,2	1,4	312
26	0,4	25,8	18,0	20,7	2,6	363
27	7,7	26,3	18,2	21,9	2,8	345
28	3,0	24,5	20,5	21,8	0,0	255
29	12,9	28,0	20,0	22,6	7,8	549
30	25,6	24,5	19,8	21,0	1,0	177
SUMAS	214,8				148,3	11886
MEDIAS	7,16	27,2	18,2	22,1	4,9	396,20