

**EVALUACION DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE A UNA  
ALTURA DE 30 cm EN PASTO GUINEA MOMBAZA (*Panicum maximum*,  
*Jacq*), EN CONDICIONES DE SOL Y SOMBRA NATURAL  
INFLUENCIADA POR EL DOSEL DEL ÁRBOL DE CAMPANO  
(*Pithecellobium saman*) EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE**

**IVONNE VILLAMIZAR CORPAS  
SHIRLEY SALGADO GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO – SUCRE  
2011**

**EVALUACION DE DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE A UNA  
ALTURA DE 30 cm EN PASTO GUINEA MOMBABA (*Panicum maximum*,  
Jacq), EN CONDICIONES DE SOL Y SOMBRA NATURAL  
INFLUENCIADA POR EL DOSEL DEL ÁRBOL DE CAMPANO  
(*Pithecellobium saman*) EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE**

**Trabajo de grado presentada como requisito para optar al título de  
Zootecnista**

**IVONNE VILLAMIZAR CORPAS  
SHIRLEY SALGADO GONZÁLEZ**

**Director:  
ORLANDO R. NAVARRO MEJÍA  
INGENIERO AGRÓNOMO M.Sc. En Ciencias Agrarias  
Especialista en Ciencias Ambientales  
Especialista en Producción Animal Tropical.**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO – SUCRE  
2011**

Nota de aceptación

---

Firma del presidente

---

Jurado

---

Jurado

Sincelejo, Diciembre de 2011.

## *Dedicatoria*

Cuando me orienté a buscar razones sobre el porque de la inmensidad de la gracia de Dios y del mundo a mí alrededor, cuando por fin pude tener la habilidad de reconocer los dos mejores inventos del mundo: el lápiz y el papel, escogí muy por encima de mis juguetes, consagrarme a trazar letras con mis colores mientras mi imaginación se elevaba muy alto.

Hoy con nostalgia recuerdo esos días, y busco en mis adentros muchas palabras pero en especial una de ellas que adornaba los labios de mi madre... y cuando al mirarla veía la expresión de orgullo en los ojos de mi mami al decirme con mucho amor "Negrita" para referirse a mi con tono muy tierno; dedico a este ser que benditamente adorna mi vida, por obra y gracia de nuestro señor celestial a quien también dedico este triunfo y a esas personitas que al igual que yo nacieron de ella, mis queridos hermanos con quienes compartí desde el comienzo de mis primeros pasos experiencias inmemorables; muy dentro, en la inmensidad de mis recuerdos, recuerdo con melancolía mis tiempos de niña cuando aprendía a manejar mi bici, momentos en que con paciencia, amor y dedicación mis hermanos adorados me enseñaron a andarla... a ellos también dedico este triunfo.

A la señora del delicioso platillo que no era más que un mote hecho con quesos, berenjena y amor; quien no solo alimentó mi "Barriguita" sino también mi corazón... A mi abuelita linda. Elisa Vitola (Q.E.P.D).

A esos angelitos que llenaron de color mi mundo con quienes he compartido estos últimos años y quienes me han visto llorar y reír siempre junto a mí, a mis queridos sobrinitos: La Flaca, Mi Gordo Bello, Melito, Tuti y Mi cosho, a quienes amo con todo mi corazón y que cariñosamente me llaman Mari.

Por un pasillo de mis sueños anduve deambulando, impulsada por Vientos del Sur que enrumbaban mi Norte perdido... y de un momento a otro, así como de la nada, aún en las tinieblas vi asomar la luz de quien le da vida a mis días y le regaló en ese momento a mi mundo en tinieblas la felicidad más grande de todo el universo, "EL AMOR VERDADERO" porque no quiso volverse "Muito Mais Lokito" sin compartir su locura conmigo... A mi Negrito Precioso, Mario Campo quien apareció en mi camino de la manera más extraña después de tantos sueños frustrados para hacerme feliz, a quien me acompaña en estos momentos gracias a la venia de mi padre celestial y me regaló la bendición más grande de mi vida "mi hija MARIANGEL" mi angelito hermoso que llegó a alegrar mi vida, a quien amo mas que a nada en el mundo

A esos ejemplos completos llenos de sentimientos, que entre risas, tristezas y peleas acompañaron mi camino... a mis queridos profesores y amigos: Luz Mercedes Botero, a quien le regalé mi matita de té, Jaime de La Ossa, quien fué mi compañero de locuras El mi Quijote y Yo su Sancho y El Tigre como cariñosamente llamábamos a esa figura inconfundible quien nos alentó para basar nuestra sabiduría en la investigación a nuestro querido director Orlando Navarro.

A quienes sin serlo, se comportan como hermanos y son capaces de sentir mis alegrías y darme ánimos en mis tristezas... A mis amigos: Henry, Shirley y todos mis compañeros en esta "locura".

Esas personitas que durante nuestro recorrido pudimos compartir risas, malas caras, llanto, alegrías, inconformidades, competencia, rivalidad... de todo un poco, pero siempre con la energía de cada uno. Nos conocemos sin haber crecido juntos pero aun así, sin conocernos aprendimos a querernos los unos a los otros sin saberlo, porque a pesar de nuestras diferencias "sobrevivimos" a la convivencia y podría jurar que no me equivoco al expresar: que añoramos con melancolía el primer día que entramos al aula de clases a decir frente a todos cada uno su nombre... A mis Amigos y Compañeros de la "U".

Cuando llegó el momento designado por Dios para dejar emerger de mi el sentir por el Arte, tuve en la Danza, la máxima expresión de mi Caribe, la magnífica oportunidad de fusionar mi formación profesional con la artística, acompañada de personas inolvidables que han dejado en mi vida huellas imborrables y dicientes de mi sendero recorrido y del que quiero recorrer... A mis amigos: Oriana, Rosita, Julio, Diomar, Katry, Soad.

Más allá de las frases simples y cortas pero muy dicientes y muy dentro de mi, no es la distancia la que enmarca el rumbo del pensar y del tener en cuenta a quienes han pintado de colores momentos cotidianos de nuestra vida... es el miedo a sabernos lejos y sentirnos olvidados... A Carmen Sofía (Q.E.P.D) mi amiguita del alma quien siempre estuvo conmigo en los momentos más sublimes y hermosos de mí vida, a Claudia, Ender, Jorge, El Pilo, Karen, Natha, Zaida, Rubiel, Greys, La Flaca, José Daniel, Dina, Kathy, Kelly, Eleicer, Edwin, Cesar. Mis compañeros amigos y hermanitos de la secundaria, con quienes aprendí a crecer.

A todas las personas que se convirtieron en mi ejemplo de vida, mi ejemplo a seguir, que creyeron y creen en mis capacidades, a esas que día a día enriquecen mi espíritu sonriente y emprendedor... A todas ellas, dedico este logro.

*Juonne Villamizar Corpas*

## *Dedicatoria*

Quiero dedicar este trabajo a Dios todo poderoso quien me dio la fortaleza, la salud, la sabiduría y la esperanza para terminar este trabajo, gracias papito Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi formación

Desde pequeña mis padres me enseñaron a luchar por alcanzar mis metas, gracias Maritza González Coterá y Enrique José Salgado por su amor, comprensión y paciencia, por darme una profesión para mi futuro, por creer en mi permaneciendo a mi lado y de quienes he recibido tanto apoyo, por todo les agradezco de todo corazón, porque más que padres son mis amigos, los quiero con todo mi corazón papitos, este trabajo que me llevo tanto tiempo hacerlo es para ustedes, solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio.

Xavier, Carlos Mario, Yuliana y Yulissa, mis hermanos, a ustedes también les dedico este triunfo, muchas gracias por estar conmigo, por apoyarme siempre y brindarme su inmenso amor, porque mis éxitos de hoy sean los suyos mañana y siempre.

A Dios le doy gracias porque un día coloqué a una personita en mi camino para que me ame, hoy esa personita es mi esposo Glen Méndez Tovar, a ti te dedico este importante triunfo para mí, porque me brindaste tu amor, tu cariño, conocimiento, estímulo y apoyo constante durante todo este trabajo, tu paciencia para que pudiera terminar el grado son evidencia de tu gran amor.

De este gran amor llego a nuestras vidas el regalo más hermoso que nos ha dado Dios JUAN SEBASTIAN MÉNDEZ SALGADO, nuestro hijo adorado, quien me prestó el tiempo que le pertenecía para terminar, sabiendo soportar mi ausencia en las largas jornadas de trabajo y estudio.

Este trabajo también esta dedicado a una gran persona, maestro, amigo e Ingeniero, Orlando Navarro Mejía mi director de tesis por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad fundamentales para la creación de este trabajo.

Son numerosas las personas a las que debo agradecer mis amigos, familia, compañeros de clase y docentes, por ayudarme en el logro de mi carrera, es demasiado poco el decirles gracias, pero en el fondo de mi ser siempre les estaré agradecida.

*Shirley Salgado González*

## **Agradecimientos**

A la Universidad de Sucre por brindarnos la oportunidad de ser profesionales y de ser mejores día a día.

A nuestro director Orlando Navarro Mejía, por guiarnos como amigo y docente, y permitirnos ser sus pupilas en la realización de este trabajo.

A nuestra profesora y amiga Luz Mercedes Botero Arango, por la orientación oportuna, ejemplo profesional, sabios consejos y su acompañamiento incondicional en estos últimos años.

A todos los docentes de la Universidad de Sucre, en especial a Carlos Iriarte, Víctor Peroza, René Patiño y Jaime de la Ossa, por darnos una excelente formación académica y profesional.

A Hader Tovio Correa por ayudarnos en el desarrollo de este informe.

A nuestros compañeros de tesis por ser nuestro constante apoyo en esta fase de nuestras vidas

A todos aquellos que contribuyeron de alguna manera para lograr este trabajo, mi más profunda gratitud. Personas que permitieron iniciar, continuar y, finalmente, terminar un trabajo que considero una victoria más en la vida.

***“Únicamente Las Autoras Son Responsables  
De Las Ideas Expuestas En El Presente  
Trabajo”***

## RESUMEN

La combinación de pasturas con árboles debidamente manejados y aprovechados para la producción de madera, leña, frutos o forraje, constituyen una alternativa racional para aumentar la producción de una manera económica, pero también implica un cambio en el manejo de los factores determinantes de la producción, ya que las especies forrajeras presentan un comportamiento muy diferente en sombra que en sol el objetivo de este trabajo FUE Realizar un estudio comparativo de diferentes frecuencias de corte a una altura de corte de 30cm en pasto Guinea Mombaza (*Panicum máximum, Jacq*), bajo sol y sombra natural influenciada por el dosel del árbol de campano (*Pithecellobium saman*), en condiciones de un agroecosistema de la Subregión Sabanas de Sucre. Este estudio se desarrolló en la Granja Los Pericos, de la Universidad de Sucre. Empezando con la siembra, la cual se realizó con semilla de Guinea Mombaza debidamente certificada por el ICA, la cual fue trasplantada en suelo un mes después. Se estudiaron 3 frecuencias de corte 25 días, 35 días y 45 días y una única altura 30 cm; los factores estudiados fueron: F1: Luminosidad: sol y sombra natural; F2: Frecuencias de corte: 25días, 35días, 45días en periodos de corte de 4 meses; en los cuales cada corte se le sumó a los demás, y las mediciones de las variables se hicieron semanalmente. El análisis estadístico se hizo a lo cosechado en cada corte a nueve (9) plantas de la parte central por tratamiento, por repetición y fue conducido bajo un experimento en Parcelas Divididas con tres (3) repeticiones, en donde las parcelas principales fueron la Luminosidad (sol y sombra natural) y las subparcelas fueron las frecuencias de corte (25días, 35días y 45días). El experimento se llevó en un Diseño de Bloques Completos al Azar. Para ello se utilizó la hoja de calculo EXCEL, y los resultados se sometieron a análisis de varianza para determinar la significancia, y las comparaciones de las medias, en los caso en donde se encontró diferencias significativas, se realizó la Prueba de Rango Múltiple de TUKEY. La mayor luminosidad, tuvo influencia favorable altamente significativa sobre la variable altura de planta; y de manera significativa sobre las variables número de macollas por planta, lo mismo que sobre el número de tallos verdes/planta, el perímetro de la planta, el diámetro de la planta, la producción de fitomasa verde (Aforo) y la materia seca e influenció el índice de área foliar y al numero de tallos secos por planta, pero no fue relevante sobre la variables largo de la hoja, ancho de la hoja, ni sobre el numero de hojas por planta.

Palabras claves: guinea mombasa, sol, sombra natural, comportamiento fisiológico, árbol de campano

## ABSTRACT

The combination of pasture with trees properly managed and utilized for the production of timber, fuelwood, fruit or feed, are a rational alternative to increase the production of an economic, but also entails a change in the management of production factors as forage species exhibit very different behavior than in sun shade aim of this study was to conduct a comparative study of different cutoff frequencies to a cutting height of 30cm in Mombaza Guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq) under natural sun canopy influenced by the bell tree (*Pithecellobium saman*), under conditions of an agroecosystem in the subregion Sheets of Sucre. This study was conducted at the Farm Los Pericos, University of Sucre. Beginning with the sow, which was carried out with seed Mombaza Guinea duly certified by the ICA, which was transplanted into soil a month later. Estudiaron 3 cutoff frequencies are 25 days, 35 days and 45 days and a single height 30 cm; the factors studied were: F1: Brightness: natural sun, F2: Crossover Frequencies: 25Day, 35días, 45days cutting periods 4 months, in which each section was added to others, and measurements of the variables were made weekly. Statistical analysis was done to cut harvested every nine (9) central plants per treatment per replicate and was conducted under a split-plot experiment with three (3) repetitions, where main plots were the Brightness (natural sun) and the subplots were the cutoff frequencies (25Day, 35días and 45days). The experiment was a complete block design Azar. We used the Excel spreadsheet and the results were subjected to analysis of variance to determine significance, and comparisons of means, in cases where significant differences were found, we performed multiple range test of Tukey . The more light) had highly significant positive influence on plant height, and significantly on the variables number of tillers per plant, as well as on the number of green stems/plant, plant perimeter, diameter plant, the production of green biomass (Capacity) and dry matter and influenced the leaf area index and number of dry stems per plant, but it was not relevant on the variables along the blade, blade width, or on the number of leaves per plant.

Keywords: guinea mombasa, full light, natural shade, physiological behavior, campano`s tree

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	21
1. OBJETIVOS.....	25
1.1. GENERAL.....	25
1.2. ESPECÍFICOS .....	25
2. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PASTO GUINEA .....	26
2.1.1. Origen, distribución, adaptación y hábito de crecimiento.. .....	26
2.1.2. Origen y distribución del pasto guinea Mombaza. ....	27
2.3. TOLERANCIA A LA SEQUIA.....	28
2.4. RESPUESTA A LA DEFOLIACIÓN. ....	29
2.5. UTILIZACIÓN. ....	30
2.6. MORFOGÉNESIS EN GRAMÍNEA .....	30
2.7. SISTEMAS SILVO PASTORILES .....	32
2.8. INFLUENCIA DE LOS ÁRBOLES EN EL FORRAJE .....	32
2.9. RADIACIÓN SOLAR .....	34
2.9.1. La radiación solar en pasturas. ....	34
2.10. EFECTOS DEL CORTE .....	36
2.11. ÁREA FOLIAR.....	38
2.11.1. Determinación del área foliar (af). ....	39
3. METODOLOGÍA .....	42
3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	42
3.2. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS .....	42
3.3. SIEMBRA .....	42
3.4. TRANSPLANTE .....	43
3.5. RIEGO .....	44
3.6. FRECUENCIAS Y ALTURA DE CORTE.....	44
3.7. VARIABLES MEDIDAS .....	44
3.7.1. Área Foliar (AF) en Cm <sup>2</sup> :.....	45

3.7.1.1. Determinación de la constante K: .....	45
3.7.2. Área Foliar Especifica (AFE) .....	46
3.8. VARIABLES DE DINÁMICA Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA.....	47
3.8.1. Biomasa o peso de materia seca del cultivo (PMS).....	47
3.8.2. Índice de área foliar (IAF): .....	47
3.8.3. Altura de planta (AP) .....	47
3.8.4. Número de hojas por plantas (NHP):. ....	48
3.9. FACTORES ESTUDIADOS .....	48
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	49
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
BIBLIOGRAFÍA .....	93

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resultados Ordenados Altura de la Planta (Primer Corte)	50
Tabla 2. Resultados Ordenados Altura De Planta (Segundo Corte)	50
Tabla 3. Resultados Ordenados Altura de Planta (Tercer Corte)	51
Tabla 4. Resultados Ordenados Altura De Rebrote (Primer Corte)	53
Tabla 5. Resultados Ordenados Altura De Rebrote (Segundo Corte)	53
Tabla 6. Resultados Ordenados Altura De Rebrote (Tercer Corte)	54
Tabla 7. Resultados Ordenados Largo De La Hoja (Primer Corte)	57
Tabla 8. Resultados Ordenados Largo De La Hoja (Segundo Corte)	57
Tabla 9. Resultados Ordenados Largo De La Hoja (Tercer Corte)	58
Tabla 10. Resultados Ordenados Ancho De La Hoja (Primer Corte)	60
Tabla 11. Resultados Ordenados Ancho De La Hoja (Segundo Corte)	60
Tabla 12. Resultados Ordenados Ancho De La Hoja (Tercer Corte)	61
Tabla 13. Resultados Ordenados Número De Hojas Por Planta (Primer Corte)	63
Tabla 14. Resultados Ordenados Número De Hojas Por Planta (Segundo Corte)	63
Tabla 15. Resultados Ordenados Número De Hojas Por Planta (Tercer Corte)	64
Tabla 16. Resultados Ordenados Número de macollas por planta (Primer Corte)	66
Tabla 17. Resultados Ordenados Número De macollas por planta (Segundo Corte)	66
Tabla 18. Resultados Ordenados Número De Macollas Por Planta (Tercer Corte)	67
Tabla 19. Resultados Ordenados Número De Tallos Secos (Primer Corte)	70
Tabla 20. Resultados Ordenados Número De Tallos Secos (Segundo Corte)	70
Tabla 21. Resultados Ordenados Número De Tallos Secos (Tercer Corte)	71
Tabla 22. Resultados Ordenados Número De Tallos Verdes (Primer Corte)	73
Tabla 23. Resultados Ordenados Número De Tallos Verdes (Segundo Corte)	73

	pág.
Tabla 24. Resultados Ordenados Número De Tallos Verdes (Tercer Corte)	74
Tabla 25. Resultados Ordenados Perímetro De La Planta (Primer Corte)	76
Tabla 26. Resultados Ordenados Perímetro De La Planta (Segundo Corte)	76
Tabla 27. Resultados Ordenados Perímetro De La Planta (Tercer Corte)	77
Tabla 28. Resultados Ordenados Diámetro de La Planta (Primer Corte)	79
Tabla 29. Resultados Ordenados Diámetro De La Planta (Segundo Corte).	79
Tabla 30. Resultados Ordenados Diámetro De La Planta (Tercer Corte)	80
Tabla 31. Resultados Ordenados Materia Seca (Primer corte)	82
Tabla 32. Resultados Ordenados Materia Seca (Segundo Corte)	82
Tabla 33. Resultados Ordenados Materia Seca (Tercer Corte)	83
Tabla 34. Resultados Ordenados Aforo (Primer Corte)	85
Tabla 35. Resultados Ordenados Aforo (Segundo Corte)	85
Tabla 36. Resultados Ordenados Aforo (Tercer Corte)	86
Tabla 37. Resultados Ordenados IAF (Primer Corte)	88
Tabla 38. Resultados Ordenados IAF (Segundo Corte)	88
Tabla 39. Resultados Ordenados IAF (Tercer Corte)	89

## LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1. Incidencia de la luz sobre la altura de la planta .....	52
Gráfica 2. Incidencia de la frecuencia de corte sobre la altura de la planta	52
Gráfica 3. Incidencia de la luz sobre la altura de rebrote .....	55
Gráfica 4. Incidencia de la frecuencia de corte sobre la altura de rebrote ...	56
Gráfica 5. Incidencia de la luz sobre el largo de la hoja .....	59
Gráfica 6. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el largo de la hoja .....	59
Gráfica 7. Incidencia de la luz sobre el ancho de la hoja .....	62
Gráfica 8. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el ancho de la hoja ....	62
Gráfica 9. Incidencia de la luz sobre el número de hojas/planta .....	65
Gráfica 10. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el número de hojas/planta.....	65
Gráfica 11. Incidencia de la luz sobre el número de macolla/planta .....	68
Gráfica 12. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el número de macolla/planta.....	69
Gráfica 13. Incidencia de la luz sobre el número de tallos secos.....	72
Gráfica 14. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el número de tallos secos .....	72
Gráfica 15. Incidencia de la luz sobre el número de tallos verdes. ....	75
Gráfica 16. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el número de tallos verdes. ....	75
Gráfica 17. Incidencia de la luz sobre el perímetro de la Planta .....	78
Gráfica 18. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el perímetro de la Planta.....	78
Gráfica 19. Incidencia de la luz sobre el diámetro de la planta .....	81

Gráfica 20. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el diámetro de la planta .....	81
Gráfica 21. Incidencia de la luz sobre el porcentaje de materia seca .....	84
Gráfica 22. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el porcentaje de materia seca .....	84
Gráfica 23. Incidencia de la luz sobre el aforo .....	86
Gráfica 24. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el aforo .....	87
Gráfica 25. Incidencia de la luz sobre el IAF .....	90
Gráfica 26. Incidencia de la luz sobre el IAF .....	90

## Lista de fotos

	pág.
Foto 1. Siembra de Guinea mombaza	43
Foto 2. Trasplante de Guinea	43
Foto 3. Trasplante de Guinea	43
Foto 4. Sistema de riego de la granja Los Pericos	44
Foto 4. Hoja para determinación de K	45
Foto 5. Medición Altura de planta	48
Foto 6. Sombra influenciada por el árbol de campano	49

## **Lista de anexos**

Anexo A. Medición del diámetro de la planta

Anexo B. Corte a una altura de 30 cm

Anexo C. Parcela en sol

Anexo D. Parcela en sombra

Anexo E. Parcela antes del corte

Anexo F. Parcela después del corte

Anexo G. Trasplante

Anexo H. Rebrote después de 2 horas de corte

## INTRODUCCIÓN

Del área total Del planeta Tierra de aproximadamente 13,4 billones de hectáreas, son ocupadas por pasturas, lo que corresponde a 25% del total mundial. En Colombia esta área es de 39.152.358 hectáreas,<sup>1</sup>; mientras que el área en pastos en Sucre equivale a 685.480.5 ha lo que corresponde al 1.8% del total de tierras en producción de pasturas a nivel Nacional<sup>2</sup>

Colombia es uno de los diez países privilegiados del planeta por pertenecer a la zona trópica ecuatorial, razón que nos facilita y obliga a corresponder a los retos que presenta la era moderna, sobre todo en lo referente a la demanda energética y alimentaria mundial, para lo que de hecho se requiere de un cambio de actitud con base en el reconocimiento de nuestras reales potencialidades y las tecnologías locales y amigables con el ambiente; pasando de la pasividad a la acción, dejando de esperar que lleguen las ideas, los insumos y el desarrollo tecnológico de otras regiones del planeta, convirtiéndonos en dinámicos generadores de estas, innovados de acuerdo a nuestras condiciones trópico ecuatoriales.

Hay que darle respuesta a la demanda alimentaria, para lo que hoy son pocos los proyectos importantes existentes, y compartiendo el criterio que “la ganadería es el gran negocio, no solo como fuente de alimento sino en cuanto al fortalecimiento económico y el bienestar humano”; dejando atrás las prácticas no conservacionistas de la llamada “revolución verde”, impulsadora de prácticas degradadoras de los recursos: suelo, agua, aire, y con ello la biodiversidad, considerada capital para la vida como son los usos de: maquinaria inadecuada, con implementos con iguales características; la utilización de agrotóxicos (fertilizantes industriales, herbicidas y demás pesticidas)<sup>3</sup>.

Para hacer la actividad ganadera realmente competitiva es necesario utilizar los pastos y las especies necesarias correctamente. En este sentido, son estudios fundamentales los realizados sobre la base del comportamiento fisiológico bajo diferentes condiciones, como alturas de corte y frecuencia de

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. CCI Encuesta Nacional Agropecuaria ENA. 2008.p.51

<sup>2</sup> SUCRE. GOBERNACION Informe De Coyuntura Regional Del Departamento De Sucre.2008. p.70

<sup>3</sup> URUETA. Emilio Eduardo; NAVARRO. Orlando Rafael. La producción agrícola bajo el modelo de revolución verde, su impacto ambiental y alternativas para mitigar sus efectos. Trabajo de grado ingeniero agrícola. Sincelejo, Sucre Universidad de sucre. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería agrícola. 2006.136.p

los mismos, la ecología de plantas forrajeras y el correcto manejo de las pasturas en nuestras condiciones trópico ecuatoriales.<sup>4</sup>

HERNÁNDEZ y BABBAR<sup>5</sup> plantean que en la actualidad existe una creciente preocupación por los recursos que se emplean en la producción de alimentos para la crianza animal, los que también pueden ser consumidos por los humanos. Por ejemplo, un tercio de todos los granos cosechados en el mundo se utilizan para alimentar el ganado, eso incluye el 73% del maíz, el 95% de los oleaginosos y el 93% de la harina de pescado; el 95% de la producción de soya en Estados Unidos, la Unión Europea importa el 70% de la proteína de alta calidad y emplea 1,75 millones de hectáreas para la producir alimentos para el ganado.

Estos sistemas u otros que tienden a la sostenibilidad y al empleo de bajos insumos, independientemente de que incluyan los bancos de proteína o las áreas forrajeras entre otros componentes, necesariamente deben ser integrados por multiasociaciones de gramíneas y leguminosas nativas y/o mejoradas, bajo los principios planteados por PARETAS Y GONZÁLEZ<sup>6</sup> de que en la producción ganadera basada en los pastos y los forrajes, el sujeto más importante desde el punto de vista biológico, económico y social, es el resultado de una combinación equilibrada de todos los factores que intervienen en el complejo “Suelo-Planta- Animal-Hombre” y que podemos definir como un ecosistema de pasto.<sup>7</sup>

El manejo del pastoreo y corte sobre la base de características de la planta y las condiciones medio ambientales se ha traducido en un gran desarrollo en el sector agropecuario y en especial el subsector ganadero.

En los países tropicales, los estudios se basan fundamentalmente en los períodos de descanso, carga animal y/o intensidad de corte/pastoreo, pero rara vez respetando las características fisiológicas de la planta y sin un control adecuado de la pradera ni de sus características estructurales (por ejemplo, el índice de área foliar –“IAF”), variables que son claves para el correcto manejo de la defoliación y el uso del forraje producido. Como resultado, el rendimiento de los pastos es muy variable e inconsistente,

---

<sup>4</sup> HERNÁNDEZ, I. & BABBAR, LIANA. Sistemas de producción animal y el cuidado de ambiente: Situación actual y oportunidades: *Pastos y Forrajes*. 2001. p. 24:281.

<sup>5</sup> *Ibid*, p.12

<sup>6</sup> PARETAS, J.J. & GONZÁLEZ, A. Ecosistemas de pastos. Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. 1990

<sup>7</sup> *Ibid*, p. 108

resultando en un alto grado de insatisfacción por parte de productores y técnicos.

La necesidad del uso de los pastos dirige obligatoriamente a los investigadores a hacer énfasis y precisión en los estudios de plantas forrajeras tropicales, asumiendo un carácter sistémico y multidisciplinario característico de este tipo de actividad

Si los potreros del trópico ecuatorial son manejados de una manera intensiva, respetando el equilibrio biológico, están en capacidad de producir naturalmente un volumen de alimentos difíciles de lograr en otras regiones, sin recurrir a los contaminantes y degradantes insumos industriales (agrotóxicos). Como ya se anotó si se aprovecha al máximo la productividad por hectárea, la ganadería de pocos litros por vaca y/o kilos por novillo, pasará de ser una costosa “caja de ahorros” a una poderosa empresa ganadera de bienestar y prosperidad. De país pobre tropical, así, podríamos pasar a una rica despensa de alimentos, cuyo mayor valor agregado estará en el hecho de ser producidos a base de forrajes.<sup>8</sup>

Dado que la función más importante de una pastura es la producción de follaje (hojas) como alimento de animales, a través de los procesos fotosintéticos, resulta importante dirigir el manejo de las pasturas hacia aquellos factores que tiendan a favorecer este proceso como son el contenido de materia orgánica, minerales del suelo, disponibilidad de agua, la temperatura, la incidencia de la luz solar, la humedad del ambiente (humedad relativa), los vientos, la cobertura de las pasturas mismas; es decir, dirigir el manejo para que la función de la pastura como panel solar sea la más eficiente en épocas de lluvia y buen brillo solar, y buscar su mantenimiento, aunque en niveles inferiores durante buena parte de la época seca.

Es necesario considerar a los pastos como un cultivo, y además que es uno de los más complejos; por ello es importante que antes de establecer un pasto, hacer el análisis respectivo y las pruebas en cada agroecosistema para definir el genotipo que se adecue a las condiciones existentes: suelo, agua, clima. En suma, la producción y la productividad ganadera dependerán del conocimiento que se tenga de los principios generales que controlan la producción de forrajes<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> URUETA y NAVARRO *Op cit.* P. 20

<sup>9</sup> BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. Bogotá D. C.: Banco Ganadero, 1994. p 155

Generalmente las respuestas de las plantas sometidas a diferentes alturas y frecuencias de corte o intensidad de defoliación, son expresadas como rendimiento o producción. Aun así, este rendimiento no es más que el efecto de este factor de manejo sobre el crecimiento del vegetal, determinado por la distribución de sus fotoasimilados a los componentes aéreos (vástagos) y radicales.<sup>10</sup>

La combinación de pasturas con árboles debidamente manejados y aprovechados para la producción de madera, leña, frutos o forraje, constituyen una alternativa racional para aumentar la producción de una manera económica, pero también implica un cambio en el manejo de los factores determinantes de la producción, ya que las especies forrajeras presentan un comportamiento muy diferente en sombra que en sol.<sup>11</sup>

Para lo anterior se han considerado, basados en la observación, la información y la experiencia con que contamos sobre pastos de buen comportamiento en nuestras condiciones trópico ecuatoriales, siendo una de ellas los fenotipos de Guinea (*Panicum maximum*, Jacq), y por lo tanto fue seleccionado para realizar en el cultivar Guinea “Mombaza” este estudio, sobre la frecuencia de corte en la altura seleccionada: 30cm., para determinar, en las condiciones del lugar de experimentación, cual es el mejor manejo que se le debe dar para un mejor aprovechamiento en beneficio de la mayor y mejor producción, en ese lugar, como en aquellos de similares condiciones agroclimáticas. Este trabajo hace parte del Macroproyecto **COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE LOS PASTOS GUINEAS MOMBAZA Y TANZANIA (*Panicum maximum*, Jacq) SOMETIDOS A DIFERENTES ALTURAS Y FRECUENCIAS DE CORTE, EN CONDICIONES DE SOL Y SOMBRA NATURAL, BAJO EL DOSEL DE CAMPANO EN EL MUNICIPIO DE SAMPUÉS, SUCRE.**

---

<sup>10</sup> YRAUSQUÍN de Moreno, Xiomara; PÁEZ de Salazar, Alejandra; VILLASMIL, José Y URDANETA, Mario. Comportamiento fisiológico del pasto guinea (*Panicum maximum Jacq.*) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. I. Distribución de biomasa y análisis de crecimiento Rev. Fac. Agron. (LUZ), 12: 1995. p 313 – 323

<sup>11</sup> ZELADA, EFRAIN. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. TURRIALBA COSTA RICA. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). 1996.. p.18

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. GENERAL

Realizar un estudio comparativo de diferentes frecuencias de corte a una altura de corte de 30cm en pasto Guinea Mombaza (*Panicum máximum, Jacq*), bajo sol y sombra natural influenciada por el dosel del árbol de campano (*Pithecellobium saman*), en condiciones de un agroecosistema de la Subregión Sabanas de Sucre.

### 1.2. ESPECÍFICOS

Determinar la producción en fresco y de materia seca (MS) del pasto Guinea Mombaza obtenido en tres frecuencias de corte en una altura de 30cm bajo condiciones de sol y sombra natural, para determinar cuál es la más recomendada en el área de estudio de la experimentación, y similares.

Evaluar el crecimiento vegetativo y el potencial de producción de la planta a nivel de campo bajo condiciones de sol y sombra en área de la Subregión Sabanas de Sucre.

Determinar la relación de las variables estudiadas y su dependencia con las condiciones de luz y sombra establecidas, en cada frecuencia de corte estudiada, para aportar información local a los ganaderos de la región.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PASTO GUINEA

**2.1.1. Origen, distribución, adaptación y hábito de crecimiento.** El pasto Guinea (*Panicum maximum*, Jacq) es nativa de África tropical y subtropical: Angola, Benin, Botswana, Camerún, Costa de Marfil, República Democrática del Congo (Zaire), Eritrea, Etiopía, Ghana, Kenya, Lesotho, Liberia, Malawi, Mozambique, Namibia, Nigeria, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán, Suazilandia, Tanzania, Uganda, Zambia y Zimbabwe. Océano Índico: Madagascar, Mauricio. Y Asia: Yemen; pero ha sido cultivada ampliamente en la América del Sur, al Oeste de la India y al Sur y Este de Asia.<sup>12</sup>

Se adapta bien a suelos de mediana a alta fertilidad, con pH de 6 a 8 y bien drenados, en alturas que van desde el nivel del mar hasta los dos mil msnm, con una precipitación de 900mm a 2000mm y una temperatura de más de 18 grados centígrados. Su hábito de crecimiento es cespitoso (erecto), alcanzando alturas de 1.60m a 1.85m.<sup>13\*</sup>

Crece en matorros o plantas aisladas. Las hojas son largas y lanceoladas, su inflorescencia es una espiga abierta con ramificaciones laterales. Posee un amplio sistema radicular que la hace resistente a las sequías. Su propagación es por medio de semilla. El pastoreo debe realizarse en estado de prefloración, momento en el cual el pasto alcanza un alto valor nutritivo y palatabilidad, con períodos de descanso de 30 días, durante la época de lluvia.<sup>14</sup>

Se puede asociar con leguminosas como Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y Centrosema (*Centrosema pubescens*), lo que incrementa el aporte de proteína a los animales en el potrero<sup>15</sup>

---

<sup>12</sup> COAURO, M. Composición química y digestibilidad in vitro de tres cultivares de guinea (*Panicum maximum* jacq.) a tres edades de corte en bosque seco tropical. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Pastos y forrajes: Gramíneas.2004. p.20

<sup>13</sup> CUADRADO C, HUGO; MEJÍA K, SERGIO; REZA G, SONY Y SANCHEZ, L. 2008. Ensilaje del Pasto Guinea (*Panicum maximum*) Cultivar Mombaza para Romper la Estacionalidad de la Producción. Centro de investigación Turipaná Corpoica. 2008. P.91

\* ROLANDO, C. *et al.* Manual de Pastos Tropicales. Quito-Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Manual N° 11. 5-9, 21-24, 30-31, 1989. p. 35-36.

<sup>14</sup> *Ibid* p. 17

<sup>15</sup> BIBLIOTECA DEL CAMPO. Manual agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Hogares juveniles campesinos". 2004. p 1053.

Según MCVAUGH,<sup>16</sup> el Pasto Guinea es perenne y crece durante la época seca formando matas densas que se extienden por medio de raíces cortas y/o rizomas cortos y serpenteantes. Sus hojas son largas y anchas con tallos que florecen llevando la semilla en panículas abiertas y colgantes con altura de 5pies a 8pies (1.5m - 2.4m). El florecimiento y desarrollo de su semilla son prolongados tanto en tallos individuales de flores como en el número de tallos florecientes que produce. El desprendimiento de la semilla madura y la presencia de semilla inmadura simultáneamente dificultan la cosecha. Una buena germinación de la semilla sería de 25% a 35%. Cada libra contienen 1.1 millón de semillas; 2.24 millones por Kg.

Su sistema radicular es profundo y fibroso y tiene alguna tolerancia a la sequía pero no la suficiente para resistir temporadas secas largas. El Pasto Guinea está adaptado a una amplia gama de suelos pero se comporta mejor en los bien drenados de mediana a alta fertilidad. El manejo del Guinea es bastante simple y puede resistir altas cargas animales aunque su consumo por debajo de 6pulgadas a 10pulgadas (15cm a 25cm) no es recomendable. El pasto Guinea es tolerante a la sombra producida por los árboles, arbustos y otras especies de pastos. Esta es una característica valiosa ya que el pasto puede recibir la sombra de leguminosas vigorosas y continuar compitiendo para producir una buena combinación de pastos y leguminosas.<sup>17</sup>

**2.1.2. Origen y distribución del pasto guinea Mombaza.** El pasto Guinea Mombaza es una cultivar de la especie (*Panicum maximum* Jacq.), cuyo origen genético está en África. Fue introducido a América en 1967, y liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ), en Brasil<sup>18</sup> como una especie extremadamente productiva en ambientes tropicales;

Es una especie perenne y crece durante la época seca, formando matas densas que se extienden por medio de raíces cortas y/o rizomas cortos y envolventes. Sus hojas son largas y anchas con tallos que florecen llevando panículas abiertas. En crecimiento pueden presentar una altura de 1.5 a 2.4 m, no tolera períodos largos de secas<sup>19</sup>

---

<sup>16</sup> MCVAUGH, R.. Gramineae. En W. R. Anderson (ed.). Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico, Vol. 14. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan. 1983. P53

<sup>17</sup> *Ibid* p. 17

<sup>18</sup> JANK, L.. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil. 21-58. 12. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Anais. Fundação de Estudos Agrários.1995. p.25

<sup>19</sup> Unión Ganadera Regional. en línea  
<[http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=199&Itemid=140](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=199&Itemid=140)> Citado en 10 de mayo de 2011

## 2.2. Clasificación taxonómica guinea Mombaza y algunas consideraciones fundamentales<sup>20</sup>

- ✓ **Nombre Científico:** *Panicum máximum* cultivar MOMBAZA
- ✓ **Nombre Vulgar:** *Panicum Mombaza*
- ✓ **Origen:** Colección Orson - Tanzania, África
- ✓ **Tiempo de Vida:** Pastura permanente (Perenne)
- ✓ **Hábito de Crecimiento / Altura Macollas:** Erecto / 1.65m de alto
- ✓ **Relación Tallo / Hojas:** 18% / 82 %. Abundante predominio de hojas
- ✓ **Producción de Materia Verde:** 85 Toneladas por Hectárea /año.
- ✓ **Producción Heno de Hojas:** 33 Toneladas por Hectárea/ año
- ✓ **Contenido de Proteína Cruda:** Hojas: 13.4%; Tallos: 9.7%; Promedio: 12.73%
- ✓ **Condiciones Ideales de Suelo:** Buena textura (Francas), Alta a mediana Fertilidad, Bien drenados.
- ✓ **Tolerancia / Resistencia:** Salivazo, Pisoteo, Mediana a sequía, Frío y quema.
- ✓ **Tamaño de Semilla:** Muy pequeña: 770 semillas = 1g; 1.30g = 1,000 semillas
- ✓ **Densidad de Siembra:** 10 Kg de Semilla Certificada/Hectárea
- ✓ **Tiempo de Establecimiento:** 90 a 120 días después del brote
- ✓ **Temperatura/Precipitación:** 20°C a 35 °C./800 a 1,500mm/Año

## 2.3. TOLERANCIA A LA SEQUIA

Uno de los factores de restricción más importante de los cultivos tropicales es la carencia de un abastecimiento adecuado de agua durante el desarrollo de las cosechas. En Venezuela son muy pocas las áreas de cultivo que reciben suficiente agua durante todo el año. Por otra parte, los suelos en general presentan baja retención de humedad.<sup>21</sup>

La literatura indica que cualquier proceso fisiológico puede ser alterado si ocurre un déficit hídrico severo o lo suficientemente largo.<sup>22\*</sup> El déficit hídrico en las plantas es el resultado de una combinación compleja de factores del suelo, la planta y la atmósfera, los cuales interactúan entre sí controlando la

---

<sup>20</sup> Reinagro Inc. en línea <<http://www.reinagroinc.com/panicum-maximun-mombaza.html>> Citado en 10 de mayo de 2011.

<sup>21</sup> GONZÁLEZ, H. Venezuela, Agricultura y Soberanía. Sociedad Venezolana de Agrónomos. Caracas, Venezuela. 1978.p.98

<sup>22</sup> HSIAO, T. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology. 24 1973. p. 519-570.

\* SCHULZE, E.;. Whole plant responses to drought Aust. J. Plant Physiology. 13. 1986. P. 127-142.

velocidad de absorción y la pérdida de agua por la planta<sup>23</sup>. Se han reportado diferencias en la sensibilidad de muchas plantas al déficit hídrico<sup>24</sup>. Numerosas especies son especialmente sensibles durante la iniciación floral y la floración; mientras que un grupo más reducido es más sensible durante la formación del fruto y desarrollo de las semillas<sup>25</sup>.

Se ha reportado cierta información sobre las respuestas del Pasto Guinea (*Panicum máximum Jacq* var. *Trichoglume*) al déficit hídrico<sup>26</sup>. Sin embargo GONZÁLEZ y PÁEZ<sup>27</sup> encontraron que las respuestas de las plantas de Guinea al déficit hídrico varían dependiendo del estado de desarrollo en el cual se encuentren y de la velocidad con que el déficit progrese en ellas además la producción de biomasa de la planta se ve afectada cuando el déficit se aplica en la etapa reproductiva.

#### 2.4. RESPUESTA A LA DEFOLIACIÓN.

Según MARTÍNEZ<sup>28</sup> la defoliación provoca modificaciones en el crecimiento de las plantas y reajuste en el metabolismo para promover nueva área foliar y restablecer su capacidad fotosintética.

La frecuencia y altura de corte influyen en la estructura del dosel de una pradera y afectan la relación hoja/tallo, tasa de crecimiento, población de tallos, tasa de expansión foliar y la remoción de meristemos apicales, variables relacionadas con la producción y calidad del forraje<sup>29</sup>; además de incidir en la longevidad de las plantas, al afectar los carbohidratos de reserva de las plantas.

---

<sup>23</sup> KRAMER, R. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Una síntesis moderna. Ediciones Edutex S.A. México D.R. 1974. P. 75

<sup>24</sup> BOYER, J.. Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potentials in corn and soybean. *Plant Physiology*. 46. 1970. p. 236-399.

\* CULTLER, J.; RAINS, D y LOOMIS, R, Roles in solute concentration in maintaining favorable water balance in fieldgrown cotton. *Agronomy Journal*. 69. 1976. p. 773-779.

<sup>25</sup> LEVIT, J. Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salts and others stresses. Academic Press. 1980. p. 97. Vol. II.

<sup>26</sup> WILSON, J; FISHER, M; SCHULZE, E; DOLBY G y LUDLOW, M. Comparison between pressure-volume and dewpoint hygrometry technique on determining the water relations characteristics of grass and legume leaves. *Oecologia* 41. 1979. p. 77-88.

<sup>27</sup> GONZÁLEZ, María Eugenia y PÁEZ, Alejandra. Venezuela. Efecto del déficit hídrico aplicado durante diferente etapas del desarrollo de *Panicum máximum Jacq*. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 1995, 12. 1995. p. 79 – 81.

<sup>28</sup> MARTÍNEZ, M. Agricultura Biológica. Facultad de ciencias agropecuarias. Bogotá D.C. 2008. P. 143-149.

<sup>29</sup> COSTA N. de L, PAULINO TV. Desempenho agrônômico de genótipos de *Brachiaria humidicola* em diferentes idades de corte. *Pasturas Trop* 1999; 21(2):68-71).

La altura de corte también está asociada con la cantidad de follaje y yemas remanentes, las cuales tienen un efecto directo en el<sup>30</sup>.

Los sitios de almacenamiento de los carbohidratos de reserva son la base de los tallos y las raíces; el rebrote utiliza inicialmente estas reservas hasta que la planta forma suficiente área foliar la cual acelera el crecimiento a través del proceso activo de fotosíntesis. El rendimiento de materia seca (MS) en una pradera aumenta con la edad del rebrote y menor intensidad de cortes.<sup>31</sup> Así, en Pasto Guinea Cv. 280, cosechado a 4, 6, 8 y 10 semanas, durante la estación de crecimiento, se obtuvo un rendimiento de forraje de 10.5, 12.8, 13.5 y 14.5 T MS ha<sup>-1</sup>.<sup>32</sup>

## 2.5. UTILIZACIÓN.

Debido a que es una especie de porte alto, puede fácilmente cortarse en forma manual o mecánica, como forraje verde, silo, heno o harina; pero su principal uso es para el pastoreo directo con ganado. Su capacidad de carga inicial en praderas de temporal es de 3 cabezas a 4 cabezas/ha y bajo condiciones de riego, es de 10 cabezas a 12 cabezas/ha.<sup>33</sup>

Para el crecimiento y engorda de toretes en praderas de este pasto, se pueden lograr anualmente de 450Kg a 500 Kg/ha de carne (temporal) y de 2,600 a 3,000 Kg/ha de carne (riego), con una suplementación adecuada<sup>34</sup>

## 2.6. MORFOGÉNESIS EN GRAMÍNEA

CHAPMAN y LEMAIRE,<sup>35</sup> definen morfogénesis de una planta como dinámica de generación y expansión de la planta en el espacio. Este dinámico proceso es el resultado de la rata de apareamiento de nuevos órganos (organogénesis) y el balance entre su crecimiento y rata de senescencia.

---

<sup>30</sup> BECERRA BJ, AVENDAÑO MJ. Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies tropicales. *Téc Pecu Méx*; 30(2).1992. p. 125-132

<sup>31</sup> *Ibid* p. 16

<sup>32</sup> MAN, N.V y WIKTORSSON, H. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. *Trop Grassl*; 37. . 2003. p. 101-110.

<sup>33</sup> UNION GANADERA REGIONAL DE JALISCO. *Op cit*. P. 24

<sup>34</sup> VILLASEÑOR RÍOS, J. L. y ESPINOSA GARCÍA F. J. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 1998. p. 150

<sup>35</sup> CHAPMAN, D; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress, Palmerston North. Proceedings.17. 1993. p.95-104.

Según la morfogénesis existen dos tipos de pastos perennes tropicales “Tuftes plants” y Estoloníferos. Las primeras normalmente se reproducen todo el año, no son estacionales. Ejemplo: *Panicum máximum*, *Pennisetum purpureum*, *Hiparrhenia rufa*. Las especies estoloníferas exhiben una dinámica de crecimiento de sus tallos, particular a su morfogénesis, independiente de procesos de floración. Ejemplo: *Cynodon dactylon* (*Pasto Argentina*), *Cynodon nlemfluensis* (*Pasto Estrella*), *Pennisetum clandestinum* (*Kikuyo*).

Otro grupo puede ser definido morfológicamente como intermedio, en los cuales la propagación por estolones depende del estado de desarrollo de la planta. Ejemplo: *Dichanthium. Annulatum* (*Carimagua*); *Dichanthium aristatum* (*Angleton*); *Bothriochloa pertusa* y *Digitaria. Decumbens* (*Pangola*).<sup>36</sup>

- ✓ **Origen de las hojas:** Los pastos continúan su crecimiento antes y después de cada defoliación, gracias a que las zonas meristemáticas están cerca de la superficie del suelo. El intervalo de tiempo entre la aparición de hojas sucesivas recibe el nombre de plastocrono. El crecimiento continúa hasta que la lígula es expuesta, esto marca el fin de elongación. La punta de la hoja es fisiológicamente más madura que su porción basal, esta representa la primera parte de la senescencia. Dependiendo del estado de crecimiento, las hojas son afectadas de diferentes formas por el pastoreo o corte.
- ✓ **Tasa de crecimiento foliar:** Factor muy dependiente de las condiciones climáticas, temperatura, lluvias, etc. La nutrición mineral parece tener poco efecto sobre la tasa de aparición foliar. En algunos trabajos el Nitrógeno ha sido el único en afectarla.
- ✓ **El tamaño o el área foliar:** Es muy influenciada por el medio ambiente. Normalmente la hoja más pequeña es la primera, la siguen las mayores y con mayor peso seco.
- ✓ **Senescencia y muerte:** Las hojas son órganos de crecimiento limitado y desde que alcancen su tamaño final, el remanente después de un cierto período pierde peso y mueren<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> BOGDAN. Gramíneas Tropicales. Editado por Skepnan, P.J. y F. Riveras. FAO, Roma, Italia. 1977. P.70

<sup>37</sup> LANGER, R.H.M.. How the grasses grow. Edward Arnold. Londres Inglaterra. 1972. p 91.

## 2.7. SISTEMAS SILVO PASTORILES

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) representan una posibilidad para mejorar la productividad y la estabilidad de los sistemas de uso de la tierra, en diferentes ecosistemas en Colombia. Sin embargo, el aporte de los árboles al sistema no ha sido suficientemente cuantificado. En consecuencia, es necesario identificar y diseñar SSP y evaluarlos, tanto en prototipos como en fincas con sistemas piloto.<sup>38</sup>

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son de importancia en América Latina, en donde la ganadería produce una enorme presión por pasturas en las áreas boscosas.<sup>39</sup>

En Colombia, debido a la presión para producir alimentos en sistemas estables y rentables a largo plazo, capaces de preservar los recursos naturales, han cobrado especial importancia los árboles forrajeros como fuente para la alimentación animal. Más recientemente ha surgido el manejo de SSP que integran el uso de pasturas, árboles y animales con diferentes objetivos y estrategias de producción.<sup>40</sup> Las actividades de investigación desarrolladas en los SSP son descriptivas y no responden a las interacciones árbol-ganado-pastura<sup>41</sup> y las evaluaciones son pocas. Uno de los aspectos más influyentes en los SSP es la densidad de árboles; por eso interesa conocer las relaciones entre el árbol y la pastura y su influencia en la productividad del pasto.<sup>42</sup>

## 2.8. INFLUENCIA DE LOS ÁRBOLES EN EL FORRAJE

La sombra producida por el dosel sobre el estrato herbáceo constituye uno de los efectos de la presencia de los árboles en los sistemas silvopastoriles. Esta puede actuar de forma directa en determinados procesos fisiológicos de

---

<sup>38</sup> GIRALDO, L. A; BOTERO, J, SALDARRIAGA, J, DAVID, P. Efecto de Tres Densidades De Arboles En El Potencial Forrajero De Un Sistema Silvopastoril Natural En La REGIÓN ATLÁNTICA DE COLOMBIA. *Agroforestería en las Américas*. Año 2 No 8 Oct. -Dic. . 1995. P.18

<sup>39</sup> SÁNCHEZ' P. ¿Hacia dónde va la agroforestería? *Agroforestería en las Américas*. (C.R.) 2 (5). 1995. p.4-5.

<sup>40</sup> GIRALDO, LA. Elementos de evaluación integral de Sistemas Silvopastoriles. In: *Memorias del Seminario sobre Agroforestería: Alternativa alimenticia para rwniantes en el trópico*. Universidad Nacional de Colombia, CATIE-CIAT-COA-CORPOICA, Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá. 27-28 OCT. de 1994.30 p. (en prensa).

<sup>41</sup> *Ibid* p. 26

<sup>42</sup> *Ibid* p. 26

las plantas y de forma indirecta a través de los restantes factores bióticos y abióticos presentes en el sistema.<sup>43</sup>

WILLIAMS y BLACK<sup>44</sup> plantearon que las plantas resistentes como el *P. maximum* en este sistema, poseen un alto nivel de plasticidad fenotípica que les permite explotar de forma óptima los recursos en el nuevo ambiente, el cual puede resultar muy poco semejante al de su rango inicial.

Además, si bien es cierto que la sombra afecta la producción de materia seca de algunas gramíneas tropicales no adaptadas, la magnitud de este efecto varía según la especie. De ahí que plantas como *Cynodon nlenfuensis*, *P.notatum*, *B. decumbens*, *B. brizantha* y *P.maximum* han sido reportadas como tolerantes a la sombra,<sup>45</sup> y algunas de ellas beneficiadas desde el punto de vista de su producción de biomasa.<sup>46\*</sup>

En un estudio realizado por PENTON<sup>47</sup> de las especies evaluadas, las praterenses (plantas naturalizadas) presentes como *P. maximum* mostraron un alto potencial asociativo con los árboles y en estas condiciones la sombra constituyó un factor controlador de las plantas de más bajo valor nutritivo.

DACCARETT y BLYDENSTEIN,<sup>48</sup> mencionan que la presencia de un árbol en el tapiz vegetal herbáceo puede influir en el desarrollo de este, producto de una competencia entre las raíces por agua y nutrientes del suelo y donde la copa reduce la luz necesaria para la fotosíntesis.

---

<sup>43</sup> PENTÓN, GERTRUDIS. Efecto De La Sombra De Los Arboles Sobre El Pastizal en Un Sistema Seminatural. Universidad de Matanzas. 2000. Américas. (C.R.) 2 (5). 2000. p. 4-5.

<sup>44</sup> WILLIAMS, D. G. & BLACK, R. A. Drought response of a native and introduced Hawaiian grass. *Oecologia*. 97. 1994. p. 512.

<sup>45</sup> GUEVARA, R.; CURBELO, L.; CANINO, E.; RODRÍGUEZ, NIEVES & GUEVARA, G.. Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y la calidad del pastizal. Resúmenes. Taller Internacional "Los Arboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1996. p. 55.

<sup>46</sup> WILSON, J; FISHER, M; SCHULZE, E; DOLBY G y LUDLOW, M. Comparison between pressure-volume and dewpoint hygrometry technique on determining the water relations characteristics of grass and legume leaves. *Oecologia* 41.1979. p. 77-88.

\* RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; DIAZ, H.; HERNANDEZ, L. & DIAZ, L.E. *Leucaena leucocephala* como árbol de sombra en la ganadería. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1994. p. 49

<sup>47</sup> *Ibid* p.27

<sup>48</sup> DACCARETT, M; BLIDENSTEIN, J. La influencia de los arboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba (Costa Rica). 18. 1968. p. 405 – 408.

## 2.9. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la fuente de energía de prácticamente todos los procesos fisiológicos y biológicos que ocurren en la naturaleza. La importancia de la radiación en la agricultura es muy bien resumida por MONTEITH<sup>49</sup> quien dice que la “agricultura es una explotación de la energía solar, hecha posible, mediante un suministro adecuado de agua y nutrientes para mantener el crecimiento de las plantas”.

**2.9.1. La radiación solar en pasturas:** Las respuestas de las plantas a la luz no son lineales; es decir, al aumentar la intensidad de la luz, la fotosíntesis no aumenta proporcionalmente. Tal vez al aumentar la luz se saturan los cloroplastos de las primeras capas de células, pero los de las células interiores siempre están parcialmente sombreados y los aumentos en la fotosíntesis se deben a la luz que logra penetrar hasta estas células. Por lo tanto se podría deducir que en una hoja con una distribución uniforme de los cloroplastos, la luz se podría usar más eficientemente si en lugar de aplicar una luz intensa sobre la superficie superior, se aplicara una luz de menor intensidad en ambas superficies. La cantidad de luz interceptada por la superficie foliar incide significativamente en la eficiencia de utilización de la luz. Debido a que la superficie foliar es la que intercepta la luz y la cantidad de follaje que poseen las plantas forrajeras es muy variable de acuerdo con el grado en que se haya practicado el corte o el pastoreo, estos factores están íntimamente ligados con la velocidad de crecimiento de las plantas forrajeras.<sup>50</sup>

La radiación solar es uno de los elementos más importantes para la producción de forraje aprovechable, dado que aporta toda la energía requerida para el crecimiento. La velocidad de recuperación de los carbohidratos de reserva está relacionada con la tasa de fotosíntesis, y esta depende directamente del remanente de hojas jóvenes.<sup>51</sup>

El efecto de la luz es ejercida directamente en el metabolismo de las plantas a través de la fotosíntesis. Cantidades adicionales de luz promueven la acumulación de azúcares y el metabolismo general del Nitrógeno. El nitrato de las plantas requiere energía proveniente de la fotosíntesis para su

---

<sup>49</sup> MONTEITH, J.L., Evaporation and the environment. Symposium of the Society of Experimental Biology, 19. 1989. p. 245-269.

<sup>50</sup> BERNAL, E. J. Pastos y forrajes Tropicales. Editorial banco ganadero. Tercera edición. Santa fe de Bogotá, D.C. Colombia. 1994. P. 26

<sup>51</sup> ADJEI M.B., P. MISLEVY, R.S. KALMBACHER AND P. BUSEY Production, quality, and persistence of tropical grasses as influenced by grazing frequency. Proc. Soil Crop Sci. 48. 1989. p.1-6.

reducción a amonio y síntesis de aminoácidos (a mayor luz, menor contenido de nitratos). De otra parte, se mejora la digestibilidad del forraje al disminuir la proporción de la pared celular y lignina.<sup>52</sup>

Por medio de la fotosíntesis, la intensidad de la radiación solar afecta el desarrollo y crecimiento de las plantas autótrofas. La calidad y periodicidad de la luz influye en el desarrollo de las plantas porque estimulan o reprimen la germinación, floración, los movimientos de la planta y otros fenómenos. La percepción del estímulo luminoso se realiza mediante un fotoreceptor adecuado, como la clorofila, el caroteno o el fitocromo, que son sensibles a diferentes longitudes de onda.<sup>53</sup>

Los mismos autores indican que los hábitats terrestres presentan un amplio rango de intensidades y calidades luminosas que dependen, tanto de los ciclos diarios y estacionales, como de gradientes espaciales específicos y que cuando la concentración de CO<sub>2</sub>, el suministro de agua y de nutrientes, y la temperatura no son limitantes la tasa fotosintética es directamente proporcional (dentro de ciertos límites) a la radiación absorbida por la hoja, o sea que se puede diferenciar claramente las plantas adaptadas a condiciones de sol y las adaptadas a condiciones de sombra debido a que la capacidad fotosintética de las últimas es menor .

La mayoría de las especies forrajeras tropicales son plantas de sol y el sistema fotosintético de las gramíneas C<sub>4</sub> no se satura ni con la máxima radiación solar. Sin embargo, tanto las gramíneas como las leguminosas tropicales pueden aclimatarse a niveles bajos de luz. *Panicum máximum*, por ejemplo, puede comportarse como planta de sombra.<sup>54</sup> Las plantas de sombra según BJORKMAN<sup>55</sup>, no son capaces de responder a altas intensidades de radiación debido a encontrarse fotoinhibidas.

A altas intensidades de radiación y por razones bioquímicas y anatómicas, las plantas C<sub>4</sub> fotosintetizan más por unidad de radiación absorbida que las plantas C<sub>3</sub>. Por las mismas razones, las plantas C<sub>4</sub> son fotosintéticamente

---

<sup>52</sup>CARÁMBULA, M. Pasturas naturales mejoradas. Editorial Hemisferio Sur. Uruguay. 1996. p.56

<sup>53</sup> LASCANO, C:E. y SPAIN, J.M. establecimiento y renovación de pasturas: conceptos experiencias y enfoque de la investigación; sexta reunión del comité asesor de la Red Internacional de Evaluación de pastos tropicales (RIEPT), Veracruz México. Cali Colombia.. Noviembre de 1988, p. 103-142

<sup>54</sup> LUDLOW, M.M; WILSON, G.L. Studies on the productivity of tropical pastures plants; 2: growth analysis, photosynthesis and respiration of 20 species of grasses and legumes in a controlled environment. Aust. j. agric. Res. 21. .1970. p. 183-194

<sup>55</sup> BJORKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. En LANGE, O .L; NOBEL, P.S; OSMOND, C.B y ZIELGER, H. physiological plant ecology; I: encyclopedia of planta Physiology. Springer – verlag, berlin. V. 12<sup>a</sup> .1981. p. 57-107

superiores a las plantas C<sub>3</sub> a altas temperaturas (35 - 40°C), pero inferiores a ellas cuando la temperatura está por debajo de los 30° C. esto explica el por que rara vez se encuentran plantas C<sub>4</sub> en los hábitats sombreados y a bajas temperaturas. Este comportamiento tiene implicaciones en las pasturas tropicales en que se asocian las leguminosas de ruta fotosintética C<sub>3</sub> y gramíneas de tipo C<sub>4</sub>.<sup>56</sup>

Si las condiciones del suelo son limitantes y los cultivos son todavía vegetativos, la fotosíntesis y las tasas de crecimiento de sus doseles están cerca de ser proporcionales a la radiación que ellos interceptan. En intercalados mixtos, donde las condiciones del suelo son buenas de tal forma que la competencia es solamente por luz, una ligera diferencia en altura, aun en competencia.<sup>57</sup>

Las consecuencias de la competencia de las plantas por los recursos producen alteraciones del desarrollo tanto vegetativo como reproductivo que se evidencia por una disminución en el área foliar, altura, número de hojas, flores, frutos y rendimiento de las partes cosechadas, esto es así siempre y cuando las especies no tengan la capacidad de escapar o de adaptarse a la sombra para revertir alguno de estos procesos.<sup>58</sup>

## 2.10. EFECTOS DEL CORTE

En la utilización de los pastos y forrajes, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. Los que están directamente relacionados con la acumulación y distribución de los asimilados en sus diferentes órganos, balance de reserva y velocidad de rebrote.<sup>59</sup> Se ha encontrado en estudios de alturas de cortes y frecuencias de los mismos en *Panicum maximum* que las alturas de corte de 40cm y 60cm proporcionaron una mayor fracción residual de hojas, y por lo tanto un área fotosintéticamente activa y una menor movilización de fotosintetatos desde las raíces<sup>60</sup>

---

<sup>56</sup> *Ibid*, p.30

<sup>57</sup> TREMBATH, B.R. Biomass productivity of mixtures. *Advances in agronomy* ASA. 26. 1974. 177 - 210

<sup>58</sup> PÁEZ, ALEJANDRA; GONZÁLEZ, MARÍA E. & PEREIRA, N. Comportamiento De *Panicum Maximum* En Condiciones De Sombreado Y De Luz Solar Total. Efecto De La Intensidad De Corte. *Rev. Fac. Agron. (Luz)*. . 1994. 11:25

<sup>59</sup> DEL POZO, PEDRO PABLO . Bases Ecofisiológicas para el Manejo de Los Pastos Tropicales Anuario Nuevo, Universidad Agraria de la Habana, Cuba. 2004.p.35

<sup>60</sup> PÁEZ C. Algunos aspectos fitosociológicos y anatómicos de las principales gramíneas malezas en campos de arroz en el sistema de riego Río Guárico. Trabajo de Grado Magíster Scientiarum en Botánica Agrícola. UCV Facultad de Agronomía, Maracay. 2001. 180 pp.

El corte involucra la defoliación del vegetal con la consecuente pérdida del área foliar y de tejido meristemático, siendo el efecto que mayor incidencia tiene sobre la morfología de las plantas individuales y de la canopia en general.<sup>61</sup>

Según diversos trabajos, se ha encontrado que la acumulación de MS total y sus componentes estructurales varían significativamente con la edad del rebrote, señalado como momento óptimo para su utilización entre 5 semanas (35 días) y 6 semanas (42 días) de rebrote en lluvia y época seca respectivamente. En especies del género *Pennisetum* se ha encontrado un rápido crecimiento desde edades tempranas, alcanzando su máxima velocidad a las 4 semanas y su máximo rendimiento a las 20 semanas (140 días), con valores de 23 toneladas a 30 toneladas por hectárea de MS dependiendo del genotipo.<sup>62</sup> Desde el punto de vista morfológico es importante la etapa fenológica en que se encuentra el vegetal, debido a que el mismo será más o menos afectada por el corte según su forma de crecimiento.<sup>63</sup> El impacto del corte depende en particular de la forma de crecimiento de la especie, de su estado de desarrollo, de los factores ambientales y de la intensidad de la defoliación.

El corte modifica el microclima, pues expone al suelo a la radiación directa, tanto más cuanto más rasante haya sido. Con ello se eleva la temperatura del suelo y este cambio actúa sobre el crecimiento y a la vez directamente modificando la respiración y por lo tanto el balance del carbono.<sup>64</sup> La remoción de la canopia por defoliación simultáneamente altera la cantidad de la luz, la temperatura, las relaciones hídricas y otros factores microambientales y consecuentemente se alteran las variables fisiológicas importantes.<sup>65\*\*</sup>

El uso de los pastos, la altura de corte y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. Hay que realizar

---

<sup>61</sup> GILLET, M; G.LEMAIRE Y G. GOSSE.. Essai d'élaboration d'un schéma global de la croissance des graminées Forragères. *Agronomie*. 1984 4: 75 – 82

<sup>62</sup> MARTÍNEZ, M. *Agricultura Biológica*. Facultad de ciencias agropecuarias. Bogotá D.C. P. 143-149.

<sup>63</sup> PERRETA, M Y VEGETTI. Formas de crecimiento y efectos del corte en graminéas forrajeras. *Revista FAVE* (1997). I y II, . 2008. p68-80.

<sup>64</sup> GILLET, 1984. *Op cit*, p. 32

<sup>65</sup> CASAL, J; DEREGIBUS, V Y SANCHEZ, R. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. Vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/for red irradiation. *Ann bot.* 56.1985. 553-559.

\* CASAL, J; DEREGIBUS, V Y SANCHEZ, R. influencia de la calidad de la luz sobre el macollaje de graminéas forrajeras. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4. . 1984. 279-288.

MURPHY; J.S. y BRISKE, D.D. Regulation of tillering by apical dominance: Chronology, interpretive, and current perspectives. *J. Range Managem.* 45: 1992. 419-429.

estudios sobre la edad y altura de corte o pastoreo, entre otros igualmente importante, con el propósito de estar profundizando siempre en los diferentes mecanismos relacionados con la defoliación y su respuesta en producción de biomasa (fitomasa) y persistencia de las especies. Las que están relacionadas con la acumulación y distribución de los asimilados en sus diferentes órganos, con el balance de reservas y velocidad de rebrote<sup>66\*</sup>

## 2.11. ÁREA FOLIAR

La capacidad fotosintética de un cultivo está determinada por su Área foliar total (AFT). Al analizar las causas de la variación en el rendimiento de los diferentes cultivos y para un mismo cultivo en diferentes condiciones, es conveniente tomar en cuenta el **área foliar** del mismo sobre la misma base en que se expresa el rendimiento, para establecer comparaciones más exactas.<sup>67</sup>

WATSON<sup>68</sup> introdujo el término de **índice de área foliar (IAF)** para expresar la relación entre área foliar y la superficie del suelo ocupada por las plantas.

Una de las mayores limitaciones para alcanzar altos rendimientos en cultivos anuales es el periodo de tiempo necesario, a partir de la siembra para obtener un **IAF** que sea óptimo; las plántulas aumentan lentamente su área foliar total, de modo que una elevada proporción de la radiación incidente no es interceptada por el cultivo. A densidades normales de siembra, las plántulas no compiten por luz y la tasa de crecimiento del cultivo depende del número de plantas y del **área foliar inicial** por planta. Con cultivos en hileras el aumento en la densidad de plantas por hilera no compensa el espacio, a veces excesivo, entre hileras de manera que es necesario tomar en cuenta tanto la distribución de las plantas como el número total de las mismas al considerar el **Índice de Área Foliar** de un cultivo<sup>69</sup>

Con cultivos cuyo producto económico utilizable es la parte vegetativa de la planta pueden utilizarse altas densidades de siembra ya que como

---

<sup>66</sup> GOMIDE, J.A. Fisiología das plantas forrageiras e manejo das pastagens. Inf. Agropec. 88(154). . 1988. p11-18.

\* BELTRÁN, S.L., A.G. HERNÁNDEZ, E.M. GARCÍA, P.J. PÉREZ, J.S. KOHASHI, J.G. HERRERA, A.R. QUERO Y S.S. GONZÁLEZ. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un invernadero. Agrociencia 39(2). 2005. p137-147.

<sup>67</sup> *Ibid*, p. 14

<sup>68</sup> WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in the net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Annals of Botany N.S. 11.194741-76.

<sup>69</sup> INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. Frijol (*Phaseolus spp*) ed. Acum. Turrialba, Costa Rica, 1972.299 p. (IICA Bibliografías No 4)

consecuencia del autosombramiento se favorece la expansión foliar, lo cual para cultivos anuales, resulta en una disminución de la productividad económica

**2.11.1. Determinación del área foliar (af).** La determinación del área foliar es fundamental en estudios de nutrición y crecimiento vegetal, con ésta se puede determinar la acumulación de materia seca (MS), el metabolismo de carbohidratos, el rendimiento y calidad de la cosecha.<sup>70</sup> Es una medida necesaria para evaluar la intensidad de asimilación de las plantas, parámetro de gran relevancia cuando se efectúa el análisis de crecimiento de un cultivo.

RADFORD,<sup>71</sup> plantea que para aplicar las técnicas de análisis de crecimiento en estudios con plantas se requiere como mínimo una medida de la cantidad de material vegetal presente (peso seco) y una medida del sistema asimilatorio (área foliar) de las plantas, y a partir de estas medidas se pueden calcular los diferentes parámetros de un análisis de crecimiento sencillo.

Existen diversos procedimientos para la determinación del área foliar (AF), desde modernos y automáticos equipos como planímetros ópticos, hasta laboriosos y tediosos métodos de laboratorio como el planímetro mecánico. Cuando las plantas son consideradas de manera individual, las medidas lineales de la hoja pueden utilizarse en relaciones funcionales.<sup>72</sup> Por ser los primeros muy costosos y requerir los segundos largos períodos de tiempo, muchos investigadores han tratado de desarrollar procedimientos de fácil ejecución para la determinación del área foliar de diferentes especies. De esos intentos han resultado relaciones sencillas como el caso de MONTGOMERY,<sup>73</sup> quien encontró la relación largo de la hoja por ancho máximo de la hoja por 0.75 como un método para determinar área foliar en maíz y el cual ha sido ampliamente utilizado en este cultivo.

Por su parte, STICKLER y WEARDEN<sup>74</sup>, determinaron que la relación largo por ancho máximo por 0.747 es significativamente precisa en la determinación del área foliar del sorgo para grano, independientemente de la variedad o híbrido estudiado.

---

<sup>70</sup> BUGARIN, M. R.; SPINOLA, A. G.; GARCÍA, P. S.; PAREDES, D. G. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *Terra* 20. 2002. 401-409.

<sup>71</sup> RADFORD, P. J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Sci.* 7. 1967. p171-175.

<sup>72</sup> SIMON, M.; TRUJILLO DE LEAL, A. Determinación del área foliar en cinco clones de ocumo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) O. Schott). *Rev. Fac. Agron.* 16. 1990 147-158.

<sup>73</sup> MONTGOMERY, E. G. Correlation studies of corn. *Nebraska Agr. Esp. Sta.* 24th Ann. Rpt. 1911.

<sup>74</sup> STICKLER, F. C.; WEARDEN, S.; PAULI, A. W.. Leaf area determination in grain sorghum. *Agr. J.* 53. 1961. 187-188

El área foliar guarda relaciones significativamente consistentes con sus medidas lineales, las cuales pueden establecerse mediante ecuaciones de Regresión, como lo reportaron ELSNER y JUBB<sup>75</sup>, quienes estimaron el área foliar mediante modelos lineales simples en hojas de vid. ASCENCIO<sup>76</sup>, determinó el área foliar en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y camote (*Ipomoea batatas* L. Parr), utilizando dimensiones lineales y peso seco de hojas. De igual forma, FONSECA, DE CONDE y DA FONSECA<sup>77</sup>, estimaron el área foliar en hojas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom). Asimismo, RAJERDRAN y THAMBURA<sup>78</sup>, estimaron el área foliar mediante modelos lineales en sandía. Estas ecuaciones se pueden utilizar para estimar el área foliar a partir de esas medidas lineales fácilmente obtenibles.<sup>79</sup>

Los modelos matemáticos son una herramienta que permite la estimación de una variable sobre la base de los valores que tomen otras variables independientes. Se usan en prácticamente todas las áreas del conocimiento científico actual, incluyendo la estimación de variables fisiológicas vegetales.<sup>80\*</sup> En fruticultura se usan para la estimación de variables que no fácilmente se miden, como el tamaño final del fruto, la época de cosecha y las posibilidades de brotación de las plantas.<sup>81</sup>

ESPINOZA *et al.*<sup>82</sup>, propusieron modelos matemáticos para predecir peso fresco y peso seco de frutos estimando el área foliar y otras características de las ramas de durazno sin destruir la planta. Se encontró que el peso fresco (PF) de las ramas se puede estimar sobre la base del volumen calculado por las fórmulas del cono truncado y cono (para las ramas podadas y no podadas, respectivamente), el número de hojas (como indicador del número de yemas) y la relación entre los diámetros basales laterales y

- 
- <sup>75</sup> ELSNER, E. A.; JUBB, G. L. Jr.. Leaf area estimation of concord grape leaves from simple linear measurements. American J. Enol. and Vitic. 39. 1988. p.95-97.
- <sup>76</sup> ASCENCIO, J. Determinación del área foliar en plantas de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y batata (*Ipomoea batata* (L.) Parr) utilizando dimensiones lineales y peso seco de hojas. Turrialba 35. 1985. 55-64
- <sup>77</sup> FONSECA, C.; DE CONDE, R.; DA FONSECA, C. Estimativa da area foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom). Pesquisa Agropecuaria Brasileira 29. 1994. 593-599.
- <sup>78</sup> RAJERDRAN, P. C.; THAMBURA, J. S. Estimation of leaf area in watermelon by linear measurements. South Indian Horticulture 35. 1987. p325-327.
- <sup>79</sup> RAY, R. C.; SINGH, R. P. Leaf area estimation in capsicum (*Capsicum annum* L.). Scientia Horticulturae 39. 1989. 181-188.
- <sup>80</sup> INFANTE, G. S., ZARATE DE LARA G. P. Métodos estadísticos. Edit. Trillas. México. 1984. p. 463-467, 513-515.
- \* SUTTON, T. B. 1996. Changing options for the control of deciduous fruit tree diseases. Annual Review of Plant Pathopathology 34. 1996. p 527-547.
- <sup>81</sup> SCHWARTZ, M. D.; CARBONE, G. J.; REIGHARD, G. L.; OKIE, W. R. A model to predict peach phenology and maturity using meteorological variables. Hort Science 32.- 1997. 213-216.
- <sup>82</sup> ESPINOZA, J.; ORTIZ-CERECERES, J.; MENDOZA-CASTILLO, M. C.; VILLASEÑOR-ALBA, J. A.; VILLEGAS-MONTER, A.; PEÑAVALDIVIA, C.; ALMAGUER-VARGAS, G. Modelos de regresión para la estimación del peso fresco y seco de ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch.). Revista Chapingo Serie Horticultura 4. . 1998. 125-131.

adaxial–abaxial, con modelos para ramas de diferente avance de lignificación que tienen  $R^2$  entre 0.95 y 0.98. Se determinó un modelo general que estima el peso seco y uno por cada grado de dureza, todos con una  $R^2$  entre 0.98 y 0.99.

Los métodos para la creación de modelos por regresión incluyen un análisis de varianza que permite determinar de manera objetiva si la participación de la interceptación o una variable independiente en el modelo es significativa o no y, por tanto, si ha de ser incluida o no en el modelo.<sup>83</sup>

Mediante la aplicación de los modelos de regresión polinomial, cuadrático, raíz cuadrada y fraccionario se determinó la importancia de la distancia de siembra en la estimación del rendimiento de chile (*Capsicum annuum* L.)<sup>84</sup>. BUGARIN, GARCIA y PAREDES<sup>85</sup>, generaron un modelo para estimar la acumulación diaria de materia seca y potasio en la biomasa aérea total de tomate entre la fecha de plantación y cosecha, cuya aplicación se espera que sea válida indistintamente del hábito de crecimiento del cultivo, manejo o condiciones ambientales.

---

<sup>83</sup> MYERS, R. H.. Classical and modern regression with applications. 1990p. 23Edit. Pws–Kent Publishing Company. USA. 1999. p. 3, 26-32, 37, 39, 56, 60-66, 277-367. PUC.

<sup>84</sup> VILORIA, A.; ARTEAGA, L.; RODRÍGUEZ, H. A. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta del pimentón. *Agronomía Tropical* 48(4). 1998. 413-423.

<sup>85</sup> BUGARIN, M. R.; SPINOLA, A. G.; GARCÍA, P. S.; PAREDES, D. G. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *Terra* 20. 2002.p 401-409.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se desarrollará en la Granja Los Pericos, de la Universidad de Sucre, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Sampués, a 9° 15' de latitud norte y 71° 22' 54" de longitud oeste; situada en la carretera que de Sincelejo conduce a Sampués, sobre el kilómetro 8 desde Sincelejo en el margen izquierdo de esta, a una altura de 202 m.s.n.m. es una zona perteneciente al bosque seco tropical.<sup>86</sup> y está identificada además como zonobioma tropical alternohídrico<sup>87</sup>

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS

La granja “Los Pericos” de propiedad de la Universidad de Sucre cuenta con una extensión de 11.5 hectáreas, con suelos de sabanas naturalizadas, de textura francoarenosa, poco profundos en la parte alta y en las partes más bajas se encuentran suelos francoarcillosos. Se puede clasificar como un suelo Cj por las características predominantes de ondulaciones medianas; posee una temperatura media anual de 27°C, con una máxima de 32°C y una mínima de 21°C, la precipitación promedio de la zona en la que se encuentra ubicada es de 1200 mm al año, cuenta con una humedad relativa promedio de 75% anual, la velocidad promedio de los vientos es de 10.2 Km/h<sup>88</sup>

#### 3.3. SIEMBRA

La siembra se realizó el día lunes 29 de Marzo de 2010 con semilla de Guinea Mombaza debidamente certificada por el ICA.; Se utilizaron 500 bolsas para semillero de 0.5 kg; las cuales se llenaron con suelo extraído del área de estudio enriquecido con abono orgánico; la mezcla se preparó en proporciones 1:1 (1 de abono x 1 de tierra negra)

---

<sup>86</sup> HOLDRIDGE, L. R. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. Science Vol 105 No. 2727. 1967. p367-368.

<sup>87</sup> ESCAÑO, Lilia Patricia; LÓPEZ, Luis Eduardo. Determinación del rendimiento de *Eisenia foetida* en compostaje de bovinaza en cinco densidades de siembra en La Granja el Perico, Sampués, Sucre. Trabajo de grado Zootecnista. Sampués- Sucre Universidad de sucre. Facultad de ciencias agropecuarias. Departamento de Zootecnia. 2010.66.p

<sup>88</sup> *Ibid*, p.28

Foto 1. Siembra de Guinea mombaza



Fuente: Salgado y Villamizar (2010)

### 3.4. TRANSPLANTE

El trasplante se realizó en suelo al mes siguiente de la siembra el día 29 de marzo de 2010, en huecos de 25 cm X 25cm X 40cm, los cuales se rellenaron con la mezcla contenida en las bolsas y parte del terreno excavado.

Foto 2. Trasplante de Guinea



Fuente: Salgado y Villamizar (2010)

Foto 3. Trasplante de Guinea



Fuente: Salgado y Villamizar (2010)

### **3.5. RIEGO**

Al inicio del experimento el riego se realizo en periodos considerados, para en todos los casos mantener el suelo en capacidad de campo, considerando en 3 por semana; aproximadamente a la mitad del experimento no fue necesario tal riego dadas las condiciones de lluvias de la región, se cuidó para mantener la condición de humedad señalada, basados en el principio compartido “que no hay que regar a los cultivos sino al suelo” dado que todas las plantas se desarrollan óptimamente en esa condición de Capacidad de Campo.

Foto 4. Sistema de riego de la granja Los Pericos



Fuente: Salgado y Villamizar (2010)

### **3.6. FRECUENCIAS Y ALTURA DE CORTE**

Las frecuencias de corte estudiadas fueron: 25 días, 35 días y 45 días en una única altura de corte de 30 cm.

### **3.7. VARIABLES MEDIDAS**

Las variables medidas fueron:

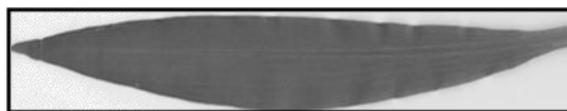
### 3.7.1. Área Foliar (AF) en Cm<sup>2</sup>:

Esta se realizó por dos métodos utilizando el software DDA (Determinador Digital de Áreas), a partir de imágenes digitales. Y por medio de la determinación de la constante K

**3.7.1.1. Determinación de la constante K:** Existen diversos procedimientos para la determinación del área foliar, los cuales van desde modernos y automáticos equipos hasta laboriosos y tediosos métodos de laboratorio. Por ser los primeros bastante costosos y requerir los segundos la dedicación de largos períodos de tiempo, muchos investigadores han tratado de desarrollar procedimientos de fácil ejecución para la determinación del área foliar de diferentes especies. De esos intentos han resultado algunas relaciones sencillas como el caso de MONTGOMERY,<sup>89</sup> como ya se ha anotado, que encontró la relación largo de la hoja x máximo ancho de la hoja x 0,75 como un método preciso para determinar área foliar en maíz, y la cual ha sido ampliamente utilizada en este cultivo. Posteriormente STICKLER, F. C. *et al*<sup>90</sup> encontraron que la relación largo x máximo ancho x 0,747 es bastante preciso en la determinación del área foliar del sorgo granero independientemente de la variedad o híbrido estudiado; por tener el pasto guinea una hoja de estructura similar a la del sorgo y maíz hemos empleado este procedimiento para determinar el área foliar en guinea mombaza. Igualmente, en la literatura se encuentran otras relaciones que pueden ser utilizadas en la estimación del área foliar de diversas especies.

Se utilizaron 3 hojas (1 grande, 1 mediana y 1 pequeña), estas hojas provenían de diferentes posiciones de diez plantas tomadas al azar, las cuales fueron trazadas en una hoja de papel periódico y luego encerradas en un rectángulo; de la siguiente manera:

Foto 5. Hoja para determinación de K



Fuente. Salgado y Villamizar (2011)

---

<sup>89</sup> *Ibid*, p. 37

<sup>90</sup> *Ibid*, p. 37

Posteriormente se midió el largo y el ancho máximo de cada hoja utilizando una regla, por último se tomó el peso del rectángulo completo y luego de la hoja recortada por el borde estos resultados se anotaron en una tabla como la siguiente

Cuadro 1. Formato para Determinación de K en Mombaza

Hoja No	Largo	Ancho	W rectángulo (Wr)	W. hoja recortada (WHr)	(Wr- WHr)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Fuente. Salgado y Villamizar (2011)

Estos datos fueron procesados en una hoja de cálculo (Excel) para determinar la constante K.

**3.7.2. Área Foliar Específica (AFE):** Este es un índice del espesor y densidad de la hoja, o bien es la medida de la foliosidad de la planta con base en el peso seco.<sup>91</sup>

Esta es igual a la razón entre el área foliar (AF) y el peso de la hoja (PH):

$$AFE= AF/PH$$

<sup>91</sup> Hunt R. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. London England: Unwin Hyman; 1990.p. 6

### 3.8. VARIABLES DE DINÁMICA Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA

**3.8.1. Biomasa o peso de materia seca del cultivo (PMS):** Las muestras cortadas a 30cm en cada unidad experimental fueron pesadas y picadas; retirando 1kg de las mismas; de donde se pesaron 100g para ser llevados a una estufa de ventilación forzada a 60°C por 72horas para determinar la producción de materia seca por hectárea..

La producción de materia seca (MS) en la planta es el resultado neto del balance entre los procesos metabólicos básicos. La masa seca es producida en el proceso fotosintético y los productos se distribuyen y acumulan en los diferentes órganos de la planta (DUARTE et al, 2005).<sup>92</sup>

Con estos datos y los de AF, se pueden calcular los índices fisiológicos, dentro de los cuales, los más importantes son:

**3.8.2. Índice de área foliar (IAF):** Este índice se determino dividiendo el área foliar (af)/área de suelo(as)

$$IAF = \frac{af}{as}$$

El incremento de este en las primeras etapas del crecimiento está asociado con la fase de macollamiento, y su disminución al final del ciclo del cultivo, se debe a la senescencia y muerte de las hojas dada en forma secuencial desde la base de la planta hasta la zona apical

**3.8.3. Altura de planta (AP):** Esta se tomó desde la base de la planta hasta la curvatura de la hoja superior, y se midió en cm. Esta medida se realizó semanalmente.

---

<sup>92</sup> DUARTE, M.J., E. ALEXANDRINO Y J.A. COMIDE. Duração do período de descanso e crescimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. Rev. Bras. Zootec. 34(2). 2005. p 398-405.

Foto 6. Medición Altura de planta



Fuente. Salgado y Villamizar (2011)

**3.8.4. Número de hojas por plantas (NHP):** Semanalmente a las plantas seleccionadas al azar, se les contó el número de hojas por cada una. Determinando además el largo y ancho de las mismas.

### 3.9. FACTORES ESTUDIADOS

F1: Luminosidad: sol y sombra natural.

F2: Frecuencias de corte: 25días, 35días, 45días

Lo anterior se hizo en periodos de corte de 4 meses; en los cuales cada corte se le sumó a los demás, y las mediciones de las variables se hicieron semanalmente.

La siembra en sol se hizo en campo abierto en el sistema de riego de La Universidad de Sucre, Granja Los Pericos; y la siembra en sombra se hizo en el dosel de los campanos (*Pithecelobium saman*) existentes en la misma área bajo riego.

Foto 7. Sombra influenciada por el árbol de campano



Fuente: Salgado y Villamizar (2010)

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se hizo a lo cosechado en cada corte a nueve (9) plantas de la parte central por tratamiento, por repetición y fue conducido bajo un experimento en Parcelas Divididas con tres (3) repeticiones, en donde las parcelas principales fueron la Luminosidad (sol y sombra natural) y las subparcelas fueron las frecuencias de corte (25días, 35días y 45días). El experimento se llevó en un Diseño de Bloques Completos al Azar. Para ello se utilizó la hoja de calculo EXCEL, y los resultados se sometieron a análisis de varianza para determinar la significancia, y las comparaciones de las medias, en los caso en donde se encontró diferencias significativas, se realizó la Prueba de Rango Múltiple de TUKEY.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### Variable 1. Altura de la Planta

Los resultados obtenidos sobre la variable altura de planta del pasto Guinea mombaza (*Panicum maximum*) en las frecuencias 25días, 35días, 45días (subparcelas) bajo las condiciones de sol y sombra (parcela principal), se encuentran ordenados en las tablas 1, 2 y 3; correspondiendo a los primero, segundo y tercer corte respectivamente

**Tabla 1. Resultados Ordenados Altura de la Planta (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25d	T <sub>2</sub> 35d	T <sub>3</sub> 45d		T <sub>1</sub> 25d	T <sub>2</sub> 35d	T <sub>3</sub> 45d		
r <sub>1</sub>	120,00	130,50	110,90	361,40	76,00	86,00	120,80	282,80	644,20
r <sub>2</sub>	120,50	110,00	120,50	351,00	61,50	95,50	125,50	282,50	633,50
r <sub>3</sub>	119,50	110,00	96,50	326,00	60,50	72,00	128,00	260,50	586,50
Comb LxF	360,00	350,50	327,90	1038,40	198,00	253,50	374,30	825,80	1864,20
Luz (A)	1038,40				825,80				1864,20
L $\bar{x}$	115,38				91,76				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 558,00				F <sub>35</sub> = 604,00			F <sub>45</sub> = 702,20	
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 93,00				F <sub>35</sub> = 100,67			F <sub>45</sub> = 117,03	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 2. Resultados Ordenados Altura De Planta (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela sol (A)	Sombra			Parcela sombra (B)	$\Sigma$ bloques
	T <sub>1</sub> 25d	T <sub>2</sub> 35d	T <sub>3</sub> 45d		T <sub>1</sub> 25d	T <sub>2</sub> 35d	T <sub>3</sub> 45d		
r <sub>1</sub>	141,05	134,65	124,50	400,20	79,50	93,85	123,80	297,15	697,35
r <sub>2</sub>	138,20	120,10	125,70	384,00	69,05	98,20	132,80	300,05	684,05
r <sub>3</sub>	124,45	115,50	106,95	346,90	63,65	74,30	133,85	271,80	618,70
Comb.LxF	403,70	370,25	357,15	1131,10	212,20	266,35	390,45	869,00	2000,10
LUZ (A)	1131,10				869,00				2000,10
L $\bar{x}$	125,68				96,56				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 615,90				F <sub>35</sub> = 636,60			F <sub>45</sub> = 747,60	
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 102,65				F <sub>35</sub> = 106,10			F <sub>45</sub> = 124,60	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 3. Resultados Ordenados Altura de Planta (Tercer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25d	T <sub>2</sub> 35d	T <sub>3</sub> 45d		T <sub>1</sub> 25d	T <sub>2</sub> 35d	T <sub>3</sub> 45d		
r <sub>1</sub>	116,0	128,0	160,0	404,0	87,6	94,4	125,9	307,9	711,9
r <sub>2</sub>	127,0	107,0	155,9	389,8	76,7	92,1	134,9	303,7	693,5
r <sub>3</sub>	106,8	149,5	42,6	398,9	60,1	75,9	136,0	271,9	670,8
Comb. LxF	349,7	384,5	458,5	1.192,7	224,4	262,4	396,8	883,5	2.076,2
LUZ (A)	1.192,7				883,5				2.076,2
Lx	132,5				98,2				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 574,1				F <sub>35</sub> = 646,9			F <sub>45</sub> = 855,2	
Fx	F <sub>25</sub> = 95,7				F <sub>35</sub> = 107,8			F <sub>45</sub> = 142,5	

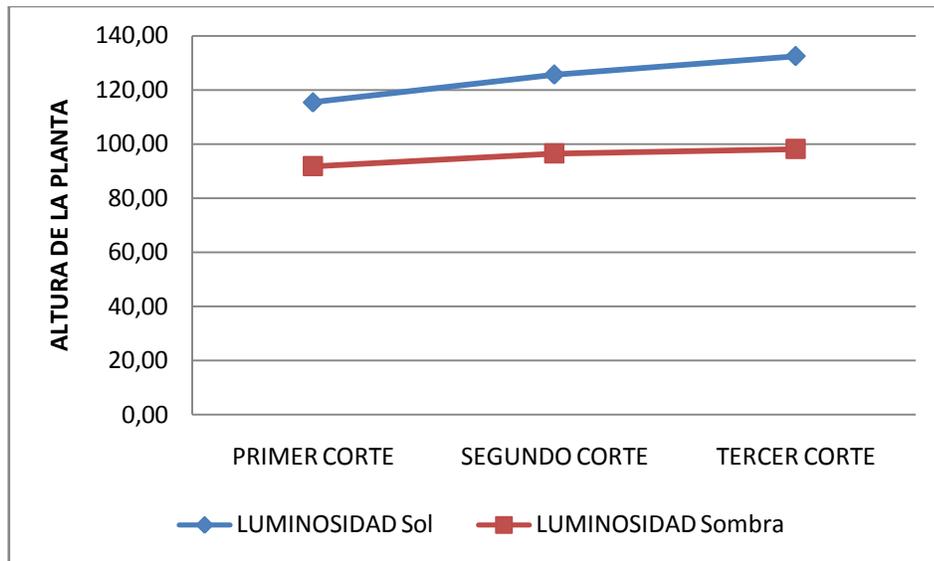
Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Al realizar los cálculos basados en los datos ordenados de cada uno de los cortes, registrados en las tablas señaladas, haber realizado los análisis de varianza correspondientes y con base en los resultados obtenidos realizada la PRUEBA DE DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS HONESTA DE TUKEY, se encontró, diferencias altamente significativas entre los niveles de luminosidad (sol- sombra natural ) y diferencias significativas entre los niveles de las frecuencias 45 días: 25 días y entre las frecuencias 45 días: 35 días; lo mismo que en las interacciones, lo que señaló, que la variable altura de planta fue favorecida por la mayor luminosidad (sol pleno); lo cual indica que a mayor frecuencia de corte igualmente se beneficia la variable en consideración en el cv. Mombaza; debido a la mayor cantidad de reserva disponible (carbohidratos estructurales) y que las interacciones entre la luminosidad y la frecuencia de corte también la favorecieron; es decir que a mayor luminosidad (sol) y a mayor frecuencia de corte, mayor altura de planta. Para el caso del segundo y tercer corte se encontraron similares resultados, lo que nos permite asegurar que la mayor luminosidad y la mayor frecuencia de corte, favorece significativamente la variable altura de corte; esto coincide con lo descrito por Zelaya y Sotelo<sup>93</sup> quien al relacionar las variables sol y sombra notó una clara diferencia en las alturas de las plantas ubicadas en sol; esto según lo planteado por Ludlow et al<sup>94</sup>; se debe a que la altura es una variable altamente influenciada por la luz así mismo las plantas tienden a presentar un menor crecimiento en sombra que en alta luminosidad

<sup>93</sup> ZELAYA, U.J. y SOTELO, F.C. manejo de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo del café (*Coffea arabica* L) en dos años consecutivos (1988-1999). Tesis ing. Agrónomo. UNA- Nicaragua. 2000. p.20

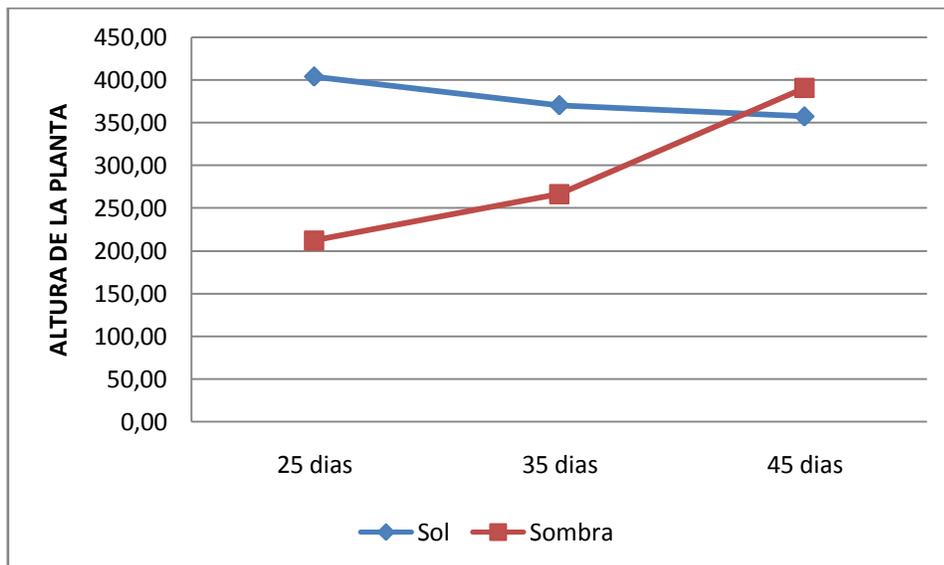
<sup>94</sup> LUDLOW, M.M; WILSON, G.L. Studies on the productivity of tropical pastures plants; 2: growth analysis, photosynthesis and respiration of 20 species of grasses and legumes in a controlled environment. Aust. j. agric. Res. 21. 1970. 183-194

**Gráfica 1. Incidencia de la luz sobre la altura de la planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 2. Incidencia de la frecuencia de corte sobre la altura de la planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

## Variable 2. Altura de rebrote

Para esta Variable, basados también en los resultados ordenados contemplados en las tablas 4 (Primer corte), 5 (Segundo corte) y 6 (Tercer corte), las que se presentan a continuación.

**Tabla 4. Resultados Ordenados Altura De Rebrote (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	59,0	97,0	130,9	286,9	50,0	56,0	36,9	142,9	429,8
r <sub>2</sub>	51,5	76,5	126,0	254,0	31,5	97,3	100,6	229,4	483,4
r <sub>3</sub>	68,5	89,0	116,2	273,7	54,0	47,0	75,6	176,6	450,4
Comb.LxF	179,0	262,5	373,1	814,6	135,5	200,3	213,1	549,0	1363,6
Luz (A)	814,6				549,0				1363,6
L $\bar{x}$	90,5				61,0				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 314,50				F <sub>35</sub> = 462,85				F <sub>45</sub> = 586,30
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 52,4				F <sub>35</sub> = 77,1				F <sub>45</sub> = 97,7

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 5. Resultados Ordenados Altura De Rebrote (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	111,0	104,6	94,5	310,2	49,5	63,8	93,8	207,1	517,3
r <sub>2</sub>	108,2	90,1	95,7	294,0	39,0	68,2	102,8	210,0	504,0
r <sub>3</sub>	94,45	85,5	76,9	256,9	33,6	44,3	103,8	181,8	438,7
Comb.LxF	313,70	280,2	267,1	861,1	122,2	176,3	300,4	599,0	1460,1
Luz (A)	861,1				599,0				1460,1
L $\bar{x}$	95,7				66,6				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 435,9				F <sub>35</sub> = 456,6				F <sub>45</sub> = 567,6
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 72,6				F <sub>35</sub> = 76,1				F <sub>45</sub> = 94,6

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 6. Resultados Ordenados Altura De Rebrote (Tercer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	t <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	86,0	98,0	130,0	314,0	57,6	64,4	95,9	217,9	531,9
r <sub>2</sub>	96,9	77,0	125,8	299,8	46,7	62,1	104,9	213,7	513,5
r <sub>3</sub>	76,7	119,5	112,6	308,8	30,1	45,8	105,9	181,9	490,7
Comb. LxF	259,7	294,5	368,4	922,6	134,4	172,35	306,7	613,5	1536,1
Luz (A)	922,6				613,5				1536,1
L $\bar{x}$	102.5				68.1				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 394,10				F <sub>35</sub> = 466,85				F <sub>45</sub> = 675,20
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 65,68				F <sub>35</sub> = 77,81				F <sub>45</sub> = 112,53

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Para el primer corte después de los cálculos, al efectuar la prueba de TUKEY, se encontró diferencia significativa entre las frecuencias 45días y 25días, no así entre los otros niveles de la frecuencia, lo que señala que a mayor frecuencia de corte (45 días) se favorece la altura de rebrote, es importante anotar que se observó cierta variabilidad entre los niveles de luminosidad a favor de la luz plena. Para el caso del segundo corte (tabla 5) al realizar la prueba de TUKEY, se encontró diferencia significativa entre los niveles del Factor 1 (Luminosidad: sol-sombra natural) igual significancia estadística se dió entre los niveles de la frecuencia 45días y 25días, Para el tercer corte los resultados obtenidos fueron similares lo que nos permite aseverar que la mayor luminosidad y la mayor frecuencia de corte de las estudiadas favorecen la altura de rebrote en el cv. Guinea mombaza bajo las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se realizó el estudio lo cual coincide con Del Pozo<sup>95</sup> quien afirma que en la utilización de los pastos y forrajes, la altura y el momento de la cosecha (corte) constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. Los que están directamente relacionados con la acumulación y distribución de los asimilados en sus diferentes órganos, balance de reserva y velocidad de rebrote. Esto también es coincidente con lo descrito por Peralta<sup>96</sup> quien explicó que estas plantas presentaban un alto vigor de rebrote, para alcanzar una rápida cobertura del terreno en condiciones de alta luminosidad; y con lo planteado por Larcher<sup>97</sup> quien afirma que el proceso de rebrote es fotoinducido; es decir, que necesita de la presencia de luz para poder realizarse.

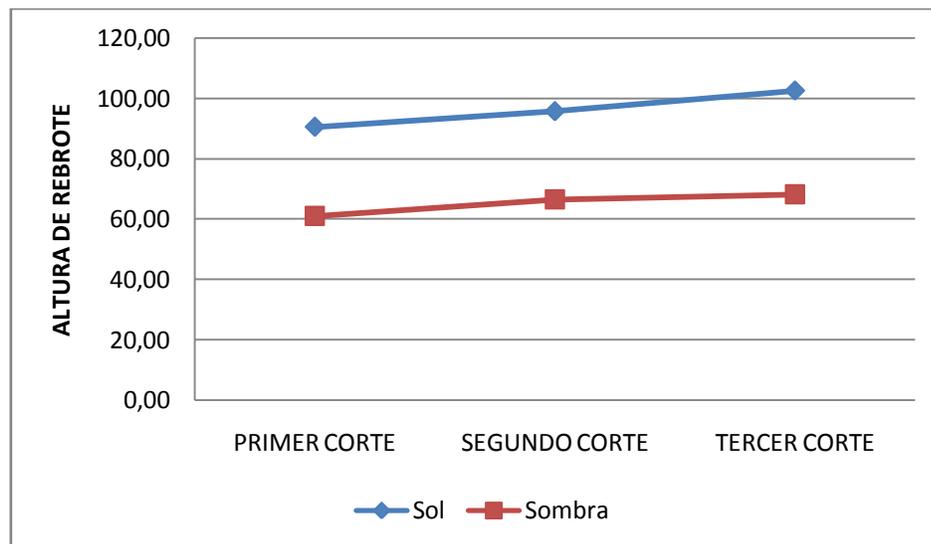
<sup>95</sup> CASAL Op cit, p. 33

<sup>96</sup> Peralta, N., J. A. Evaluaciones de nueve gramíneas forrajeras en condiciones de un clima Aw0. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara México. 2005.

<sup>97</sup> Larcher, W. Physiological plants ecology. Heidelberg springer- Velarg. 1975. p.303

En estudios realizados por Brougham<sup>98</sup> fue determinada la naturaleza de la curva de rebrote en *Trifolium repens* en pastos con defoliaciones sucesivas. La curva presentó tres fases distintas; en la primera fase, las tasas de acumulo liquido de forraje aumentan exponencialmente con el tiempo; esta fase es altamente influenciada por las reservas orgánicas de la planta, disponibilidad de factores de crecimiento y área residual de hojas. La segunda fase presenta tasas de acumulación constantes, en esta fase o proceso de competencia inter e intraespecífica adquiere un carácter más relevante, principalmente cuando el dosel se aproxima a la intercepción completa de la luz incidente. En la tercera fase se inicia una reducción de las tasas de acumulación de líquido causada por el aumento en la senescencia de las hojas provocada por el sombreado

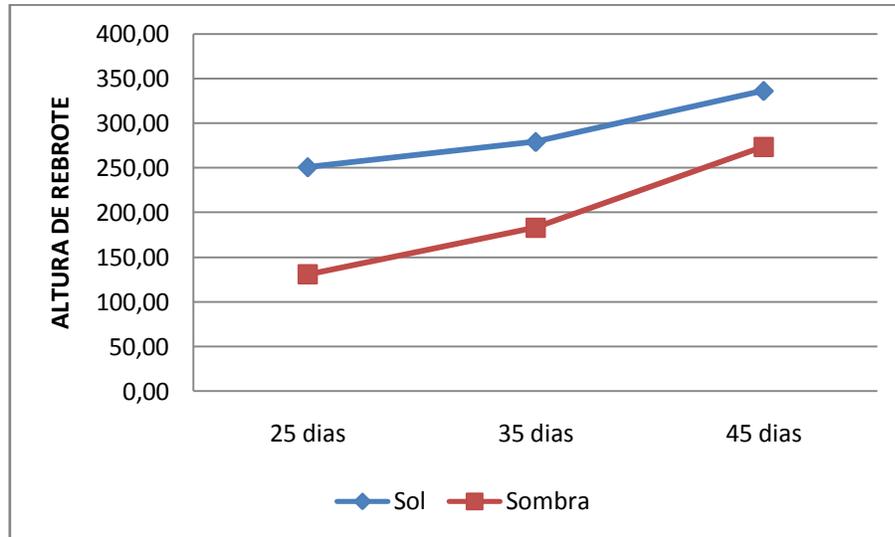
**Gráfica 3. Incidencia de la luz sobre la altura de rebrote**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

<sup>98</sup> BROUGHAM, R.W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management proceeding New Zealand Society animal production. 17. 1957. P.46-55

**Gráfica 4. Incidencia de la frecuencia de corte sobre la altura de rebrote**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

### Variable 3. Largo de la hoja.

Para el caso de esta variable, se presentan los datos ordenados del primer corte (Tabla 7), del segundo corte (Tabla 8) y del tercer corte (Tabla 9).

**Tabla 7. Resultados Ordenados Largo De La Hoja (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	83,2	67,1	79,8	230,2	66,5	75,5	74,3	216,3	446,5
r <sub>2</sub>	77,2	43,2	82,6	203,1	45,0	81,5	109,5	236,0	439,1
r <sub>3</sub>	60,7	66,5	55,8	183,0	85,0	51,0	72,0	208,0	391,0
Comb LxF	221,2	176,8	218,3	616,4	196,5	208,0	255,8	660,3	1276,7
Luz (A)	616,4				660,3				1276,7
L $\bar{x}$	68,4				73,3				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 417,7			F <sub>35</sub> = 384,8			F <sub>45</sub> = 474,1		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 69,6			F <sub>35</sub> = 64,1			F <sub>45</sub> = 79,0		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 8. Resultados Ordenados Largo De La Hoja (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	94,5	74,3	66,5	235,4	64,7	40,4	75,0	180,1	415,5
r <sub>2</sub>	100,8	70,4	74,9	246,2	59,6	69,0	89,3	217,9	464,2
r <sub>3</sub>	67,4	80,7	58,6	206,8	61,6	52,4	71,8	185,9	392,7
Comb. LxF	262,8	225,5	200,1	688,4	186,0	161,8	236,2	584,0	1272,4
Luz (A)	688,4				584,0				1272,4
L $\bar{x}$	76,5				64,9				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 448,8			F <sub>35</sub> = 387,3			F <sub>45</sub> = 436,3		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 74,8			F <sub>35</sub> = 64,5			F <sub>45</sub> = 72,7		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 9. Resultados Ordenados Largo De La Hoja (Tercer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	66,7	69,1	78,2	214,1	58,0	33,4	77,1	168,5	382,6
r <sub>2</sub>	59,0	75,2	82,0	216,2	25,9	74,1	91,4	191,4	407,7
r <sub>3</sub>	66,6	78,4	56,3	201,4	33,1	31,4	73,9	138,5	339,9
Comb.LxF	192,4	222,7	216,6	631,7	117,0	139,0	242,5	498,5	1130,2
Luz (A)	631,7				498,5				1130,2
L $\bar{x}$	70.1				55.4				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 309,4			F <sub>35</sub> = 361,7			F <sub>45</sub> = 459,1		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 51,5			F <sub>35</sub> = 60,2			F <sub>45</sub> = 76,5		

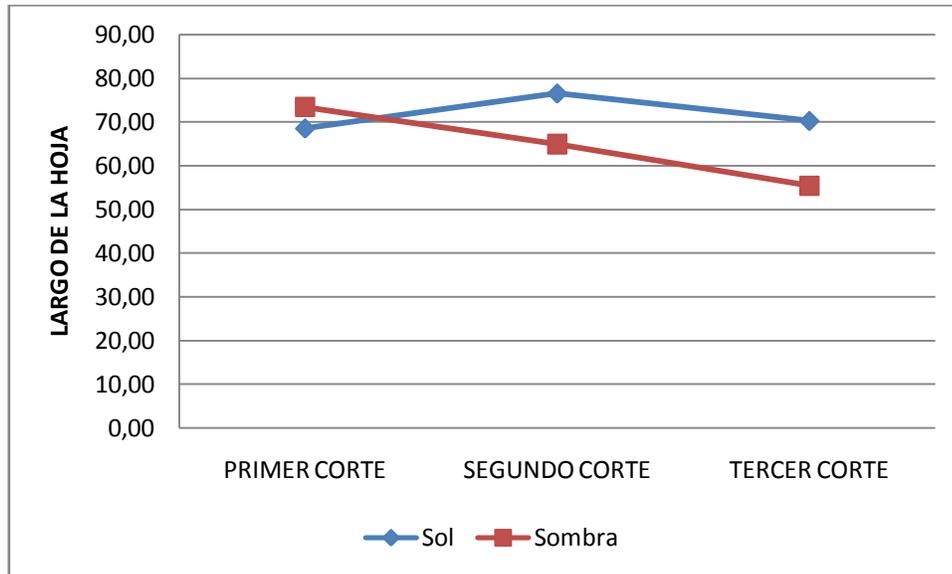
Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Con base en los resultados obtenidos al hacer los cálculos teniendo en consideración los datos ordenados en las tablas anteriores (7, 8 y 9) al efectuar la prueba de TUKEY, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los niveles del factor luminosidad, ni entre los del factor frecuencia de corte, como tampoco entre las interacciones de los niveles de los dos factores estudiados, lo que nos permite afirmar que ni la luminosidad ni las frecuencias de corte estudiadas influenciaron de manera significativa la variable largo de la hoja en el cultivar mombaza. A pesar de notarse ciertas diferencias, lo cual concuerda con LEMAIRE y AGNUSDEI<sup>99</sup> la aparición y expansión de hojas, tallos y raíces están bajo el control de actividades coordinadas de los meristemos de las plantas. La actividad de un meristemo dado puede ser analizada como su tasa potencial de división y expansión celular, resultado de parámetros ambientales como temperatura y calidad de luz percibida por la planta.<sup>100</sup>

<sup>99</sup> LEMAIRE. G. Y AGNUSDEI, M.G. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. Simposio Internacional "Grassland Ecophysiology and Ecology. Curitiba. De Moraes, A; Nabinger, C; De Faccio Carvalho, P.C; Alves, S.J.; Campos, S.B. (eds.). 1999. pp. 165-185.

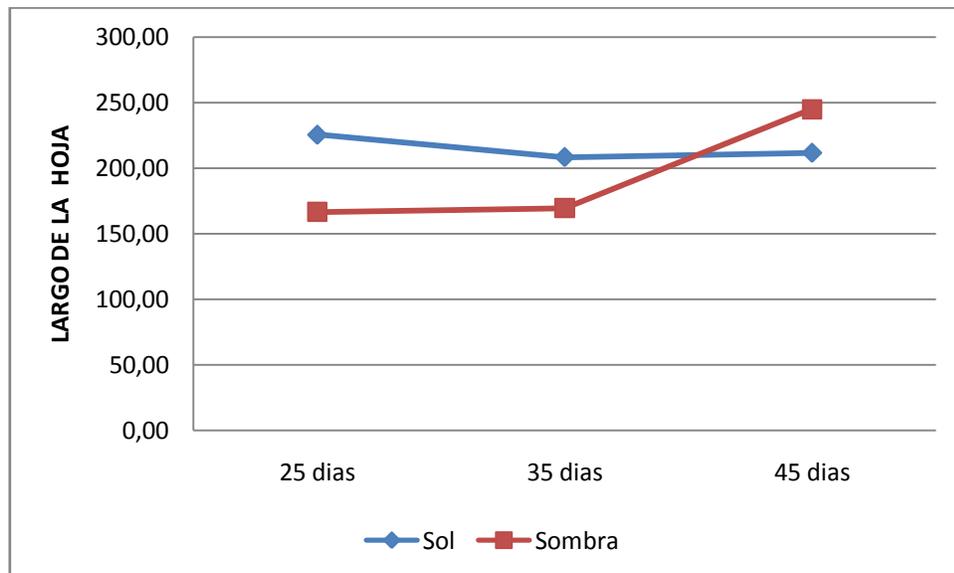
<sup>100</sup> The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover: *In* International Symposium on Animal Production under grazing. Viçosa, M.G., Gomide, J.A. Brasil. Universidad Federal de Viçosa. 1997. p. 117-144.

**Gráfica 5. Incidencia de la luz sobre el largo de la hoja**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 6. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el largo de la hoja**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

#### Variable 4. Ancho de la hoja.

Para el caso de esta variable se presentan los datos ordenados del primer corte (Tabla 10), del segundo corte (Tabla 11) y del tercer corte (Tabla 12).

**Tabla 10. Resultados Ordenados Ancho De La Hoja (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	2,5	1,9	2,3	6,7	2,6	3,1	2,4	8,2	14,9
r <sub>2</sub>	2,4	2,0	2,2	6,6	2,1	2,8	3,6	8,6	15,2
r <sub>3</sub>	2,1	2,2	2,3	6,6	3,4	2,5	2,4	8,3	15,0
Comb. LxF	7,0	6,1	6,8	20,0	8,1	8,5	8,5	25,1	45,1
Luz (A)	20,0				25,1				45,1
L $\bar{x}$	2,2				2,7				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 15,1				F <sub>35</sub> = 14,6				F <sub>45</sub> = 15,4
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 2,5				F <sub>35</sub> = 2,4				F <sub>45</sub> = 2,5

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 11. Resultados Ordenados Ancho De La Hoja (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	2,10	0,90	2,70	5,70	2,85	2,70	2,45	8,00	13,70
r <sub>2</sub>	1,60	2,15	2,20	5,95	2,40	2,55	2,55	7,50	13,45
r <sub>3</sub>	2,65	0,95	2,40	6,00	2,10	2,50	2,70	7,30	13,30
Comb. LxF	6,35	4,00	7,30	17,65	7,35	7,75	7,70	22,80	40,45
Luz (A)	17,65				22,80				40,45
L $\bar{x}$	1,96				2,53				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 13,70				F <sub>35</sub> = 11,75				F <sub>45</sub> = 15,00
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 2,28				F <sub>35</sub> = 1,96				F <sub>45</sub> = 2,50

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 12. Resultados Ordenados Ancho De La Hoja (Tercer Corte)**

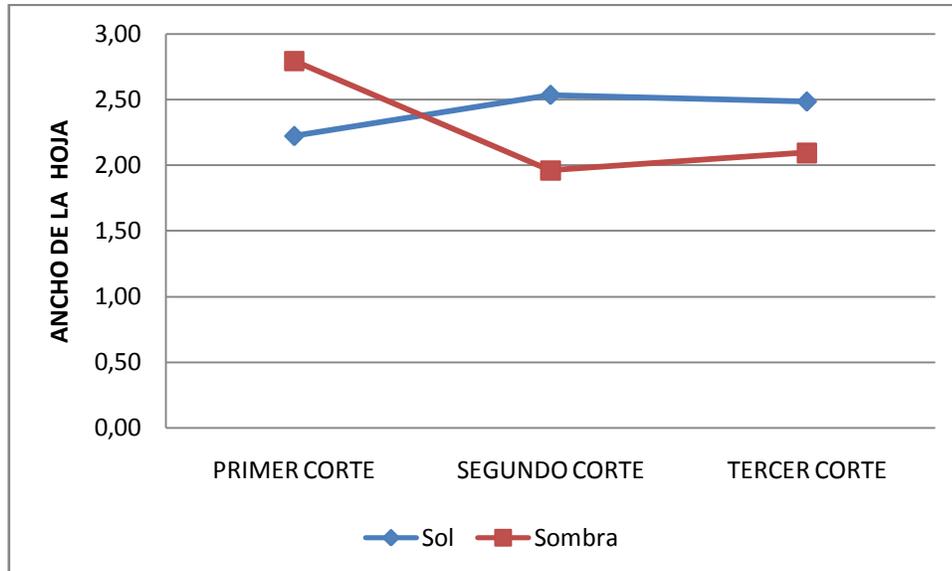
BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	2,30	1,00	2,70	6,00	2,65	1,90	2,60	7,15	13,15
r <sub>2</sub>	1,80	2,25	2,20	6,25	2,30	2,05	3,00	7,35	13,60
r <sub>3</sub>	2,85	1,15	2,60	6,60	2,95	2,20	2,70	7,85	14,45
Comb LxF	6,95	4,40	7,50	18,85	7,90	6,15	8,30	22,35	41,20
LUZ (A)	18,85				22,35				41,20
L $\bar{x}$	2,09				2,48				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 14,85				F <sub>35</sub> = 10,55			F <sub>45</sub> = 15,80	
FX	F <sub>25</sub> = 2,48				F <sub>35</sub> = 1,76			F <sub>45</sub> = 2,63	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Basados en los datos registrados en la tabla 10 (primer corte) al realizar el análisis de varianza y la prueba de Fisher se encontró diferencia altamente significativa entre los niveles sombra natural bajo el dosel de campano y sol. Similares resultados se encontraron en el segundo y tercer corte, lo que coincide con Wong y Wilson<sup>101</sup>, quienes observaron que el ancho de la hoja de *Panicum máximum* aumentó de 1.6cm a 2.0cm cuando el nivel de luz fue reducido de un 100% a un 40%. Es importante anotar que no hubo diferencias significativas entre los niveles del Factor Frecuencia de corte, ni entre las interacciones entre los niveles de los dos Factores estudiados, en ninguno de los tres cortes.

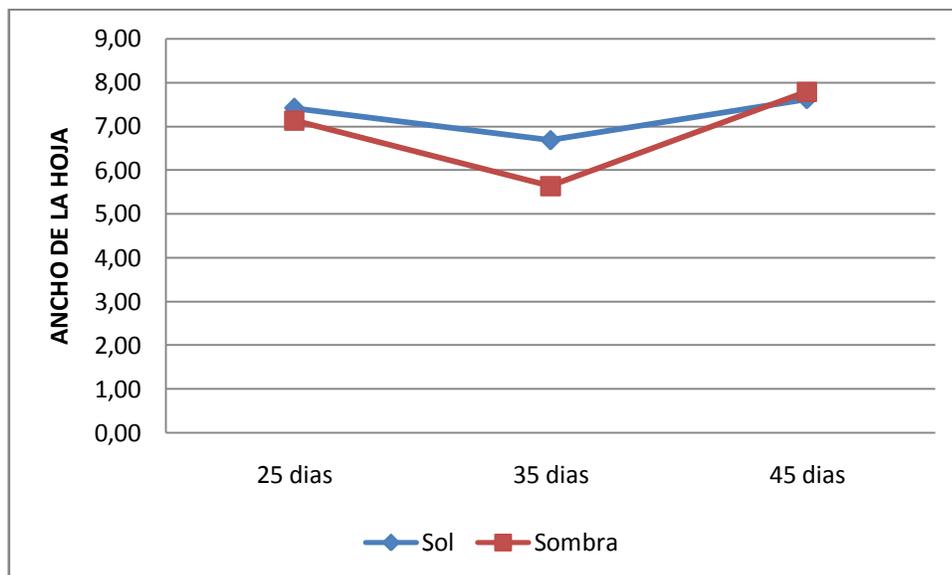
<sup>101</sup> Wong CC, Wilson JR. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Australian Journal of Agricultural Research, East Melbourne, 31. 1980. p269-285

**Gráfica 7. Incidencia de la luz sobre el ancho de la hoja**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 8. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el ancho de la hoja**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

### Variable 5. Número de hojas por planta.

Los datos ordenados de los tres cortes se presentan en las Tablas 13, 14 y 15, respectivamente.

**Tabla 13 Resultados Ordenados Número De Hojas Por Planta (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	4,5	4,0	8,5	17,0	4,0	4,0	3,5	11,5	28,5
r <sub>2</sub>	5,0	5,5	8,5	19,0	4,5	3,5	13,5	21,5	40,5
r <sub>3</sub>	4,5	5,0	4,5	14,0	5,5	4,0	5,0	14,5	28,5
Comb. LxF	14,0	14,5	21,5	50,0	14,0	11,5	22,0	47,5	97,5
Luz (A)	50,0				47,5				97,5
L $\bar{x}$	5,5				5,2				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 28,0				F <sub>35</sub> = 26,0			F <sub>45</sub> = 43,5	
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 4,7				F <sub>35</sub> = 4,3			F <sub>45</sub> = 7,2	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 14. Resultados Ordenados Número De Hojas Por Planta (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	4,0	4,0	4,0	12,0	4,5	2,0	5,5	12,0	24,0
r <sub>2</sub>	5,5	5,0	4,0	14,5	3,5	2,5	4,5	10,5	25,0
r <sub>3</sub>	2,0	4,0	4,0	10,0	4,5	3,5	5,5	13,5	23,5
Comb LxF	11,5	13,0	12,0	36,5	12,5	8,0	15,5	36,0	72,5
Luz (A)	36,5				36,0				72,5
L $\bar{x}$	4.1				4.0				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 24,0				F <sub>35</sub> =21,0			F <sub>45</sub> = 27,5	
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 4,0				F <sub>35</sub> = 3,5			F <sub>45</sub> = 4,5	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 15. Resultados Ordenados Número De Hojas Por Planta (Tercer Corte)**

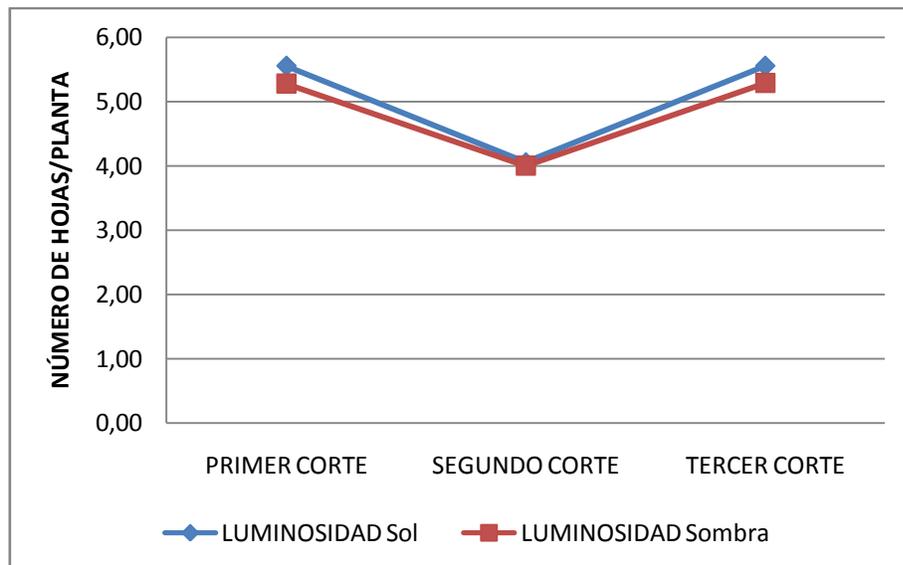
BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	4,50	4,50	6,00	15,00	5,00	5,50	6,50	17,00	32,00
r <sub>2</sub>	5,00	5,50	6,50	17,00	4,00	4,50	5,30	13,80	30,80
r <sub>3</sub>	6,50	6,00	5,50	18,00	4,80	5,50	6,50	16,80	34,80
Comb. LxF	16,00	16,00	18,00	50,00	13,80	15,50	18,30	47,60	97,60
LUZ (A)	50,00				47,60				97,60
L $\bar{x}$	5.56				5.29				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 29,80				F <sub>35</sub> = 31,50				F <sub>45</sub> = 36,30
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 4,97				F <sub>35</sub> = 5,25				F <sub>45</sub> = 6,05

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Al hacer los respectivos cálculos en cada uno de los casos (primero, segundo y tercer corte), y realizar la prueba de TUKEY basados en el análisis de varianza y en la prueba de F no se encontró diferencia estadísticamente significativas entre los niveles de los factores estudiados (sol-sombra); no entre las interacciones de los mismos, lo que permite asegurar que el número de hojas/planta no es influenciado (estadísticamente), por los diferentes niveles estudiados de los Factores Luminosidad y Frecuencia de corte, aun cuando se notó cierta influencia de la mayor frecuencia (45días) y por el nivel luz plena del Factor Luminosidad, lo que no coincide con Ludlow *et al*<sup>102</sup> en plantas de *Panicum máximum* desarrolladas bajo condiciones de sombreado donde se incrementaban, según ellos, la proporción de hojas a medida que se aumentaba la cantidad de sombra, lo que parece incierto si se tiene en cuenta que a mayor luz, para el caso de plantas C<sub>4</sub>, como lo es *Panicum maximum* cv. Mombaza, mayor fotosíntesis, por lo tanto mayor producción de Fotosintetatos, y con ellos, mayor producción de fitomasa verde o sea mayor producción de hojas por planta, variable ésta que está en consideración en el presente caso.

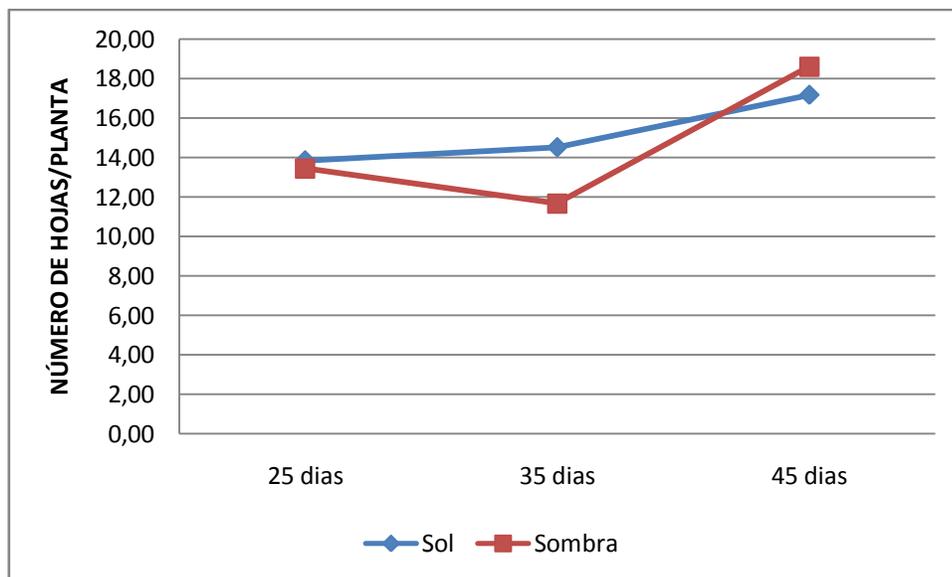
<sup>102</sup> Ludlow MM, Wilson GL. Photosynthesis of tropical pasture plants. I. Illuminance, carbon dioxide concentration, leaf temperature and leaf air vapour pressure difference. Australian Journal of Biological Sciences, Melbourne, 24. 1971. p449-470.

**Gráfica 9. Incidencia de la luz sobre el número de hojas/planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 10. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el número de hojas/planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

### Variable 6. Número de macollas por planta.

Igual para esta variable en las Tablas 16 (primer corte), 17 (segundo corte) y 18 (tercer corte), se muestran ordenados los resultados obtenidos para cada caso en el estudio realizado.

**Tabla 16. Resultados Ordenados Número de macollas por planta (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	47,0	47,0	25,5	119,5	16,0	10,0	10,5	36,5	156,0
r <sub>2</sub>	49,5	29,0	32,5	111,0	14,5	24,5	28,5	67,5	178,5
r <sub>3</sub>	33,5	31,0	24,0	88,5	14,5	10,5	22,5	47,5	136,0
Comb LxF	130,0	107,0	82,0	319,0	45,0	45,0	61,5	151,5	470,5
Luz (A)	319,0				151,5				470,5
L $\ddot{x}$	35,4				16,8				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 175,0			F <sub>35</sub> = 152,0			F <sub>45</sub> = 143,5		
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> =29,1			F <sub>35</sub> = 25,3			F <sub>45</sub> = 23,9		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 17. Resultados ordenados número de macollas por planta (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	40,00	44,00	45,00	129,00	17,00	10,50	9,00	36,50	165,50
r <sub>2</sub>	43,00	18,00	53,00	114,00	30,00	20,00	17,50	67,50	181,50
r <sub>3</sub>	45,00	53,00	60,00	158,00	15,00	10,00	5,00	30,00	188,00
Comb. LXF	128,00	115,00	158,00	401,00	62,00	40,50	31,50	134,00	535,00
LUZ (A)	401,00				134,00				535,00
L $\ddot{x}$	44.5				14.8				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 190,00			F <sub>35</sub> = 155,50			F <sub>45</sub> = 189,50		
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 31,67			F <sub>35</sub> = 25,92			F <sub>45</sub> = 31,58		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 18. Resultados Ordenados Número De Macollas Por Planta (Tercer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	37,50	47,00	32,50	117,00	17,00	10,50	9,00	36,50	153,50
r <sub>2</sub>	52,00	29,00	38,00	119,00	30,00	20,00	17,50	67,50	186,50
r <sub>3</sub>	40,00	31,00	24,50	95,50	15,00	10,00	5,00	30,00	125,50
Comb. LxF	129,50	107,00	95,00	331,50	62,00	40,50	31,50	134,00	465,50
LUZ (A)	331,50				134,00				465,50
L $\bar{x}$	36,83				14,89				
Frec B	F <sub>25</sub> = 191,50			F <sub>35</sub> = 147,50			F <sub>45</sub> = 126,50		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 31,92			F <sub>35</sub> = 24,58			F <sub>45</sub> = 21,08		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Para esta variable (número de macollas/planta) basados en los datos ordenados en las tablas 16 (Primer corte), 17 (Segundo corte) y 18 (Tercer corte), al hacer los respectivos cálculos, los análisis de varianza correspondientes y la prueba de F se encontró diferencias significativa entre los niveles del Factor Luminosidad, pero no así entre los del Factor Frecuencia de corte, ni entre las interacciones, a nivel estadístico, por lo que se puede decir que la variable número de macollas/planta es afectada significativamente, de manera favorable por la mayor luminosidad (cv. Mombaza), igual se observó que en la mayor Frecuencia de corte se presentó influencia positiva de la Frecuencia 25 días, lo que es razonable ya que la demanda de fotoasimilados para el rápido crecimiento del tallo y el desarrollo de las semillas, puede afectar la disponibilidad de recursos para la iniciación del macollaje; esto concuerda con lo descrito por Pagliaricci *et al*<sup>103</sup>; Deregibus *et al*<sup>104</sup>; Murphy y Briske<sup>105</sup>, quienes plantean que numerosas condiciones ambientales como la luminosidad y la disponibilidad de recursos tienen gran influencia sobre el inicio del macollaje.

En términos generales, según ellos, una baja cantidad de luz y una baja relación R: RL (Rojo: Rojo Lejano) provocan tres respuestas principales en las plantas: aumento de asignación de recursos a la parte aérea (tallos: raíz alta), alargamiento de los órganos ya existentes, reducción del macollaje y

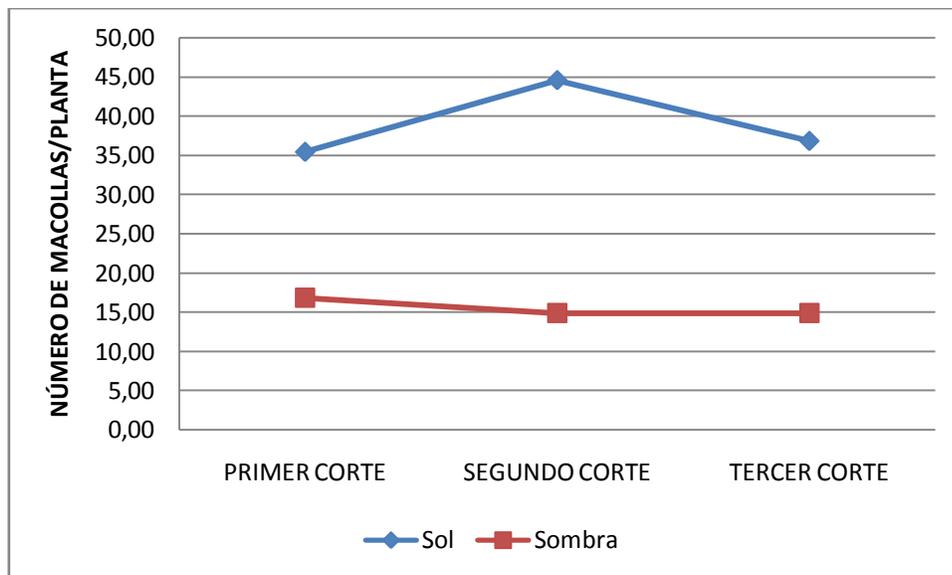
<sup>103</sup> PAGLIARICCI, H; FANTINO, R; FERNANDEZ, H; ROSSO, J; CRIADO, H Y MARTINI, O. intensidad y frecuencia de defoliación en *Agropyron scabrifolium* Doell. Rev. Arg. Prod. Anim. 6. 1986. p. 36-37.

<sup>104</sup> Deregibus, V.A. Kropfl, U. Doll, E. D'angela y Freschina A. dinámica del macollaje y reservas hidrocarbonadas en plantas forrajeras estivales nativas de la depresión del salado. Rev. Arg. Prod. Anim. 2. 1982. p. 396-397.

<sup>105</sup> MURPHY, J y Briske.d. regulation of tillering by apical dominance: chronology, interpretive, and current perspectives. J. range managem. 45. 1992. p. 419-129.

eventualmente una reducción de la aparición de hojas<sup>106</sup>. Por esta razón, cuando las pasturas acumulan excesivo material y se genera un ambiente sombreado, la estructura de la cubierta se caracteriza por una baja densidad de macollos de tamaño grande respecto de pasturas mantenidas en un ambiente bien iluminado. Si las condiciones de sombreado presentan continuidad, el escaso desarrollo radical podría conferir a la cubierta susceptibilidad a condiciones de estrés climático y al pastoreo. La variación de características estructurales de las pasturas tales como densidad y tamaño de macollos en respuesta a variaciones en el ambiente lumínico, pueden ser explicadas a partir de mecanismos de plasticidad fenotípica desarrollados por las plantas<sup>107</sup>, esto es, respuestas fisiológicas y morfológicas ante variaciones de la cantidad y calidad de luz. El manejo de la defoliación pasa así a tener un rol central como modelador de la estructura de las pasturas: cuando se incrementa la presión de pastoreo, la biomasa disminuye y la pastura tiende a tomar una estructura basada en alta densidad de pequeños macollos. Estos cambios se revierten cuando la presión de pastoreo decrece.

**Gráfica 11. Incidencia de la luz sobre el número de macolla/planta**

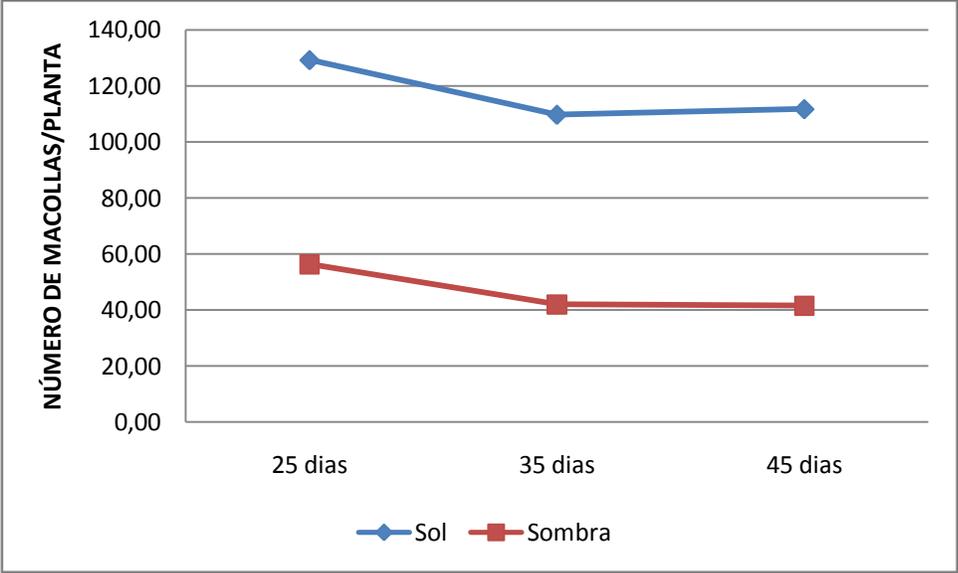


Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

<sup>106</sup> DEREGBUS. Op cit. P. 17

<sup>107</sup> BRADSHAW AD . Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics* 13. 1965. 115-155.

**Gráfica 12. Incidencia De La Frecuencia De Corte Sobre El Número De Macolla/Planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

### Variable 7. Número De Tallos Secos

Para el caso de esta variable, se presentan en las Tablas 19 (Primer Corte), Tabla 20 (Segundo Corte), la tabla 21 (Tercer Corte) los datos ordenados así:

**Tabla 19. Resultados Ordenados Número De Tallos Secos (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	12,0	16,0	8,0	36,0	8,0	4,0	5,5	17,5	53,5
r <sub>2</sub>	17,5	6,0	10,5	34,0	6,5	9,5	8,0	24,0	58,0
r <sub>3</sub>	5,5	8,0	4,5	18,0	4,5	3,5	5,0	13,0	31,0
Comb. LxF	35,0	30,0	23,0	88,0	19,0	17,0	18,5	54,5	142,5
Luz (A)	88,0				54,5				142,5
L $\bar{x}$	9,8				6,1				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 54,0			F <sub>35</sub> = 47,0			F <sub>45</sub> = 41,5		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 9,0			F <sub>35</sub> = 7,8			F <sub>45</sub> = 6,9		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 20. Resultados Ordenados Número De Tallos Secos (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	9,0	10,0	16,5	35,5	6,5	2,0	12,0	20,5	56,0
r <sub>2</sub>	11,0	7,5	15,0	33,5	4,0	12,5	7,0	23,5	57,0
r <sub>3</sub>	11,0	6,0	9,0	26,0	4,5	2,0	16,0	22,5	48,5
Comb. LxF	31,0	23,5	40,5	95,0	15,0	16,5	35,0	66,5	161,5
Luz (A)	95,0				66,5				161,5
L $\bar{x}$	10,7				7,4				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 46,0			F <sub>35</sub> = 40,0			F <sub>45</sub> = 75,5		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 7,7			F <sub>35</sub> = 6,7			F <sub>45</sub> = 12,6		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 21. Resultados Ordenados Número De Tallos Secos (Tercer Corte)**

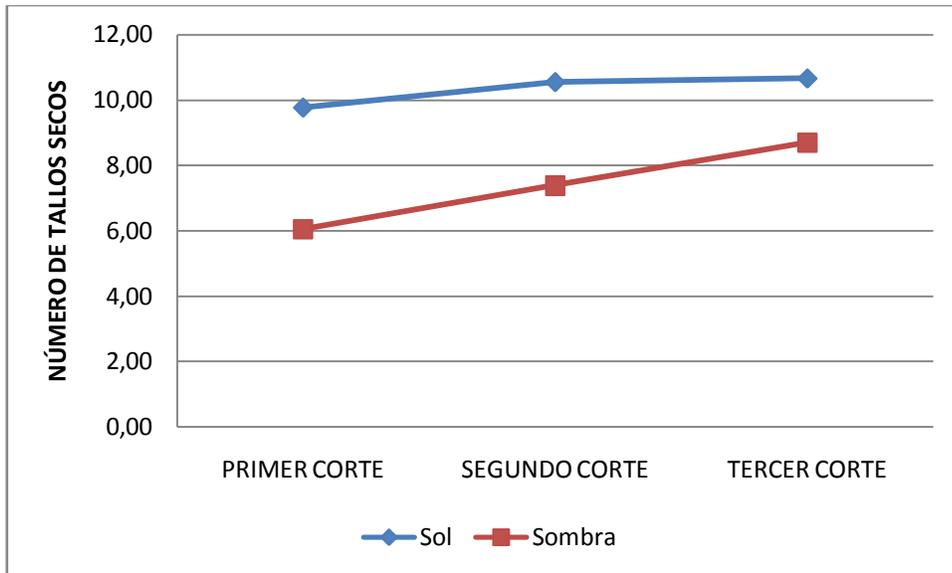
BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	12,5	17,0	6,5	36,0	7,0	3,0	14,1	24,1	60,1
r <sub>2</sub>	16,5	6,5	9,5	32,5	3,5	15,5	9,1	28,1	60,6
r <sub>3</sub>	16,5	8,5	2,5	27,5	6,5	1,5	18,1	26,1	53,6
Comb LxF	45,5	32,0	18,5	96,0	17,0	20,0	41,3	78,3	174,3
Luz (A)	96,0				78,3				174,3
L $\bar{x}$	10.66				8.7				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 62,5			F <sub>35</sub> = 52,0			F <sub>45</sub> = 59,8		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 10,4			F <sub>35</sub> = 8, 7			F <sub>45</sub> = 9,9		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Para esta variable se realizaron los respectivos cálculos, el análisis de varianza en la que la prueba de Fisher señaló no diferencia significativa entre los niveles de los factores luminosidad, frecuencia de corte, ni entre las interacciones en todos los casos, es decir, que no se encontraron influencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los niveles de los Factores estudiados Luminosidad y Frecuencia de corte; a pesar que se noto cierta variabilidad en los niveles del factor Luminosidad, donde se registraron mayor números de tallos secos por planta, lo cual concuerda con Armitage<sup>108</sup> quien indica que la producción de clorofila, al expansión de hojas y también el desarrollo de la raíz son promovidos por la luz; en cambio la elongación de los tallos es inhibida.

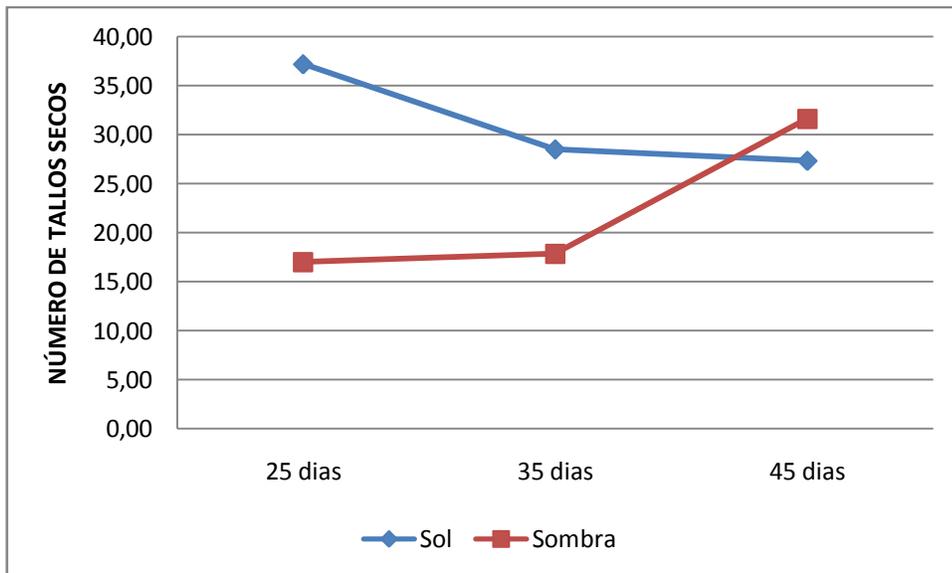
<sup>108</sup> ARMITAGE, A.M. shade affects yield stem length of field-grown cut flower species. Horticulture 26 (9). 1991. p.1174-1176

**Gráfica 13. Incidencia De La Luz Sobre El Número De Tallos Secos**



Fuente: Villamizar Y Salgado (2011)

**Gráfica 14. Incidencia De La Frecuencia De Corte Sobre El Número De Tallos Secos**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

### Variable 8. Número de tallos verdes/planta

Los datos ordenados para determinar los efectos sobre ella por los Factores estudiados: Luminosidad y Frecuencia de corte, se muestran en las Tablas 22 (Primer Corte), 23 (Segundo corte) y 24 (Tercer corte)

**Tabla 22. Resultados Ordenados Número De Tallos Verdes (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	80,0	60,0	30,0	170,0	20,0	20,0	30,0	70,0	240,0
r <sub>2</sub>	70,0	60,0	38,0	168,0	40,0	30,0	20,0	90,0	258,0
r <sub>3</sub>	60,0	50,0	20,0	130,0	35,0	40,0	5,0	80,0	210,0
Comb. LxF	210,0	170,0	88,0	468,0	95,0	90,0	55,0	240,0	708,0
LUZ (A)	468,00				240,00				708,0
L $\ddot{x}$	52,00				26,67				
Frec.(B)	F <sub>25</sub> = 305,00				F <sub>35</sub> = 260,00				F <sub>45</sub> = 143,00
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 50,83				F <sub>35</sub> = 43,33				F <sub>45</sub> = 23,83

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 23. Resultados Ordenados Número De Tallos Verdes (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	50,0	50,0	50,0	150,0	30,0	10,0	5,0	45,0	195,0
r <sub>2</sub>	55,0	30,0	15,0	100,0	15,0	13,0	20,0	48,0	148,0
r <sub>3</sub>	55,0	50,0	40,0	145,0	30,0	25,0	10,0	65,0	210,0
Comb. LxF	160,00	130,00	105,00	395,00	75,00	48,00	35,00	158,00	553,0
LUZ (A)	395,0				158,0				553,0
L $\ddot{x}$	43,9				17,6				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 235,0				F <sub>35</sub> = 178,0				F <sub>45</sub> = 140,0
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 39,2				F <sub>35</sub> = 29,7				F <sub>45</sub> = 23,3

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 24. Resultados Ordenados Número De Tallos Verdes (Tercer Corte)**

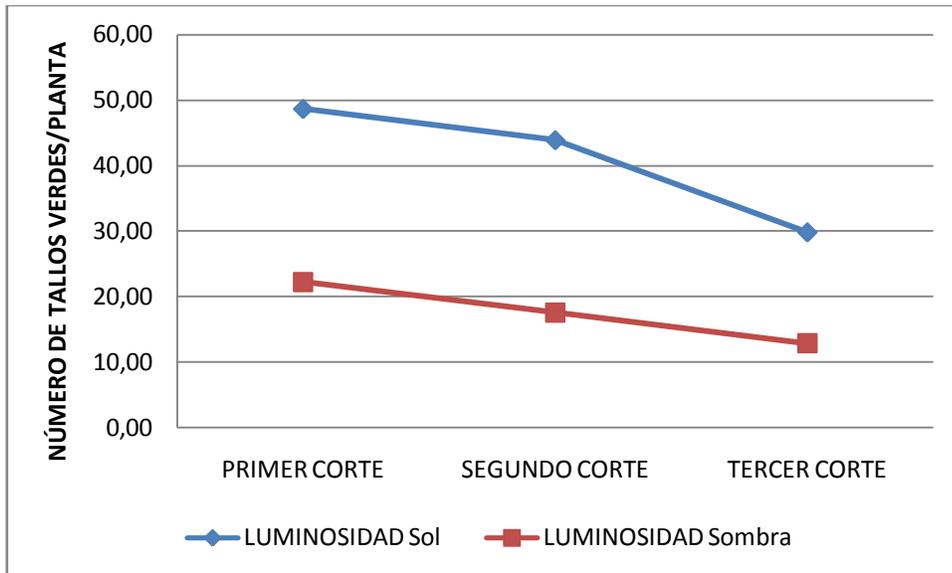
BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	30,0	30,0	30,0	90,0	10,0	5,0	3,0	18,0	108,0
r <sub>2</sub>	21,3	40,0	20,0	81,3	15,0	20,0	10,0	45,0	126,3
r <sub>3</sub>	35,2	16,3	45,5	97,0	25,0	3,0	25,0	53,0	150,0
Comb LxF	86,45	86,33	95,50	268,28	50,00	28,00	38,00	116,0	384,3
LUZ (A)	268,3				116,0				384,3
L $\ddot{x}$	29,8				12,9				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 136,5				F <sub>35</sub> = 114,3			F <sub>45</sub> = 133,5	
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 22,7				F <sub>35</sub> = 19,1			F <sub>45</sub> = 22,3	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Al hacer el análisis de varianza, la prueba de F mostró diferencia significativa entre los niveles de luminosidad: sol – sombra natural, lo que fue confirmado por la prueba de Tukey, es decir que a mayor luminosidad, mayor es el número de tallos verdes/planta, lo que no fue influenciado por las frecuencias de corte ni por las interacciones, ya que para ellas no se encontraron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico, a pesar que se presentó cierta favorabilidad del nivel de Frecuencia de corte 25días, Para el caso del segundo y tercer corte los resultados obtenidos fueron similares a los del primer corte, es decir no se encontró diferencia significativa entre las frecuencias de corte, ni entre las interacciones; pero si entre los niveles del factor luminosidad, sol – sombra natural, lo que permite afirmar que a mayor luminosidad, mayor es el número de tallos verdes/planta; lo cual coincide con Armitage<sup>109</sup> quien menciona que cuando la planta crece en condiciones de oscuridad o baja intensidad de Luz se da origen al fenómeno denominado etiolación o ahilamiento, lo que fue observado en la condición sombra natural bajo el dosel de campano

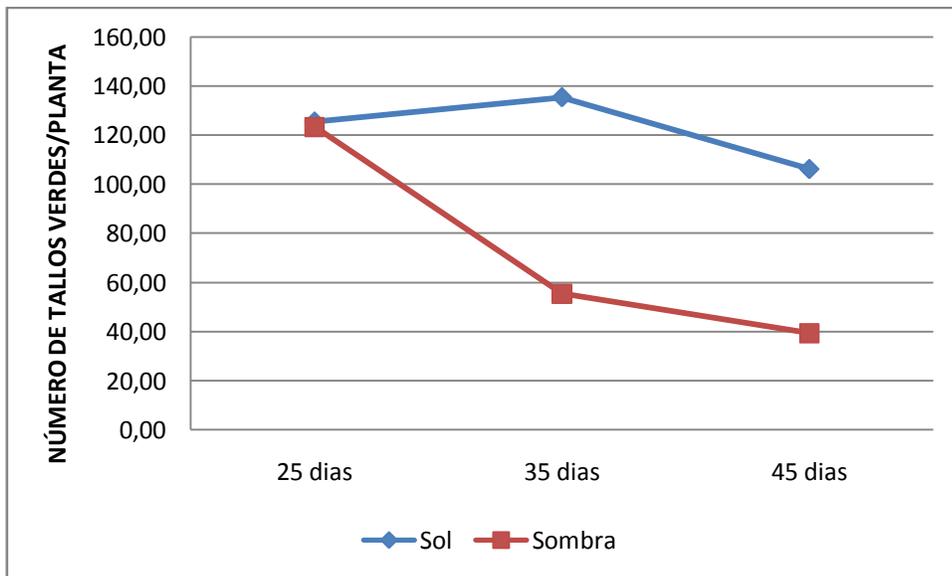
<sup>109</sup>ARMITAGE. Op cit, p.

**Gráfica 15. Incidencia De La Luz Sobre El Número De Tallos Verdes.**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 16. Incidencia De La Frecuencia De Corte Sobre El Número De Tallos Verdes.**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

## Variable 9. PERIMETRO DE LA PLANTA

Los datos ordenados para determinar los efectos sobre ella por los Factores estudiados: Luminosidad y Frecuencia de corte, se muestran en las Tablas 25 (Primer Corte), 26 (Segundo corte) y 27 (Tercer corte)

**Tabla 25. Resultados Ordenados Perímetro De La Planta (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	65,0	40,0	30,0	135,0	27,0	35,0	15,0	77,0	212,0
r <sub>2</sub>	50,0	30,0	40,0	120,0	22,0	25,0	15,5	62,5	182,5
r <sub>3</sub>	70,0	40,0	30,0	140,0	28,2	23,5	20,5	72,3	212,3
Comb LxF	185,0	110,0	100,0	395,0	77,25	83,50	51,05	211,8	606,8
LUZ (A)	395,0				211,8				606,8
L $\ddot{x}$	43,9				23,5				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 262,3				F <sub>35</sub> = 193,5			F <sub>45</sub> = 151,1	
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 43,7				F <sub>35</sub> = 32,3			F <sub>45</sub> = 25,2	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 26. Resultados Ordenados Perímetro De La Planta (Segundo Corte)**

Los datos ordenados para el segundo corte se muestran en la tabla Número 26.

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	40,0	40,8	42,8	123,5	18,5	16,0	15,0	49,5	173,0
r <sub>2</sub>	50,0	60,0	45,5	155,5	30,0	14,5	12,0	56,5	212,0
r <sub>3</sub>	31,9	15,0	42,5	89,4	17,8	15,0	12,0	44,8	134,2
Comb. LxF	121,9	115,8	130,8	368,4	66,3	45,5	39,0	150,8	519,2
LUZ (A)	368,4				150,8				519,2
L $\ddot{x}$	40,9				16,8				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 188,2				F <sub>35</sub> = 161,3			F <sub>45</sub> = 169,8	
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 31,4				F <sub>35</sub> = 26,9			F <sub>45</sub> = 28,3	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

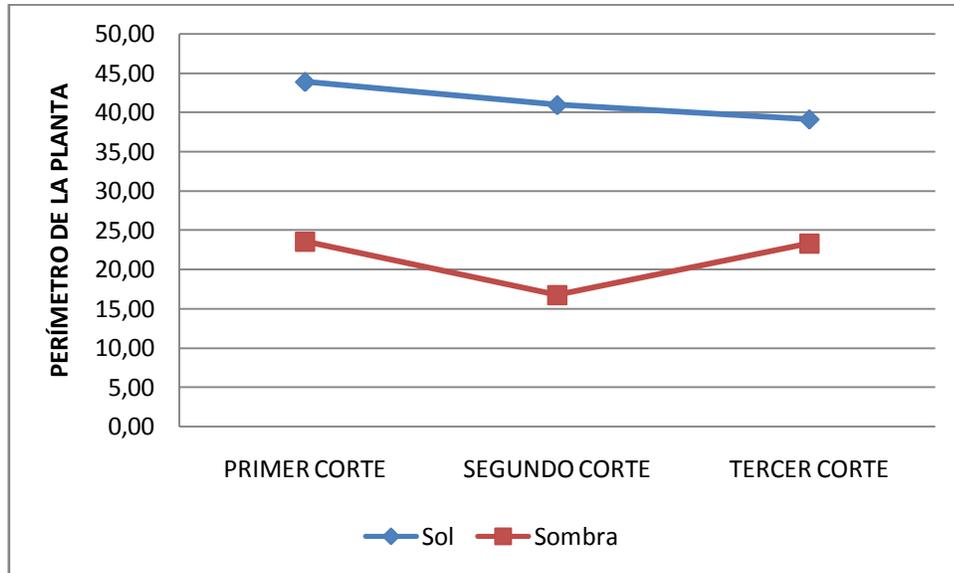
**Tabla 27. Resultados Ordenados Perímetro De La Planta (Tercer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	44,6	39,6	36,5	120,7	33,6	18,7	15,3	67,7	188,4
r <sub>2</sub>	52,6	27,5	38,1	118,2	25,7	33,3	17,5	76,5	194,7
r <sub>3</sub>	50,3	32,7	30,0	113,0	25,1	20,2	20,0	65,3	178,3
Comb. LxF	147,6	99,7	104,6	351,9	84,5	72,2	52,8	209,6	561,5
LUZ (A)	351,9				209,6				561,5
L $\bar{x}$	39,1				23,3				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 232,0			F <sub>35</sub> = 172,0			F <sub>45</sub> = 157,4		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 38,6			F <sub>35</sub> = 28,6			F <sub>45</sub> = 26,2		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

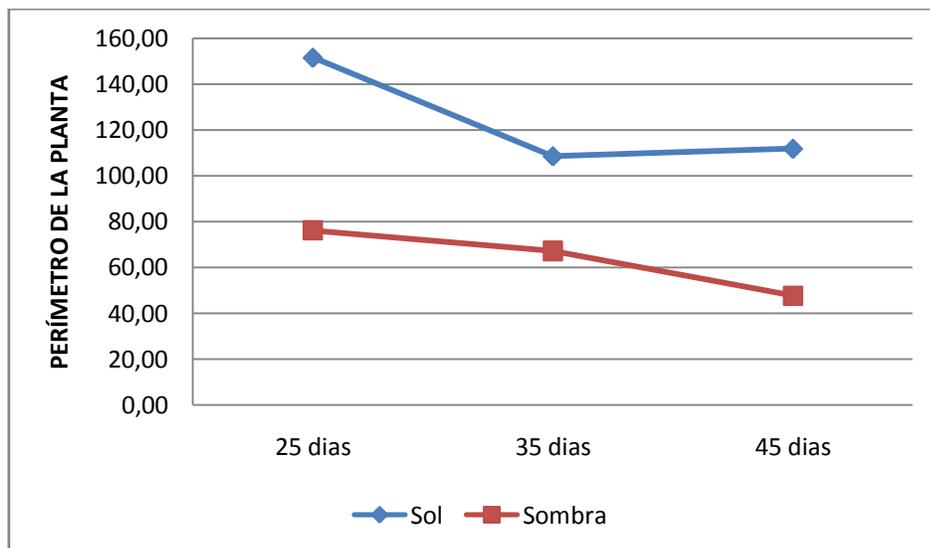
Para esta variable los cálculos obtenidos con base en las tablas anteriormente referenciadas los cálculos realizados, los respectivos análisis de varianza, la prueba de F y la de TUKEY, se encontró diferencia significativa entre los niveles del factor sol – sombra natural y entre los niveles 25días- 45días del factor Frecuencia de corte; en cuanto a los cortes 2 y 3 los resultados obtenidos en las diferentes operaciones son coincidentes con los del primer corte, lo que permite aseverar que la mayor luminosidad favorece positivamente el perímetro de la planta, igual que los niveles de la Frecuencia 25días indicando que el menor tiempo de corte, en este caso F<sub>25</sub>, favorece el perímetro de las plantas.

**Gráfica 17. Incidencia de la luz sobre el perímetro de la Planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 18. Incidencia de la frecuencia de corte sobre el perímetro de la Planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

### Variable 10. DIÁMETRO DE LA PLANTA

Para este caso los resultados ordenados se muestran en las tablas 28 (Primer Corte), 29 (Segundo Corte) y en la 30 (Tercer Corte).

**Tabla 28. Resultados Ordenados Diámetro de La Planta (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	32,5	20,0	15,0	67,5	13,5	17,5	7,5	38,5	106,0
r <sub>2</sub>	25,0	15,0	20,0	60,0	20,0	12,5	7,7	40,2	100,2
r <sub>3</sub>	35,0	20,0	15,0	70,0	14,1	11,7	10,2	36,1	106,1
Comb. LxF	92,5	55,0	50,0	197,5	47,6	41,7	25,5	114,9	312,4
LUZ (A)	197,5				114,9				312,4
L $\ddot{x}$	21,9				12,7				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 140,13			F <sub>35</sub> = 96,75			F <sub>45</sub> = 75,53		
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 23,35			F <sub>35</sub> = 16,13			F <sub>45</sub> = 12,59		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 29. Resultados Ordenados Diámetro De La Planta (Segundo Corte).**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	20,0	20,3	21,3	61,7	9,2	8,0	7,5	24,7	86,5
r <sub>2</sub>	25,0	30,0	22,7	77,75	15,0	7,2	6,0	28,2	106,0
r <sub>3</sub>	15,9	7,5	21,2	44,70	8,9	7,5	6,0	22,4	67,1
Comb. LxF	60,9	57,88	65,3	184,20	33,1	22,7	19,5	75,4	259,6
LUZ (A)	184,20				75,40				259,6
L $\ddot{x}$	20,47				8,38				
Frec.(B)	F <sub>25</sub> = 94,10			F <sub>35</sub> = 80,63			F <sub>45</sub> = 84,88		
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 15,68			F <sub>35</sub> = 13,44			F <sub>45</sub> = 14,15		

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 30. Resultados Ordenados Diámetro De La Planta (Tercer Corte)**

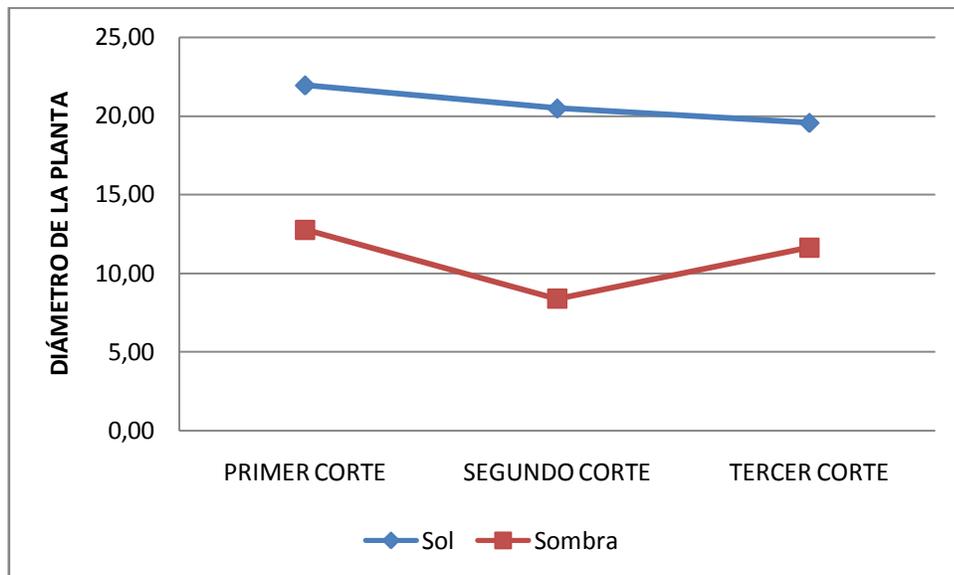
BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	22,3	19,8	18,2	60,3	16,8	9,3	7,6	33,8	94,2
r <sub>2</sub>	26,3	13,7	19,0	59,1	12,8	16,6	8,7	38,2	97,3
r <sub>3</sub>	25,1	16,3	15,0	56,5	12,5	10,1	10,0	32,6	89,1
Comb LxF	73,7	49,8	52,3	175,9	42,2	36,1	26,4	104,8	280,7
LUZ (A)	175,95				104,8				280,7
L $\bar{x}$	19,55				11,64				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 116,0				F <sub>35</sub> = 86,0			F <sub>45</sub> = 78,7	
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 19,3				F <sub>35</sub> = 14,3			F <sub>45</sub> = 13,1	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Al hacer los cálculos basados en los datos ordenados para esta variable en las tablas y con ellos el análisis de varianza, la prueba de TUKEY realizada, mostró que hubo diferencias significativas entre los niveles del Factor 1: Luminosidad (sol y sombra), lo mismo que entre los niveles de las frecuencias 25 días y 45 días del factor Frecuencia. Para el caso del segundo y tercer corte se encontró que no hubo diferencia significativa entre los niveles de las frecuencias de corte, aun cuando se notó cierta diferencia entre las frecuencias 25 días y 45 días, pero si se encontró diferencia significativa entre los niveles del factor luminosidad: sol-sombra natural.; lo que indica que a mayor luminosidad mayor favorabilidad sobre la variable diámetro del cv. Guinea mombaza, y como para el caso de la variable anterior (Perímetro de la Planta) indica que el menor tiempo de corte, en este caso F<sub>25</sub>, favorece el diámetro de las plantas en el mismo cultivo. Esto es importante dado que el diámetro del tallo se considera como un índice del vigor de la planta<sup>110</sup>, ya que determina en gran manera la capacidad del tallo en sostener toda la parte área de la misma.

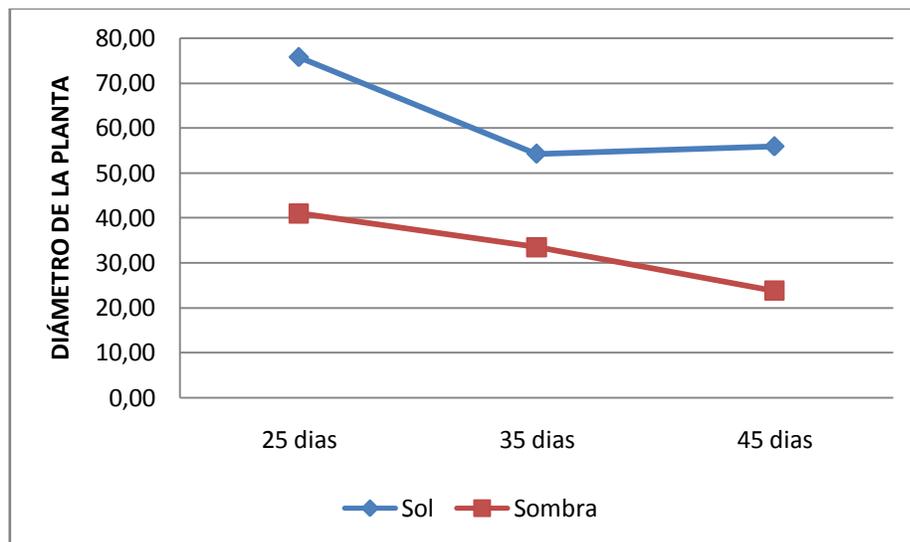
<sup>110</sup> ARIAS, S; ARIAS. M Y Gutiérrez. Relaciones entre las características morfológicas y la producción en 5 cultivares de café (*Coffea arabica*. L). MAG.UCR. Costa Rica.1976. p2

**Gráfica 19. Incidencia De La Luz Sobre El Diámetro De La Planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 20. Incidencia De La Frecuencia De Corte Sobre El Diámetro De La Planta**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

## VARIABLE 11. MATERIA SECA

Para esta variable 11 los resultados ordenados se muestran en la tabla número 31 (Primer Corte), 32 (Segundo Corte) y 33 (Tercer Corte)

**Tabla 31. Resultados Ordenados Materia Seca (Primer corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	225,3	579,6	541,3	1346,3	60,0	66,6	30,6	157,3	1503,6
r <sub>2</sub>	400,0	245,3	600,0	1245,3	69,3	380,0	198,0	647,3	1892,6
r <sub>3</sub>	329,6	280,0	309,3	919,0	38,6	46,6	102,6	188,0	1107,0
Comb. LxF	955,0	1105,0	1450,6	3510,6	168,00	493,34	331,34	992,6	4503,3
LUZ (A)	3510,6				992,6				4503,3
Lx	390,0				110,3				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> =1123,0				F <sub>35</sub> =1598,3			F <sub>45</sub> = 1782,0	
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 187,1				F <sub>35</sub> = 266,3			F <sub>45</sub> = 297,0	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 32. Resultados Ordenados Materia Seca (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	260,0	461,2	425,3	1146,6	240,0	233,0	92,00	565,00	1711,60
r <sub>2</sub>	320,0	322,1	400,0	1042,1	34,6	200,0	54,00	288,67	1330,80
r <sub>3</sub>	286,6	143,7	193,3	623,7	116,0	56,0	74,67	246,67	870,46
Comb. LxF	866,67	927,19	1018,6	2812,5	390,6	489,0	220,67	1100,34	3912,86
LUZ (A)	2812,5				1100,3				3912,8
L $\ddot{x}$	312,5				122,2				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 1257,3				F <sub>35</sub> = 1416,1			F <sub>45</sub> = 1239,3	
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 209,5				F <sub>35</sub> = 236,0			F <sub>45</sub> = 206,5	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 33. Resultados Ordenados Materia Seca (Tercer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	156,0	394,6	290,0	840,67	24,0	66,6	30,6	121,3	962,0
r <sub>2</sub>	220,0	298,6	390,0	908,67	17,3	16,0	180,0	213,3	1122,0
r <sub>3</sub>	114,6	224,3	116,0	455,04	29,0	16,8	93,3	139,1	594,1
Comb. LxF	490,6	917,7	796,0	2204,38	70,3	99,4	304,0	473,8	2678,1
LUZ (A)	2204,3				473,8				2678,1
L $\ddot{x}$	244,9				52,6				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 561,0				F <sub>35</sub> = 1017,1				F <sub>45</sub> = 1100,0
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 93,5				F <sub>35</sub> = 169,5				F <sub>45</sub> = 183,3

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

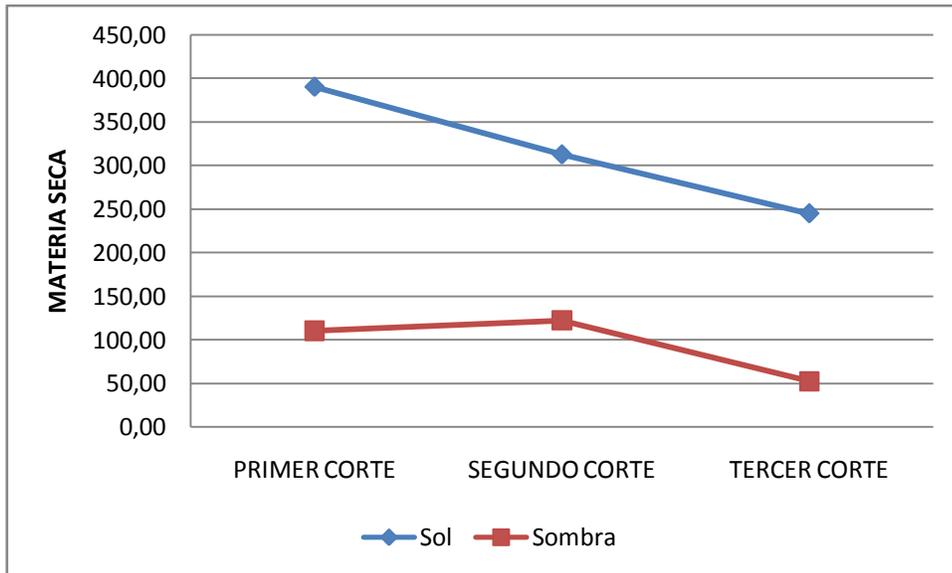
Para el caso de la variable materia seca (MS) por unidad de área en las condiciones de los dos niveles de luminosidad en consideración (sol-sombra natural) y de los tres niveles del factor Frecuencia (25 días, 35 días, 45 días), basados en los datos ordenados registrados en las tablas 31 (Primer corte), 32 (Segundo corte) y 33 (Tercer corte), y después de realizados los cálculos en cada caso, los análisis de varianza correspondientes se encontró para todos los casos al realizar la prueba de TUKEY, diferencias significativas entre los niveles de Luminosidad (sol-sombra natural), y a pesar de no encontrarse diferencias significativas entre los niveles de las frecuencias, se observa cierta influencia de las mayores frecuencias favorablemente sobre este factor (MS); lo que nos permite asegurar que la producción de materia seca es favorecida por la mayor luminosidad e influenciada por la mayor frecuencia de corte ("pastoreo"); ya que los sitios de almacenamiento de los carbohidratos de reserva son la base de los tallos y las raíces; el rebrote utiliza inicialmente estas reservas hasta que la planta forma suficiente área foliar la cual acelera el crecimiento a través del proceso activo de fotosíntesis. El rendimiento de materia seca (MS) en una pradera aumenta con la edad del rebrote y menor intensidad de cortes.<sup>111</sup> Así, en Pasto Guinea Cv. 280, cosechado a 4, 6, 8 y 10 semanas, durante la estación de crecimiento, se obtuvo un rendimiento de forraje de 10.5, 12.8, 13.5 y 14.5 T MS ha<sup>1 112</sup>; lo que es coincidente con lo encontrado en este trabajo<sup>113</sup>

<sup>111</sup> *Ibid* p. 16

<sup>112</sup> MAN, N.V y WIKTORSSON, H. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. Trop Grassl; 37. 2003. p. 101-110.

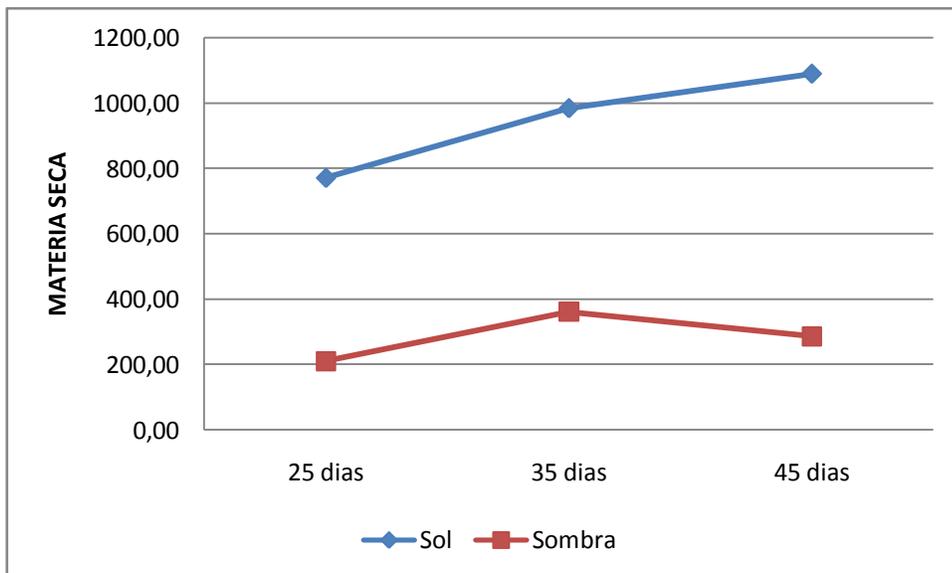
<sup>113</sup> MAN, N.V y WIKTORSSON, Op cit. p.

**Gráfica 21. Incidencia De La Luz Sobre El Porcentaje De Materia Seca**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 22. Incidencia De La Frecuencia De Corte Sobre El Porcentaje De Materia Seca**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

## VARIABLE 12. AFORO

**Tabla 34. Resultados Ordenados Aforo (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	650,0	1175,0	1400,0	3225,0	125,0	200,0	100,0	425,0	3650,00
r <sub>2</sub>	1000,0	575,0	1500,0	3075,0	200,0	950,0	550,0	1700,0	4775,00
r <sub>3</sub>	575,0	750,0	800,0	2125,0	100,0	125,0	275,0	500,0	2625,00
Comb. LxF	2225,0	2500,0	3700,0	8425,0	425,0	1275,0	925,00	2625,0	11050,00
LUZ (A)	8425,00				2625,00				11050,00
L $\ddot{x}$	936,11				291,67				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 2650,00				F <sub>35</sub> = 3775,00				F <sub>45</sub> = 4625,00
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 441,67				F <sub>35</sub> = 629,17				F <sub>45</sub> = 770,83

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 35. Resultados Ordenados Aforo (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	750,0	935,0	1.100,0	2.785,0	500,0	700,0	300,0	1.500,0	4.285,0
r <sub>2</sub>	800,0	755,0	1.000,0	2.555,0	100,0	500,0	150,0	750,0	3.305,0
r <sub>3</sub>	500,0	653,0	500,0	1.653,0	300,0	150,0	200,0	650,0	2.303,0
Comb. LxF	2.050,0	2.343,0	2.600,0	6.993,0	900,0	1.350,0	650,0	2.900,0	9.893,0
LUZ (A)	6.993,0				2.900,0				9.893,0
L $\ddot{x}$	777,0				322,2				
Frec (B)	F <sub>25</sub> = 2.950,0				F <sub>35</sub> = 3.693,0				F <sub>45</sub> = 3.250,0
FX	F <sub>25</sub> = 491,7				F <sub>35</sub> = 615,5				F <sub>45</sub> = 541,7

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

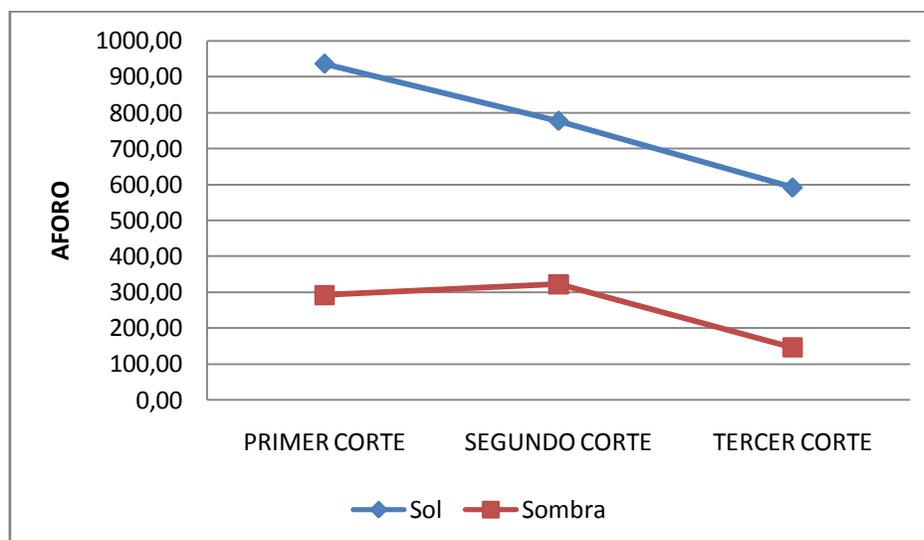
**Tabla 36. Resultados Ordenados Aforo (Tercer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	450,0	800,0	750,0	2000,0	50,0	200,0	100,0	350,0	2350,0
r <sub>2</sub>	550,0	700,0	975,0	2225,0	50,0	40,0	500,0	590,0	2815,0
r <sub>3</sub>	200,0	601,0	300,0	1101,0	75,0	45,0	250,0	370,0	1471,0
Comb LxF	1200,0	2101,0	2025,0	5326,0	175,0	285,0	850,0	1310,0	6636,0
LUZ (A)	5326,0				1310,0				6636,0
L $\bar{x}$	591,8				145,56				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 1375,0				F <sub>35</sub> = 2386,0			F <sub>45</sub> = 2875,0	
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 229,1				F <sub>35</sub> = 397,6			F <sub>45</sub> = 479,1	

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

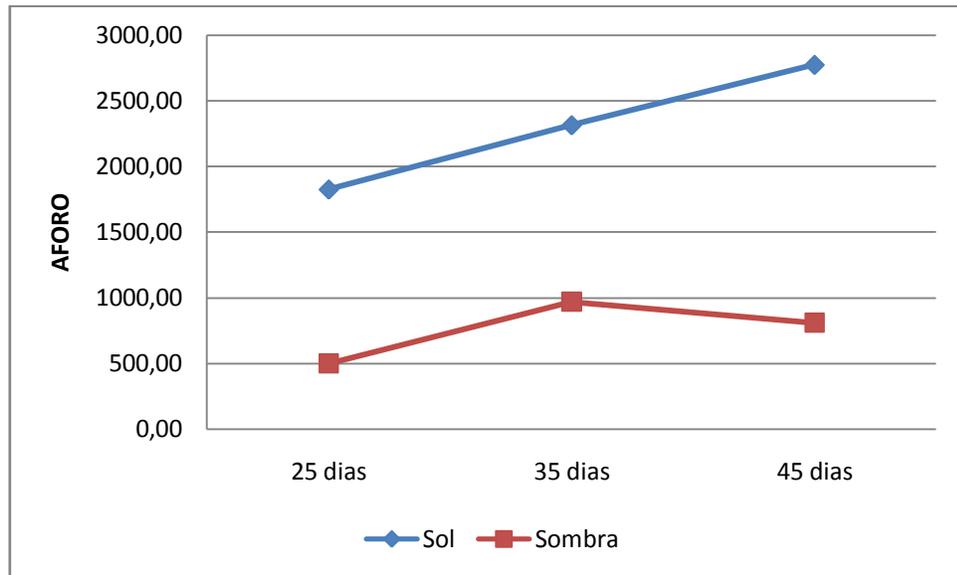
Para el caso de la variable (Aforo) basados en los cálculos obtenidos a partir de los datos consignados de manera ordenada en las tablas 32 (primer corte), 33 (segundo corte), 34 (tercer corte) haber realizado el análisis de varianza se encontró para todos los casos diferencias significativas entre los niveles del factor luminosidad (Luz – Sombra natural) y entre las frecuencias de corte 45días y 25días, pero no entre las interacciones de los mismos niveles de los factores; es decir, que se puede asegurar que a mayor luminosidad para el caso del cultivar Guinea mombaza, y la Frecuencia de corte, mayor es la biomasa producida en las condiciones edafoclimáticas donde se llevó a cabo este estudio

**Gráfica 23. Incidencia De La Luz Sobre El Aforo**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 24. Incidencia De La Frecuencia De Corte Sobre El Aforo**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

### Variable 13. INDICE DE ÁREA FOLIAR

**Tabla 37. Resultados Ordenados IAF (Primer Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	147,9	90,7	130,6	369,2	122,9	169,0	129,6	421,5	790,7
r <sub>2</sub>	131,8	63,0	129,2	324,1	67,2	165,2	284,2	516,5	840,7
r <sub>3</sub>	90,7	104,0	93,2	287,9	205,5	90,7	125,4	421,6	709,5
Comb. LxF	370,5	257,7	353,0	981,3	395,6	424,9	539,1	1359,6	2340,9
LUZ (A)	981,3				1359,6				2340,9
L $\ddot{x}$	109,03				151,0				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 766,10				F <sub>35</sub> = 682,60				F <sub>45</sub> = 892,20
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 127,68				F <sub>35</sub> = 113,77				F <sub>45</sub> = 148,70

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 38. Resultados Ordenados IAF (Segundo Corte)**

BLOQUE	Sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	125,7	93,35	144,6	363,7	96,7	25,9	143,9	266,5	630,3
r <sub>2</sub>	96,5	109,7	174,9	381,0	67,8	105,5	139,8	313,0	694,1
r <sub>3</sub>	139,8	122,6	108,1	370,6	116,2	35,4	122,6	274,2	644,8
Comb.LxF	362,0	325,7	427,7	1115,4	280,6	166,7	406,3	853,7	1969,1
LUZ (A)	1115,4				853,7				1969,1
L $\ddot{x}$	123,9				94,9				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 642,7				F <sub>35</sub> = 492,4				F <sub>45</sub> = 834,1
F $\ddot{x}$	F <sub>25</sub> = 107,1				F <sub>35</sub> = 82,1				F <sub>45</sub> = 139,0

Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Tabla 39. Resultados Ordenados IAF (Tercer Corte)**

BLOQUE	sol			Parcela Sol (A)	Sombra			Parcela Sombra (B)	$\Sigma$ Bloques
	T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		T <sub>1</sub> 25 d	T <sub>2</sub> 35 d	T <sub>3</sub> 45 d		
r <sub>1</sub>	191,6	142,7	115,8	450,2	94,9	33,3	263,1	391,3	841,4
r <sub>2</sub>	172,0	127,6	135,9	435,6	39,6	84,3	279,6	403,5	839,1
r <sub>3</sub>	100,7	143,4	112,6	356,7	37,6	29,0	236,6	303,3	660,1
Comb. LxF	464,3	413,8	364,3	1242,5	172,0	146,6	779,3	1098,0	2340,6
LUZ (A)	1242,5				1098,1				2340,6
L $\bar{x}$	138.1				122.0				
Frec. (B)	F <sub>25</sub> = 636,5			F <sub>35</sub> = 560,5			F <sub>45</sub> = 1143,6		
F $\bar{x}$	F <sub>25</sub> = 106,1			F <sub>35</sub> = 93,4			F <sub>45</sub> = 190,6		

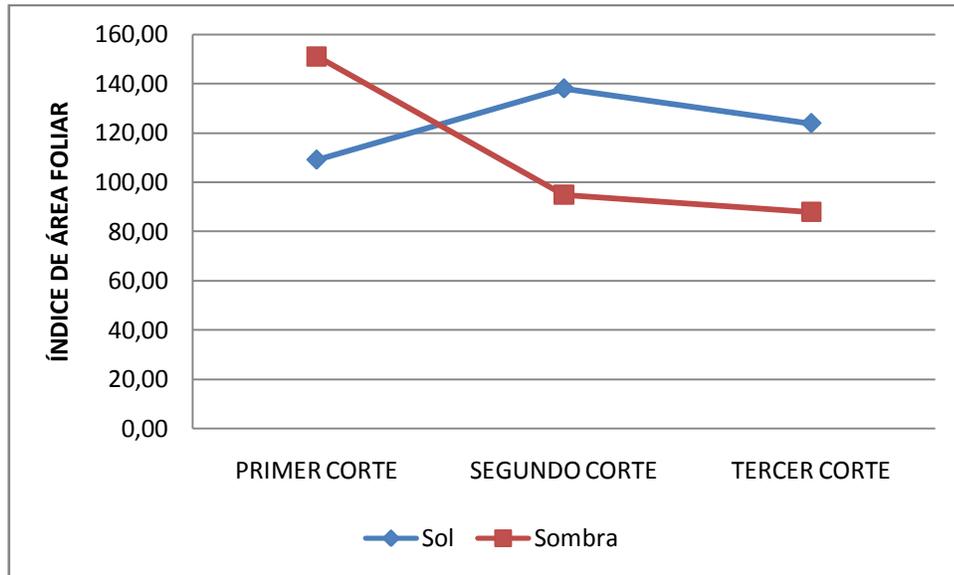
Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

Para la variable IAF basado en los resultados obtenidos de los datos ordenados en las tabla 35 (primer corte), 36 (segundo corte) y 37 (tercer corte), a pesar de haber encontrado diferencias significativas a nivel de la prueba de F entre los niveles de luminosidad (sol - sombra) y los niveles de las frecuencias de corte 45 y 25 días pero al realizar la prueba de Tukey no se encontró diferencias estadísticas significativas; por lo anterior se puede considerar que hay cierta influencia de la mayor luminosidad y la mayor frecuencia de corte sobre el IAF, lo que coincide con KEPHART y BUXTON<sup>114</sup> quienes encontraron que el área foliar de plantas C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> disminuyó al reducir la sombra en condiciones de verano (época seca). Cuando hay luz insuficiente y la fotosíntesis es menor, casi todo el fotosintetato es retenido por los brotes y el enanismo resultante de los sistemas radiculares, estimulado por la sombra a pesar de la sequía moderada del suelo, esto obliga a una mayor competencia con respecto a la humedad y los nutrientes.<sup>115</sup>

<sup>114</sup> Kephart, K. D. y R. R. Buxton. Forage quality responses of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> perennial grasses to shade. Crop Sci. 33. 1983. 831-837

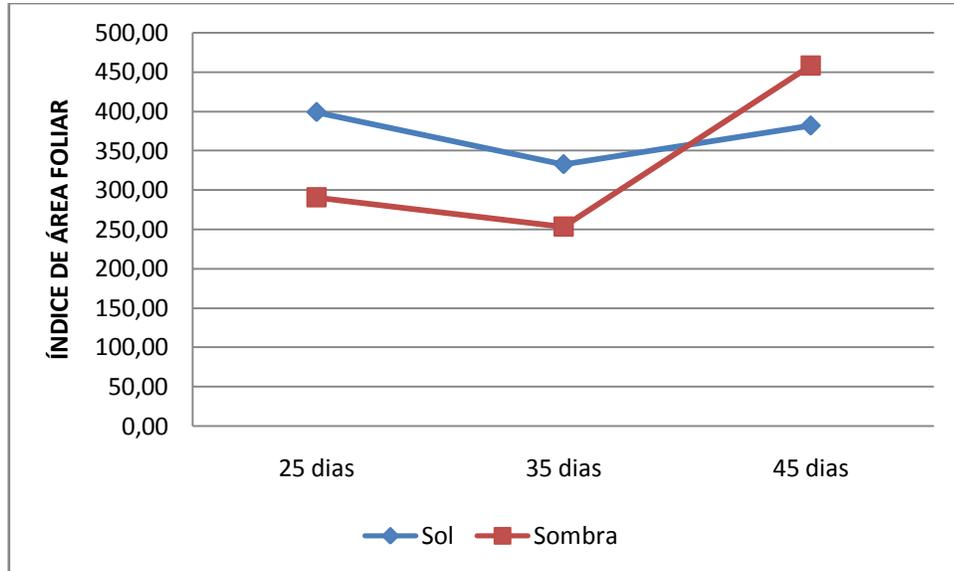
<sup>115</sup> DAUBENMIRE, R. F. Ecología Vegetal. Tratado de autoecología de las plantas. Tercera Edición. Edit. Limusa. Mexico. 1979. P.495.

**Gráfica 25. Incidencia De La Luz Sobre El IAF**



Fuente: Villamizar y Salgado (2011)

**Gráfica 26. Incidencia De La Frecuencia Sobre El IAF**



## 5. CONCLUSIONES

- ✓ La mayor luminosidad (nivel 1 de este factor), tuvo influencia favorable altamente significativa sobre la variable altura de planta; y de manera significativa sobre las variables número de macollas por planta, lo mismo que sobre el número de tallos verdes/planta, sobre el perímetro de la planta, sobre el diámetro de la planta, sobre la producción de fitomasa verde (Aforo) y sobre la materia seca e influenció el índice de área foliar y al número de tallos secos por planta, pero no fue relevante sobre las variables largo de la hoja, ancho de la hoja, ni sobre el número de hojas por planta.
- ✓ La sombra natural (dosel de campano), afectó significativamente de manera positiva la variable ancho de la hoja.
- ✓ La mayor frecuencia de corte estudiada (45días), favoreció significativamente a las variables: altura de la planta, altura del rebrote, al aforo (fitomasa producida) y al IAF; e influenció positivamente a la variable número de hojas/planta y a la producción de materia seca.
- ✓ La menor frecuencia de corte (25días) influenció positivamente las variables número de tallos verdes/planta, al perímetro de la planta y al diámetro de la misma.
- ✓ Las interacciones entre los niveles de los dos factores: mayor luminosidad y la mayor frecuencia (45días) favorecieron significativamente la altura de la planta.
- ✓ Con base en los resultados obtenidos y el comportamiento mostrado por el pasto Guinea Cv mombaza en las condiciones trópico ecuatoriales del área de estudio, confirma una vez más que este pasto es una de las mejores alternativas para el establecimiento de potreros en monocultivo, como para los sistemas asociados, como el silvopastoreo, puesto que aún

en estas condiciones de sombra natural su producción fue muy buena si se compara con otras especies importantes, en esas condiciones de sombra natural, como el Angleton,. La climacuna, la colosuana y aún la estrella, lo que aseguraría el sostenimiento de los animales en toda época en las fincas y sobre todo en esas condiciones (sombra natural) su contribución para el mejor estar de los animales resulta de gran significancia

## BIBLIOGRAFÍA

ADJEI M.B., P. MISLEVY, R.S. KALMBACHER AND P. BUSEY Production, quality, and persistence of tropical grasses as influenced by grazing frequency. Proc. Soil Crop Sci. 48. 1989. p.1-6.

ARMITAGE, A.M. shade affects yield stem length of field-grown cut flower species. Horticulture 26 (9). 1991. p.1174-1176

ARIAS, S; ARIAS. M Y Gutiérrez. Relaciones entre las características morfológicas y la producción en 5 cultivares de café (*Coffea arabica. L.*). MAG.UCR. Costa Rica.1976. p2

ASCENCIO, J. Determinación del área foliar en plantas de caraota (*Phaseolus vulgaris L.*), yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y batata (*Ipomoea batata (L.)* Parr) utilizando dimensiones lineales y peso seco de hojas. Turrialba 35. 1985. 55-64

BECERRA BJ, AVENDAÑO MJ. Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies tropicales. Téc Pecu Méx; 30(2).1992. p. 125-132

BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. Bogotá D. C.: Banco Ganadero, 1994. p 155.

BIBLIOTECA DEL CAMPO. Manual agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Hogares juveniles campesinos". 2004. p 1053.

BJORKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. En LANGE, O .L; NOBEL, P.S; OSMOND, C.B y ZIELGER, H. physiological plant ecology; I: encyclopedia of planta Physilogy. Springer – Verlag, Berlin. V. 12<sup>a</sup> .1981. p. 57-107.

BOGDAN. Gramíneas Tropicales. Editado por Skepnan, P.J. y F. Riveras. FAO, Roma, Italia. 1977. P.70

BOYER, J. Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potentials in corn and soybean. Plant Physiology. 46. 1970. p. 236-399.

BRADSHAW AD. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Advances in Genetics 13. 1965. 115-155.

BROUGHAM, R.W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management proceeding New Zealand Society animal production. 17. 1957. P.46-55

BUGARIN, M. R.; SPINOLA, A. G.; GARCÍA, P. S.; PAREDES, D. G. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. Terra 20. 2002. 401-409.

CARÁMBULA, M. Pasturas naturales mejoradas. Editorial Hemisferio Sur. Uruguay. 1996. p.56

CASAL, J; DEREGIBUS, V Y SANCHEZ, R. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. Vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/for red irradiation. *Ann bot.* 56.1985. 553-559.

CASAL, J; DEREGIBUS, V Y SANCHEZ, R. influencia de la calidad de la luz sobre el macollaje de gramíneas forrajeras. Rev. Arg. Prod. Anim. 4. . 1984. 279-288.

CHAPMAN, D; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress, 17. 1993. p.95-104.

COAURO, M. Composición química y digestibilidad in vitro de tres cultivares de guinea (*Panicum maximum* Jacq.) a tres edades de corte en bosque seco tropical. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Pastos y forrajes: Gramíneas.2004. p.20

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. CCI Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA. 2008)

COSTA N. de L, PAULINO TV. Desempenho agrônômico de genótipos de *Brachiaria humidicola* em diferentes idadese corte. Pasturas Trop 1999; 21(2):68-71).

CUADRADO C, HUGO; MEJÍA K, SERGIO; REZA G, SONY Y SANCHEZ, L. 2008. Ensilaje del Pasto Guinea (*Panicum maximum*) Cultivar Mombaza para Romper la Estacionalidad de la Producción. Centro de investigación Turipaná Corpoica. 2008. P.91

CULTLER, J.; RAINS, D y LOOMIS, R, Roles in solute concentration in mainaining favorable water balance in field grown cotton. Agronomy Journal. 69. 1976. p. 773-779.

DACCARETT, M; BLIDENSTEIN, J. La influencia de los arboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba (Costa Rica). 18. 1968. p. 405 – 408.

DAUBENMIRE, R. F. Ecología Vegetal. Tratado de autoecología de las plantas. Tercera Edición. Edit. Limusa. Mexico. 1979. P.495.

DEL POZO, PEDRO PABLO. Bases Ecofisiológicas para el Manejo de Los Pastos Tropicales Anuario Nuevo, Universidad Agraria de la Habana, Cuba. 2004.p.35.

DEREGIBUS, V.A. KROPFL, U. DOLL, E. D´ANGELA Y FRESCHINA A. dinámica del macollaje y reservas hidrocarbonadas en plantas forrajeras estivales nativas de la depresión del salado. Rev. Arg. Prod. Anim. 2. 1982. p. 396-397.

DUARTE, M.J., E. ALEXANDRINO Y J.A. COMIDE. Duração do período de descanso e crescimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. Rev. Bras. Zootec. 34(2). 2005. p 398-405.

ELSNER, E. A.; JUBB, G. L. Jr.. Leaf area estimation of concord grape leaves from simple linear measurements. American J. Enol. and Vitic. 39. 1988. p.95-97.

ESCAÑO, Lilia Patricia; LÓPEZ, Luis Eduardo. Determinación del rendimiento de *Eisenia foetida* en compostaje de bovinaza en cinco densidades de siembra en La Granja el Perico, Sampués, Sucre. Trabajo de grado Zootecnista. Sampués- Sucre Universidad de sucre. Facultad de ciencias agropecuarias. Departamento de Zootecnia. 2010.66.p

ESPINOZA, J.; ORTIZ-CERECERES, J.; MENDOZA-CASTILLO, M. C.; VILLASEÑOR-ALBA, J. A.; VILLEGAS-MONTER, A.; PEÑAVALDIVIA, C.; ALMAGUER-VARGAS, G. Modelos de regresión para la estimación del peso fresco y seco de ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch.). Revista Chapingo Serie Horticultura 4. . 1998. 125-131.

FONSECA, C.; DE CONDE, R.; DA FONSECA, C. Estimativa da area foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom). Pesquisa Agropecuaria Brasileira 29. 1994. 593-599.

GILLET, M; G.LEMAIRE Y G. GOSSE.. Essai d´elaboration d´un schema global de la croissance des gramiées Forurageres. Agronomie. 1984 4: 75 – 82

GIRALDO, L. A; BOTERO, J, SALDARRIAGA, J, DAVID, P. Efecto de Tres Densidades De Arboles En El Potencial Forrajero De Un Sistema Silvopastoril Natural En La REGIÓN ATLÁNTICA DE COLOMBIA. Agroforestería en las Américas. Año 2 No 8 Oct. -Dic. . 1995. P.18

GIRALDO, LA. Elementos de evaluación integral de Sistemas Silvopastoriles. In: Memorias del Seminario sobre Agroforestería: Alternativa alimenticia para rwniantes en el trópico. Universidad Nacional de Colombia, CATIE-CIAT-COA-CORPOICA, Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá. 27-28 OCT. de 1994.30 p. (en prensa).

GONZÁLEZ, H. Venezuela, Agricultura y Soberanía. Sociedad Venezolana de Agrónomos. Caracas, Venezuela. 1978.p.98

GONZÁLEZ, María Eugenia y PÁEZ, Alejandra. Venezuela. Efecto del déficit hídrico aplicado durante diferente etapas del desarrollo de *Panicum maximum* Jacq. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 1995, 12. 1995. p. 79 – 81.

GUEVARA, R.; CURBELO, L.; CANINO, E.; RODRÍGUEZ, NIEVES & GUEVARA, G.. Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y la calidad del pastizal. Resúmenes. Taller Internacional "Los Arboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1996. p. 55.

HERNÁNDEZ, I. & BABBAR, LIANA. Sistemas de producción animal y el cuidado de ambiente: Situación actual y oportunidades: **Pastos y Forrajes**. 2001. p. 24:281.

HOLDRIDGE, L. R. 1967. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. *Science* Vol 105 No. 2727: 367-368.

HSIAO, T. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*. 24 1973. p. 519-570.

INFANTE, G. S., ZARATE DE LARA G. P. Métodos estadísticos. Edit. Trillas. México. 1984. p. 463-467, 513-515.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. Frijol (*Phaseolus spp*) ed. Acum. Turrialba, Costa Rica, 1972.299 p. (IICA Bibliografías No 4)

JANK, L.. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil. 21-58. 12. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Anais. Fundação de Estudos Agrários.1995. p.25

KRAMER, R. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Una síntesis moderna. Ediciones Edutex S.A. México D.R. 1974. P. 75.

KEPHART, K. D. Y R. R. BUXTON. Forage quality responses of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> perennial grasses to shade. Crop Sci. 33. 1983. 831-837

LANGER, R.H.M. How the grasses grow. Edward Arnold. Londres Inglaterra. 1972. p 91.

LARCHER, W. Physiological plants ecology. Heidelberg springer- Verlag. 1975. p.303.

LASCANO, C:E. y SPAIN, J.M. establecimiento y renovación de pasturas: conceptos experiencias y enfoque de la investigación; sexta reunión del comité asesor de la Red Internacional de Evaluación de pastos tropicales (RIEPT), Veracruz México. Cali Colombia.. Noviembre de 1988, p. 103-142.

LEMAIRE. G. Y AGNUSDEI, M.G. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. Simposio Internacional "Grassland Ecophysiology and Ecology. Curitiba. De Moraes, A; Nabinger, C; De Faccio Carvalho, P.C; Alves, S.J.; Campos, S.B. (eds.). 1999. pp. 165-185. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover: *In* International Symposium on Animal Production under grazing. Viçosa, M.G., Gomide, J.A. Brasil. Universidad Federal de Viçosa. 1997. p. 117-144.

LEVIT, J. Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salts and others stresses. Academic Press. 1980. p. 97. Vol. II.

LUDLOW, M.M; WILSON, G.L. Studies on the productivity of tropical pastures plants; 2: growth analysis, photosynthesis and respiration of 20 species of grasses and legumes in a controlled environment. Aust, j. agric. Res. 21. .1970. p. 183-194.

LUDLOW MM, WILSON GL. Photosynthesis of tropical pasture plants. I. Illuminance, carbon dioxide concentration, leaf temperature and leaf air vapour pressure difference. Australian Journal of Biological Sciences, Melbourne, 24. 1971. p449-470.

MAN, N.V y WIKTORSSON, H. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. Trop Grassl; 37. . 2003. p. 101-110.

MARTÍNEZ, M. Agricultura Biológica. Facultad de ciencias agropecuarias. Bogotá D.C. 2008. P. 143-149

MCVAUGH, R.. Gramineae. En W. R. Anderson (ed.). Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico, Vol. 14. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan. 1983. P53

MONTEITH, J.L., Evaporation and the environment. Symposium of the Society of Experimental Biology, 19. 1989. p. 245-269.

MONTGOMERY, E. G. Correlation studies of corn. Nebraska Agr. Exp. Sta. 24th Ann. Rpt. 1911.

MURPHY; J.S. y BRISKE, D.D. Regulation of tillering by apical dominance: Chronology, interpretive, and current perspectives. *J. Range Managem.* 45: 1992. 419-429.

MYERS, R. H.. Classical and modern regression with applications. 1990p. 23Edit. Pws–Kent Publishing Company. USA. 1999. p. 3, 26-32, 37, 39, 56, 60-66, 277-367. PUC.

PÁEZ, ALEJANDRA; GONZÁLEZ, MARÍA E. & PEREIRA, N. Comportamiento De *Panicum Maximum* En Condiciones De Sombreado Y De Luz Solar Total. Efecto De La Intensidad De Corte. Rev. Fac. Agron. (Luz). . 1994. 11:25

PÁEZ C. Algunos aspectos fitosociológicos y anatómicos de las principales gramíneas malezas en campos de arroz en el sistema de riego Río Guárico. Trabajo de Grado Magíster Scientiarum en Botánica Agrícola. UCV Facultad de Agronomía, Maracay. 2001. 180 pp.

PAGLIARICCI, H; FANTINO, R; FERNANDEZ, H; ROSSO, J; CRIADO, H Y MARTINI, O. intensidad y frecuencia de defoliación en *Agropyron scabrifolium* Doell. Rev. Arg. Prod. Anim. 6. 1986. p. 36-37.

PARETAS, J.J. & GONZÁLEZ, A. Ecosistemas de pastos. Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. 1990.

PENTÓN, GERTRUDIS. Efecto De La Sombra De Los Arboles Sobre El Pastizal en Un Sistema Seminatural. Universidad de Matanzas. 2000. Américas. (C.R.) 2 (5). 2000. p. 4-5.

PERALTA, N., J. A. Evaluaciones de nueve gramíneas forrajeras en condiciones de un clima Aw0. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. Guadalajara México. 2005.

PERRETA, M Y VEGETTI, 1997. Formas de crecimiento y efectos del corte en gramíneas forrajeras. Revista FAVE (1997). I y II, . 2008. 68-80.

RADFORD, P. J. 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. Crop Sci. 7: 171-175.

RAJERDRAN, P. C.; THAMBURA, J. S. Estimation of leaf area in watermelon by linear measurements. South Indian Horticulture 35. 1987. p325-327.

RAY, R. C.; SINGH, R. P. Leaf area estimation in capsicum (*Capsicum annum* L.). Scientia Horticulturae 39. 1989. 181-188.

ROLANDO, C. *et al.* Manual de Pastos Tropicales. Quito-Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Manual N° 11. 5-9, 21-24, 30-31, 1989. p. 35-36.

RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; DIAZ, H.; HERNANDEZ, L. & DIAZ, L.E. *Leucaena leucocephala* como árbol de sombra en la ganadería. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1994. p. 49.

SÁNCHEZ' P.¿Hacia dónde va la agroforestería? Agroforesteria en las Américas. (C.R.) 2 (5). 1995. p.4-5.

SIMON, M.; TRUJILLO DE LEAL, A. Determinación del área foliar en cinco clones de ocumo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) O. Schott). Rev. Fac. Agron. 16. 1990 147-158.

SCHWARTZ, M. D.; CARBONE, G. J.; REIGHARD, G. L.; OKIE, W. R. A model to predict peach phenology and maturity using meteorological variables. Hort Science 32.- 1997. 213-216.

SCHULZE, E.;. Whole plant responses to drought Aust. J. Plant Phisiology. 13. 1986. P. 127-142.

STICKLER, F. C.; WEARDEN, S.; PAULI, A. W.. Leaf area determination in grain sorghum. Agr. J. 53. 1961. 187-188

SUCRE. GOBERNACION Informe De Coyuntura Regional Del Departamento De Sucre.2008

SUTTON, T. B. 1996. Changing options for the control of deciduous fruit tree diseases. Annual Review of Plant Pathology 34. 1996. p 527-547.

TREMBATH, B.R. Biomass productivity of mixtures. Advances in agronomy ASA. 26. 1974. 177 - 210

URUETA. Emilio Eduardo; NAVARRO. Orlando Rafael. La producción agrícola bajo el modelo de revolución verde, su impacto ambiental y alternativas para mitigar sus efectos. Trabajo de grado ingeniero agrícola. Sincelejo, Sucre Universidad de sucre. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería agrícola. 2006.136.p

VILLASEÑOR RÍOS, J. L. y ESPINOSA GARCÍA F. J. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 1998. p. 150  
Palmerston North. Proceedings.

VILORIA, A.; ARTEAGA, L.; RODRÍGUEZ, H. A. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta del pimentón. Agronomía Tropical 48(4). 1998. 413-423.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in the net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Annals of Botany N.S. 11.194741-76.

WILLIAMS, D. G. & BLACK, R. A. Drought response of a native and introduced Hawaiian grass. Oecologia. 97. 1994. p. 512.

WILSON, J; FISHER, M; SCHULZE, E; DOLBY G y LUDLOW, M.. Comparison between pressure-volume and dewpoint hygrometry technique on determining the water relations characteristics of grass and legume leaves. Oecologia 41.1979. p. 77-88.

WILSON, J; FISHER, M; SCHULZE, E; DOLBY G y LUDLOW, M. Comparison between pressure-volume and dewpoint hygrometry technique on determining the water relations characteristics of grass and legume leaves. Oecologia 41. 1979. p. 77-88.

WONG CC, WILSON JR. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Australian Journal of Agricultural Research, East Melbourne, 31. 1980. p269-285.

YRAUSQUÍN de Moreno, Xiomara; PÁEZ de Salazar, Alejandra; VILLASMIL, José Y URDANETA, Mario. Comportamiento fisiológico del pasto guinea (*Panicum maximum Jacq.*) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. I. Distribución de biomasa y análisis de crecimiento Rev. Fac. Agron. (LUZ), 12: 1995. p 313 – 323

ZELADA, EFRAIN. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. TURRIALBA COSTA RICA. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). 1996.. p.18.

ZELAYA, U.J. y SOTELO, F.C. manejo de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo del café (*Coffea arabica L*) en dos años consecutivos (1988-1999). Tesis ing. Agrónomo. UNA- Nicaragua. 2000. p.20

Unión Ganadera Regional. [en línea](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=199&Itemid=140)  
<[http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=199&Itemid=140](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=199&Itemid=140)> Citado en 10 de mayo de 2011

Reinagro Inc. [en línea](http://www.reinagroinc.com/panicum-maximum-mombaza.html)  
<<http://www.reinagroinc.com/panicum-maximum-mombaza.html>> Citado en 10 de mayo de 2011.

*Ar  
Inevros*

### **Anexo A. Medición del diámetro de la planta**



**Fuente: Salgado y Villamizar**

### **Anexo B. Corte a una altura de 30 cm**



**Fuente: Salgado y Villamizar**

**Anexo C. Parcela en sol**



**Fuente: Salgado y Villamizar**

**Anexo D. Parcela en sombra**



**Fuente: Salgado y Villamizar**

**Anexo E. Parcela antes del corte**



**Fuente: Salgado y Villamizar**

**Anexo F. Parcela después del corte**



**Fuente: Salgado y Villamizar**

### **Anexo G. Trasplante**



**Fuente: Salgado y Villamizar**

### **ANEXO H. Rebrote después de 2 horas de corte**



**Fuente: Salgado y Villamizar**