

**RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO *Panicum  
maximun* CV. MOMBAZA A DIFERENTES EDADES Y ALTURAS DE  
CORTE.**

**MAURICIO RODRIGUEZ LOPEZ**

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía  
como requisito parcial para optar al grado de  
Bachiller en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2009**

**RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO *Panicum maximun* CV. MOMBAZA A DIFERENTES EDADES Y ALTURAS DE CORTE.**

**MAURICIO RODRIGUEZ LOPEZ**

**Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:**

Ing. Agr. Alberto Camero Rey, M.Sc.

---

Asesor

Ing. Agr. Milton Villarreal Castro, Ph.D

---

Jurado

Ing. Agr. Carlos Arce Calderón.

---

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, M.AE.

---

Coordinador

Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M.Sc.

---

Director

Escuela de Agronomía

**2009**

## **DEDICATORIA**

A Dios Todopoderoso y la Virgen por brindarme tantas bendiciones y permitirme concluir un proceso de suma importancia en mi vida; a mis padres que siempre han sido mis ejemplos y me han apoyado en todo momento y todas las personas que de alguna u otra manera han colaborado en la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios todo poderoso y la Virgen por todas las bendiciones que me han brindado a lo largo de mi vida, a mi familia por acompañarme siempre en las buenas y en las malas; a mis padres Herver Rodríguez y Nuria López, por la crianza y los valores inculcados; a mis hermanos Ruddy y Gabriela Rodríguez López por su compañía.

A mi novia Kathia Acuña por la comprensión que me tuvo durante mi estancia en la Institución.

A toda la Escuela de Agronomía que hizo mi estancia en el TEC agradable; a todos los profesores y administrativos, por su enseñanza y amistad; a Camero Rey mi asesor por ser pie fundamental para la realización de este trabajo; a Zulay Castro por su comprensión y amistad.

A todos mis compañeros, que más que eso fueron una familia, los cuales voy a mencionar: Keiner, Rafael, Alex, Gabriel, Hans, Julissa, Danny, Teresita, Fabián Vargas, Jose David, Carlos Luis, Henry, Fabián Vindas, Christopher Dye, Victor zuñiga, Eduardo Murillo, Victor Quesada, Fabián Murillo, Juan José, Claudio, Marco Alonso, Heiner, Mario, Erick, Carlos Mora, Roger, Lenin, Eliana, Dinia Estela, David Azofeifa, Melvin Calderón y demás que no menciono pero que son igualmente importantes.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
LISTA DE CUADROS .....	V
LISTA DE FIGURAS .....	VI
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT.....	IX
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETIVO .....	2
<b>1.1.1 Objetivo general .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>2</b>
1.2 HIPÓTESIS: .....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>PANICUM MAXIMUM</i> CV. MOMBASA.....	3
2.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y ADAPTABILIDAD.....	3
2.3 VALOR NUTRICIONAL .....	5
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	6
3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	6
3.3 TRATAMIENTOS EVALUADOS .....	8
3.4 ÁREA EXPERIMENTAL .....	8
3.5 VARIABLES EVALUADAS .....	9
<b>3.5.1 Producción de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) .....</b>	<b>9</b>
<b>3.5.2 Muestreo para MS: .....</b>	<b>9</b>
<b>3.5.3 Cálculo de la materia seca: .....</b>	<b>9</b>

<b>3.5.4 Contenido de proteína cruda y digestibilidad in vitro (% PC %DIVMS)</b> .....	<b>10</b>
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	10
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>12</b>
4.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA.....	12
4.2 VALOR NUTRICIONAL .....	15
<b>4.2.1 Proteína cruda (% PC)</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2.2 Digestibilidad in vitro de la materia seca (% DIVMS).</b> ....	<b>17</b>
4.3 RELACIÓN DE LA EDAD DE CORTE CON LA PRODUCCIÓN DE MS Y VALOR NUTRICIONAL. ....	18
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>21</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>22</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>23</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>25</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Tratamientos estudiados en el ensayo rendimiento y valor nutricional del pasto <i>Panicum maximum</i> cv mombaza. Santa Clara, 2009.....	8
2	Producción de materia seca (MS kg ha <sup>-1</sup> ) para <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009. ....	12
3	Porcentaje de Proteína (% PC), obtenida para <i>Panicum maximun</i> cv Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009. ....	16
4	Porcentaje de digestibilidad de Materia Seca (% DIVMS), obtenida para <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009. ....	17
A 1	Resultados de ANDEVA, para la variable producción (MS kg ha <sup>-1</sup> ). ....	25
A 2	Pruebas de comparación de medias (Tukey, Infostat) para la variable altura (cm).....	26
A 3	Prueba de contrastes polinómicos (Infostat), para la variable edad (días). ....	26
A 4	Datos ordenados para ANDEVA. <i>Panicum maximun</i> cv. Mombasa, en los diferentes tratamientos, en San Carlos, Alajuela. ....	27

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Promedios mensuales de temperatura durante el periodo del ensayo. Instituto Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica de Santa Clara. Santa Clara, San Carlos.....	6
2	Promedios mensuales de la precipitación durante el periodo del ensayo. Instituto Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica de Santa Clara. Santa Clara, San Carlos.....	7
3	Promedios mensuales de la humedad relativa durante el periodo del ensayo. Instituto Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica de Santa Clara. Santa Clara, San Carlos.....	7
4	Distribución de los tratamientos en el área experimental. Santa Clara, 2009.....	8
5	Producción de materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ), obtenida para <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009. ....	13
6	Porcentaje de materia seca (% MS), obtenida para <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009. ....	14
7	Porcentaje de proteína (% PC), obtenida para <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, en San Ramón, Alajuela, 2009.....	16
8	Porcentaje de digestibilidad de materia seca (% DIVMS), obtenida para <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.....	18
9	Producción de materia seca (kg MS ha <sup>-1</sup> ), porcentaje de proteína cruda (%PC), digestibilidad <i>in Vitro</i> de materia seca	

	(%DIVMS), obtenida para <i>Panicum maximun</i> cv. Mombaza, para una uniformización de 20 cm de altura, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009. ....	19
10	Producción de materia seca (kg MS ha-1), porcentaje de proteína cruda (%PC), digestibilidad <i>in Vitro</i> de materia seca (%DIVMS), obtenida para <i>Panicum maximun</i> cv. Mombaza, para una uniformización de 40 cm de altura, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009. ....	20

## RESUMEN

Rodríguez, M. 2009. Rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximum* cv. *Mombasa*, a diferentes edades y alturas de corte.

Con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes edades y alturas de corte sobre el rendimiento y valor nutricional del forraje producido por el pasto *Panicum maximum* cv. *Mombasa*, se condujo el siguiente experimento en la finca La Balsa, propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicada en el Distrito de Peñas Blancas, Cantón de San Ramón, Provincia de Alajuela, Costa Rica; localizada a 10° 22' Latitud Norte, 84° 31' Longitud Oeste y a una altura de 160 m.s.n.m. Se evaluaron seis edades de rebrote (10, 20, 30, 40, 50 y 60 días) y dos alturas de corte ó pastoreo (20 y 40 cm). Se implementó un diseño experimental completamente al azar con sub-muestreo, con 12 tratamientos y tres repeticiones. El análisis estadístico mostró que existen efectos de la altura de corte ( $P= 0,0134$ ), no así para la interacción altura por edad ( $P \geq 0,05$ ) para producción de MS; y se encontró efecto significativos de la edad de rebrote ( $P \leq 0,05$ ), sobre la producción de MS. Los valores obtenidos para rendimiento de MS denotan un incremento típico conforme avanza en edad (1218, 2629, 3815, 7242, 9104 y 10352 kg MS ha<sup>-1</sup>, a edades de 10, 20, 30, 40, 50, 60 días, respectivamente). Con respecto al valor nutricional, conforme avanzó la edad de *P. maximum* el contenido de PC se redujo al igual que la DIVMS. Los resultados presentan una típica disminución a medida que el pasto madura (10,5; 11; 10; 9; 8; y 6,55 % de PC y 68,5; 67,0 ; 66,5; 64,0; 64,0 y 62,5 % DIVMS a edades de 10, 20, 30, 40, 50, 60 días, respectivamente). Bajo las condiciones que se desarrolló el presente trabajo se puede concluir que conforme avanza la edad de pasto *Panicum maximum* cv *Mombasa*, el rendimiento de materia seca aumenta, pero su valor nutricional (PC y DIVMS) disminuye, y el pastoreo a 20 o 40 cm de altura, tiene efecto significativo sobre el rendimiento de MS y valor nutricional.

**Palabras claves:** *Panicum maximum* cv. *Mombasa*, producción materia seca, contenido nutricional, edad de rebrote, altura de corta

## ABSTRACT

Rodríguez, M. 2009. Yield and nutritional value of the *Panicum maximum* cv. Mombasa, to different ages and heights of cut.

With the purpose of evaluating the effect of different ages and heights cutting on the yield and nutritional value of the forage produced by the *Panicum maximum* cv. Mombasa, conducted the following experiment in the farm La Balsa, property of the Instituto Tecnológico de Costa Rica, located in the District of Peñas Blancas, San Ramón, Province of Alajuela, Costa Rica; located 10° 22' North Latitude, 84° 31' West longitude and to a 160 height of m.s.n.m. Were evaluated of sprout again (10, 20, 30, 40, 50 and 60 days) two pasturing and six, heights of cuts (20 and 40 cm). Experimental the design was random with sub-sampling, 12 treatments and three repetitions. The statistical analysis showed that effects of the height exist ( $p= 0,0134$ ), nor of the interaction height by age ( $P \geq 0.05$ ) for MS production; but present significant of the age of sprout was ( $P \leq 0.05$ ), on the MS production. The values obtained for MS yield denote a typical increase conforms advances in age (1218, 2629, 3815, 7242, 9104 y 10352 kg MS ha<sup>-1</sup>, a edades de 10, 20, 30, 40, 50, 60 días, respectivamente). With respect to the nutritional, in agreement value it advanced the age of *P. maximum* the PC content is reduced like the DIVMS. The results present/display a typical diminution as mature grass (10,5; 11; 10; 9; 8; y 6,55 % de PC y 68,5; 67,0 ; 66,5; 64,0; 64,0 y 62,5 % DIVMS a edades de 10, 20, 30, 40, 50, 60 días, respectivamente). Under the conditions that were developed the present work can be concluded that in agreement it advances the age of grass *Panicum maximum* cv *Mombasa*, the yield of dry matter increases, but its nutritional value (PC and DIVMS) diminishes, and the pasturing to 20 or 40 cm of height, have significant effect on the MS yield and nutritional value.

**Key words:** *Panicum maximum* cv *Mombasa*, production dry matter, nutritional content, age of sprout again, height of short.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de ganado, tanto en Costa Rica como en otras regiones, por lo general tienen como fuente de alimentación principal los pastos. En la mayoría de los casos, los pastos no son capaces de suplir las necesidades básicas de los animales, influyendo esto en el rendimiento de los mismos. Esta situación se da porque los recursos utilizados no presentan la suficiente calidad nutricional y cantidad de producción para obtener mejores resultados.

En Costa Rica existen ciertos problemas con respecto a los pastizales, que tienen que ver con el manejo así como con desconocimiento de la especie utilizada, esto genera un uso inadecuado de los pastos, impidiendo llegar a resultados óptimos de producción. A esto se adjunta la carencia de nutrimentos existente a nivel de suelo, la irregularidad de las precipitaciones y la utilización de especies no adaptadas a las condiciones presentes. Los factores anteriormente mencionados causan escases de materia seca en los forrajes en ciertas épocas de año.

Una de las pasturas que se ha venido utilizando en la zona norte de Costa Rica en los últimos tiempos es *Panicum maximum* cv. Mombaza, ésta ha tenido demanda por parte de los ganaderos debido a sus altos rendimientos, excelente aceptación por el ganado, además es un pasto de porte alto (puede llegar a medir hasta 2 metros), de manera que se puede usar tanto en pastoreo como en corte o ensilado, sin embargo, en ocasiones los productores desconocen el manejo adecuado de esta especie, por tal razón no se logran los rendimientos óptimos esperados por la misma.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, el presente estudio pretendió conocer la respuesta del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza a diferentes edades de rebrote y a dos alturas de corte diferentes, en términos de producción de materia seca y valor nutricional con el interés de poder establecer su manejo

adecuado; con ello se lograría establecer un modelo productivo y brindar a los productores de la zona una referencia básica con respecto al manejo que debe llevarse a cabo de dicha especie.

## **1.1. Objetivo**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Evaluar el efecto de diferentes edades y altura de corte sobre el rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza con el interés de poder establecer la frecuencia de pastoreo óptima.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar el rendimiento de materia seca (MS kg/ha) del *Panicum maximum* cv. Mombaza a diferentes edades y altura de corta.
- Determinar el valor nutricional (% PC, % DIVMS, % FAD, % FDN) del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza a diferentes edades y alturas de corta.
- Determinar la mejor edad y altura de corte del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza en relación con la producción y valor nutricional.

## **1.2 Hipótesis:**

- Se espera que conforme avance la edad de rebrote se dé un aumento en la producción de materia seca y una disminución en el valor nutricional (% PC, % DIVMS).
- Se espera que las alturas de rebrote (20 y 40 cm), tengan efecto en el rendimiento de materia seca y valor nutricional (% PC, % DIVMS).

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 *Panicum maximun cv. Mombasa*

Es una gramínea tropical perenne originaria de Tanzania, Africa. Fue liberada por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) en 1993 con el código BRA 006645.

La especie *Panicum maximun cv. Mombaza*, es de porte alto, que se desarrolla principalmente en macollas aisladas y pueden alcanzar hasta tres metros de altura. La inflorescencia es una espiga abierta con ramificaciones laterales. (CATIE *et al* sf)

Los *Panicum maximum*, se conocen con el nombre de Guineas, todas son especies macolladas de alto crecimiento por lo que podrían ser utilizadas en pastoreo o en corte, estos presentan buenos rendimientos en condiciones de trópico húmedo pero requieren suelos de moderada a alta fertilidad y de no ser así, adecuados programas de fertilización para no tener problemas de pérdida de vigorosidad, aunque se han dado casos de algunas líneas que presentan tolerancia a bajas fertilidades (Villareal 1998).

### 2.2 Producción de forraje y adaptabilidad

El *Panicum maximun cv. Mombaza* es una especie con amplio rango de adaptación desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, crece bien bajo suelos de alta fertilidad y soporta niveles moderados de sequía, por su gran sistema radicular. Para lograr una buena pastura se requiere una adecuada preparación del terreno. El primer pastoreo se puede hacer a los 180 días después de la siembra. Es una especie bastante exigente en fertilidad del suelo y por ello es común encontrarla manejada con niveles altos de fertilización y en los mejores suelos que se explotan con ganadería. Con sistemas de fertilización, se han

alcanzado niveles de producción de 40-50 ton de Materia seca (MS)/ha/año (150 - 200 ton de MV/ha /año) (CATIE *et al* sf).

En cuanto a suelo. se requiere condiciones de pH de 6 a 8 y bien drenados, una precipitación de 900 a 2000 mm y temperatura de más de 18 grados centígrados (Cuadrado *et al.* 2002).

El *Panicum maximum* cv. *Mombaza* es una especie que mejora su comportamiento cuando es sometida a penumbra o sombra rala de una especie arbórea adecuada. En las zonas de bosque húmedo tropical de Costa Rica se han encontrado producciones de 14 t MS/ha/año, la cual fue superior a la encontrada para *B. brizantha* y para *B. decumbens* en la misma zona y con los mismos cortes (CATIE *et al* sf).

La producción de *Panicum maximum* cv. *Mombaza* varía dependiendo de la calidad de los suelos y de clima en los cuales se desarrolla. Esta puede ser usada para producir heno cortándolo entre los 40 y 70 días sin que difiera el coeficiente de digestibilidad de la MS. La calidad nutricional es buena; la *digestibilidad in vitro* de la M.S es del 70%; el contenido de proteína puede variar entre el 8 y el 22%. La altura de pastoreo varía pero se recomienda hacerlo cuando alcanza entre 60 y 80 cm, aprovechándolo hasta los 20 cm. La producción de semillas se encuentra generalmente entre 50 y 300 kg de semilla/ha efectuando la cosecha entre los 28 y 36 días después de la aparición de la inflorescencia (CATIE *et al.* sf).

Según Coauro *et al.*, (2004) en un estudio realizado en *Panicum maximum* variedades Guinea común y sus cultivares Mombasa y Tanzania, con el objetivo de comparar los contenidos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), *digestibilidad in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de la fibra detergente neutra (DIVFDN), realizando muestreos a los 21, 42 y 63 días de edad, se comprobó que el contenido de proteína cruda de los cultivares Mombasa y Tanzania es de 12% a los 21 días, de 10% a los 42 días y de 9% a los 63 días, un poco inferior a los

contenidos de la Guinea común. La Guinea común presentó valores inferiores de FDN a los 21 días pero no mostró diferencia a los 42 y 63 días de edad. La DIVMS en la Guinea común mostró valores semejantes a los cultivares Mombasa y Tanzania. La DIVFDN no mostró diferencia en los diferentes cultivares a los 21 y 42 días pero la Guinea común fue inferior a los cultivares Mombasa y Tanzania a los 63 días. En las condiciones evaluadas no hubo ninguna ventaja de los cultivares Mombasa y Tanzania sobre la Guinea común.

Valderrama (2002), refería rendimientos para el *Panicum maximum* 4,42 y 4,7 tn M.S/ha. Con un rendimiento de proteína de 0,31 tn/ha y 0,59tn/ha y rendimiento de fibra de 1,67 tn/ha y 1,72 tn/ha en las épocas de mínima y máxima precipitación respectivamente.

### **2.3 Valor nutricional.**

El valor nutricional se refiere a una serie de conceptos, entre los cuales se pueden mencionar: digestibilidad, proteína cruda, eficiencia energética entre otros. La calidad de los forrajes y alimentos fibrosos varía de acuerdo a diversos factores. La planta conforme crece y madura declina su valor nutritivo, estas alteraciones son causadas por cambios en su composición química incrementándose su lignificación y reduciendo el número de hojas (García 2002).

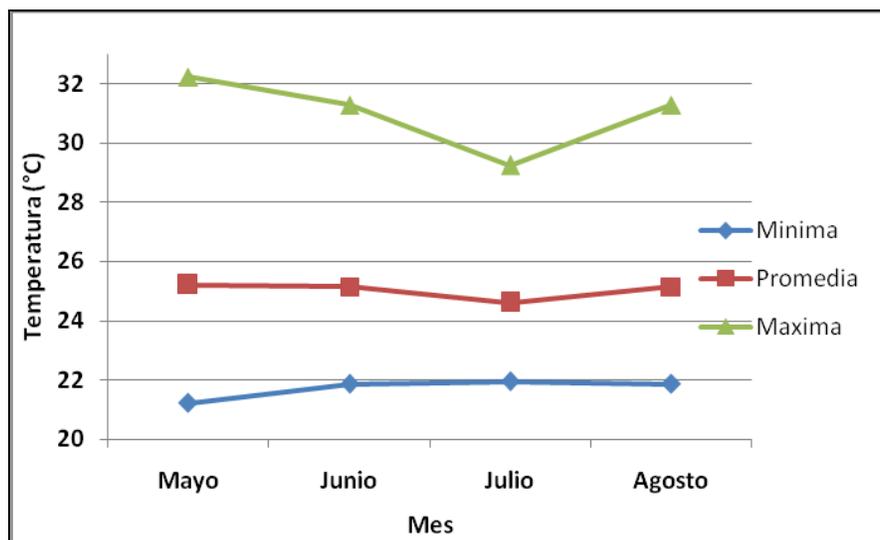
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del estudio

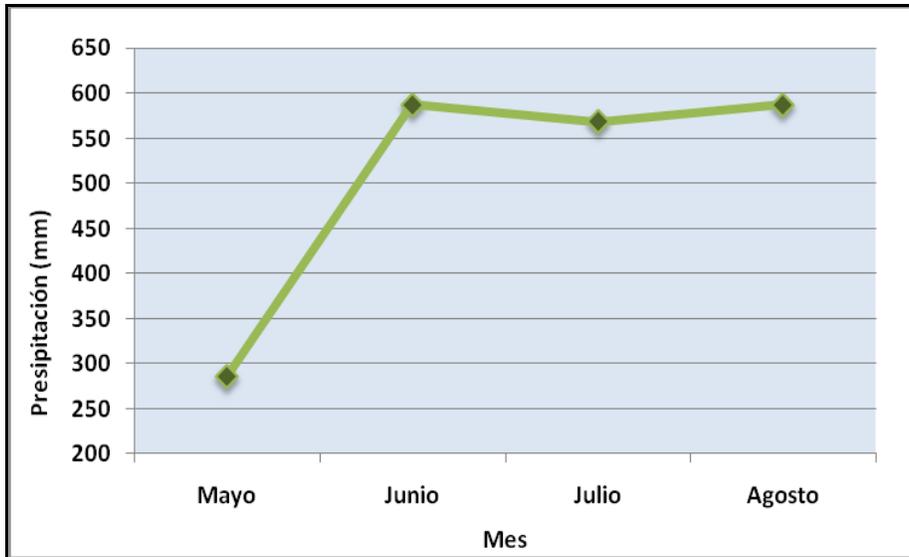
Este trabajo se desarrolló en finca “La Balsa”, propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicada en el Distrito de Peñas Blancas, Cantón de San Ramón, Provincia de Alajuela, Costa Rica; localizada a 10° 22´ latitud norte, 84° 31´ longitud oeste y a una altura de 160 m.s.n.m.

#### 3.2 Condiciones climáticas

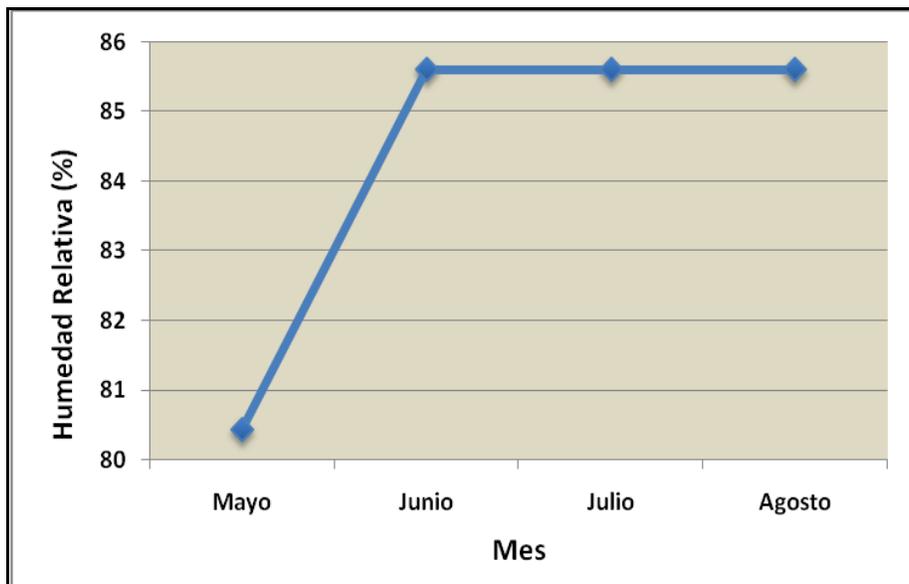
La región se clasifica bioclimáticamente como Bosque Tropical Húmedo, transición a muy húmedo (Holdridge 1987). Las temperatura máxima promedio durante el periodo del trabajo fue de 32,2 °C, una media de 25,7°C y mínima promedio de 21,2 °C (Figura 1); la precipitación mínima mensual fue de 286,1 mm, y la máxima mensual de 587,5 mm, para una precipitación promedio mensual de 436,8 mm (Figura 2); la humedad relativa máxima fue de 85,6 %, la mínima de 80,4%, con un promedio de 83,0 % (Figura 3).



**Figura 1.** Promedios mensuales de temperatura durante el periodo del ensayo. Instituto Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica de Santa Clara. Santa Clara, San Carlos



**Figura 2.** Promedios mensuales de la precipitación durante el periodo del ensayo. Instituto Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica de Santa Clara. Santa Clara, San Carlos.



**Figura 3.** Promedios mensuales de la humedad relativa durante el periodo del ensayo. Instituto Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica de Santa Clara. Santa Clara, San Carlos.

### 3.3 Tratamientos evaluados

Se evaluaron seis edades de rebrote y dos alturas de corte, para pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza, para un total de 12 tratamientos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Tratamientos estudiados en el ensayo rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximum* cv Mombaza. Santa Clara, 2009.

Edad (Días)	Altura (cm)	
	20 cm	40 cm
10	T1	T2
20	T3	T4
30	T5	T6
40	T7	T8
50	T9	T10
60	T11	T12

### 3.4 Área experimental

Se distribuyeron al azar doce tratamientos, en un potrero de una hectárea, sembrado con *Panicum maximun* cv. Mombaza (Figura 4). La siembra se efectuó durante el mes de setiembre del año 2007 utilizando semilla vegetativa.

T2	T1	T8	T5	T11	T4
T11	T7	T4	T3	T10	T12
T4	T6	T7	T3	T9	T11
T9	T12	T10	T7	T9	T8
T3	T1	T10	T6	T1	T6
T12	T5	T2	T5	T8	T2

Figura 4. Distribución de los tratamientos en el área experimental. Santa Clara, 2009.

### **3.5 Variables evaluadas**

#### **3.5.1 Producción de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>)**

Se realizó un corte de uniformización a alturas de 20 y 40 centímetros sobre la superficie del suelo, según cada tratamiento asignado. Posteriormente se tomaron tres sub-muestras de cada repetición de los tratamientos establecidos.

#### **3.5.2 Muestreo para MS:**

- a) Se utilizó un marco de acero, de 50 cm de lado, (0,25 m<sup>2</sup>).
- b) Se colocó el marco aleatoriamente sobre cada parcela experimental.
- c) En cada repetición se cortaron tres sub-muestras del forraje a 20 o 40 centímetros de altura sobre el nivel del suelo, según el tratamiento correspondiente.
- d) Se colectó cada sub-muestra en bolsas plásticas, debidamente identificadas.
- e) En el laboratorio se pesó cada sub-muestra, (peso fresco PF).
- f) A cada sub muestra se le determinó el contenido de MS a 55 °C por secado en horno de aire forzado durante 72 horas (según Cuadro A4).

#### **3.5.3 Cálculo de la materia seca:**

- a) El contenido de materia parcialmente seca se determinó por secado de la muestra a 55°C por 72 horas en horno de aire forzado. El pesaje se realizó una vez que la muestra se equilibró con la humedad ambiente (12 horas después de retirada del horno).
- b) Se corrigió el contenido de materia seca total utilizando la siguiente fórmula: (MS 55°C X MS 105°C).
- c) Las muestras fueron molidas en el molino Wiley, con criba de 1 mm.

d) Determinación del porcentaje de MS.

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{PS}}{\text{PF}} \times 100$$

e) Rendimiento de MS en g/m<sup>2</sup>

$$\text{MS g/m}^2 = (\% \text{ MS} \times (\text{PF}/100)) \times 4$$

#### **3.5.4 Contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* (% PC %DIVMS)**

Para determinar estas variables nutricionales, se tomó una muestra compuesta, de las sub-muestras tomadas de cada repetición asignada a los distintos tratamientos y se analizaron en laboratorio utilizando las metodologías micro-kjendalh para %PC y el método de Tilley y Terry (1963), para %DIVMS.

Debido a que se trabajó con una muestra compuesta para cada tratamiento, no fue posible realizar un análisis estadístico, para estudiar el comportamiento de los datos obtenidos. Razón por la cual, los resultados se estudiaron mediante un modelo matemático (Regresión Lineal o Ajuste Lineal), el cual modeliza la relación entre una variable dependiente Y, las variables independientes X.

#### **3.6 Diseño experimental.**

Se implementó un diseño experimental completamente al azar con sub-muestreo, con doce tratamientos y tres repeticiones. El modelo matemático para analizar el experimento fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + A_j + E^*A_{ij} + \xi\xi_{ijk} + \xi M_{ijk}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  = Cualquier observación realizada  
 $\mu$  = Media general del experimento  
 $E_i$  = Efecto de la edad de corte  
 $A_j$  = Efecto de la altura de corte  
 $E^*A_{ij}$  = Interacción edad de corte por altura de corte  
 $\xi\xi_{ijk}$  = Efecto del error experimental  
 $\xi M_{ijk}$  = Efecto del error de muestreo

Los efectos principales e interacciones sobre las variables de respuesta en estudio, fueron analizados por medio de un ANDEVA, desarrollado mediante el programa InfoStat, 2009 (cuadro A1).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Producción de materia seca.

Los resultados del análisis estadístico (Cuadro A1) demostraron que existen diferencias altamente significativas ( $P= 0,0001$ ) por efecto de la edad de cosecha (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas) sobre los valores obtenidos para la variable producción de MS. Se realizó una prueba de contrastes polinomiales en la cual se determinó que el comportamiento de los valores correspondientes a producción de MS siguen una tendencia lineal (Cuadro A3). La evaluación de la altura de corte (20 cm y 40 cm), presentó diferencias significativas ( $P = 0.0134$ ), la interacción entre la altura de corte y la edad de cosecha no mostró diferencias significativas para los valores de la variable bajo estudio ( $P = 0, 7325$ ). En el Cuadro 2 y Figura 5 se presentan los valores promedios obtenidos para producción de materia seca ( $MS\ kg\ ha^{-1}$ ) para cada tratamiento.

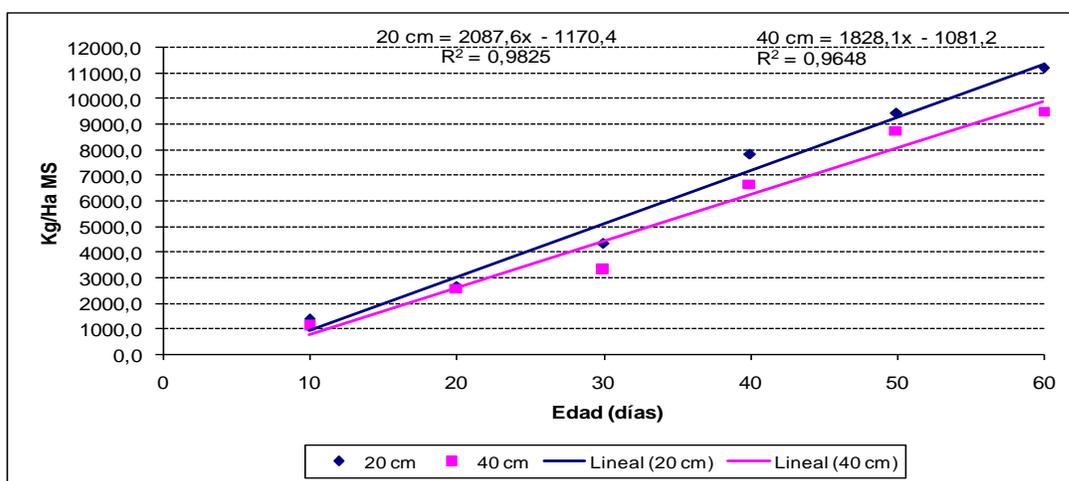
**Cuadro 2.** Producción de materia seca ( $MS\ kg\ ha^{-1}$ ) para *Panicum Maximum* cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

edad (días)	Altura (cm)		Promedio
	20 cm	40 cm	
10	1.346,7	1.088,9	<b>1.218</b>
20	2.675,6	2.582,2	<b>2.629</b>
30	4.324,4	3.305,9	<b>3.815</b>
40	7.825,0	6.658,3	<b>7.242</b>
50	9.452,5	8.755,9	<b>9.104</b>
60	1.1194	9.510,6	<b>10.352</b>
Promedio	<b>6.136,3</b>	<b>5.317,0</b>	

Se observó un incremento en la producción de materia seca conforme avanza la edad, este incremento pudo deberse principalmente a que con la edad de la planta aumenta el proceso fotosintético y con ello la síntesis de carbohidratos

estructurales, por lo que hay un aumento en la acumulación de materia seca (Verdecia et al. 2009).

Según Verdecia et al. (2009) en un estudio realizado donde se estudiaron los potenciales agroproductivos de dos variedades de *P. maximum* (Mombaza y Uganda), se estudiaron cuatro edades de rebrote (30, 45, 60 y 75 días) y una altura de corte de 10 cm, se determinó que el rendimiento en materia seca total, de las hojas y los tallos aumentaron con la edad de rebrote obteniéndose los mejores resultados a los 75 días con (4,02 t MS ha<sup>-1</sup>) y (9,02 t MS ha<sup>-1</sup>), para Uganda y Mombaza respectivamente; esto es similar a lo encontrado en este trabajo, donde se reportó una producción de MS de 10.352 MS ha<sup>-1</sup> para una edad de rebrote de 60 días. Estudios realizados por Ramírez et al. (2009), en el pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza, reporta una acumulación de forraje durante la época lluviosa (24300 kg MS ha<sup>-1</sup>), para un intervalo de corte de 7 semanas, el cual fue el mejor intervalo que se presentó en el estudio, los intervalos de corte estudiados fueron 3, 5 y 7 semanas. Los valores expuestos son más altos que los encontrados en este trabajo, (9000 kg MS ha<sup>-1</sup>) aproximadamente, para un intervalo de 50 días, durante el periodo junio-agosto.

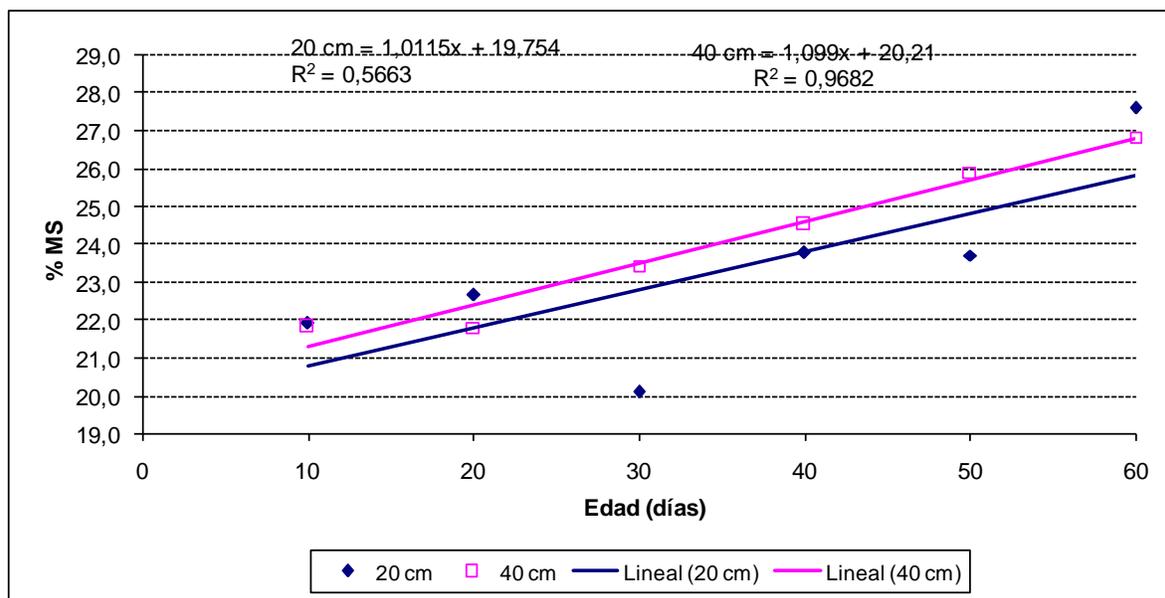


**Figura 5.** Producción de Materia Seca (kg ha<sup>-1</sup>), obtenida para *Panicum maximum* cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

En la figura 5 se puede observar un comportamiento lineal de los valores obtenidos, lo que denota un incremento típico en la producción de biomasa de los forrajes conforme avanza en edad.

En el cuadro 2 se puede ver los promedios para las alturas de corte, 6.136,3 kg MS ha<sup>-1</sup> y 5.317 kg MS ha<sup>-1</sup>, para 20 y 40 cm respectivamente, además el cuadro A2 corrobora lo expuesto en cuadro 2, ya que se puede apreciar las diferencias que existen entre las medias de la variable altura de corte.

En la siguiente figura (figura 6), se puede apreciar de manera gráfica los porcentajes de MS y la línea de tendencia, en los diferentes tratamientos para *Panicum maximum* cv. Mombaza, donde se muestra que los porcentajes de MS varían en un rango entre 21 a 27%, a edades de de 10 a 60 días, respectivamente, con valores crecientes y lineales, conforme aumenta la edad de rebrote, de manera tal que se presenta un comportamiento muy similar a la producción de MS.



**Figura 6.** Porcentaje de Materia Seca (% MS), obtenida para *Panicum maximum* cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

En la figura anterior se puede observar el comportamiento lineal ascendente de los valores obtenidos, con respecto al porcentaje de materia seca, se puede apreciar un descenso para el caso de 30 días de edad y una altura de uniformización de 20 cm, esto provoca que se dé una disminución en el valor del coeficiente de determinación, este descenso pudo estar afectado por factores asociados al error experimental.

Ayala et al. (sf) determinaron porcentajes de materia seca de 23% y 27% con intervalos de rebrote de 4 y 6 semanas, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos en el presente trabajo, donde se encontraron valores de materia seca 26 y 27% a los 60 días de rebrote.

## **4.2 Valor nutricional**

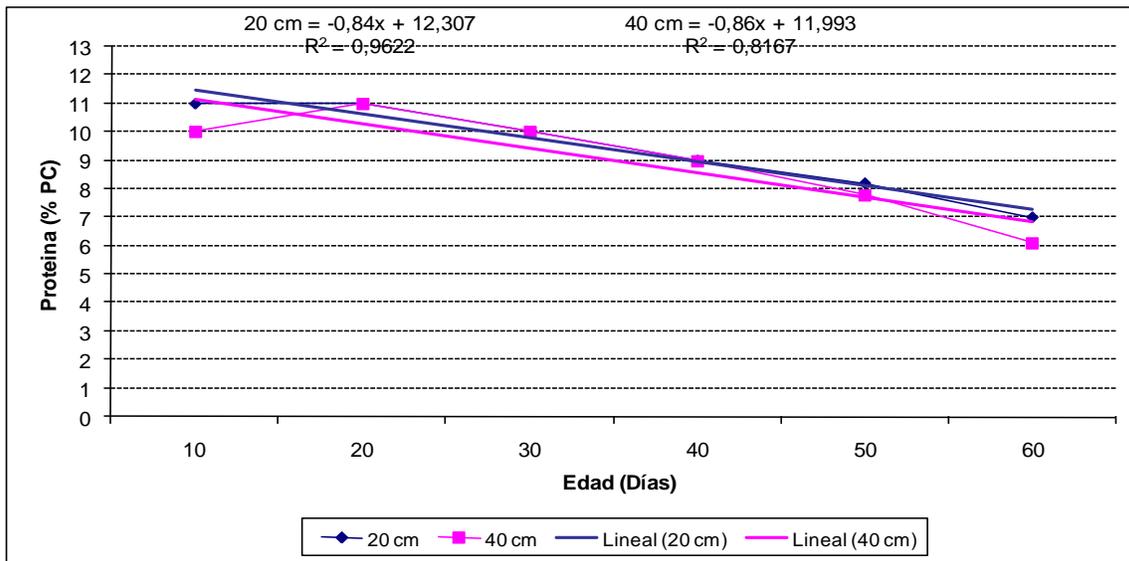
### **4.2.1 Proteína cruda (% PC)**

La tendencia de los datos muestra que a medida que aumentó la edad de rebrote disminuyó el contenido de PC (figura 7), esto se debe principalmente a que conforme aumenta la edad de rebrote, la planta va sufriendo cambios significativos en los componentes solubles y estructurales, además, por su fisiología la planta trasloca parte de estos compuestos a órganos de reserva (raíz) o reproductivos (flor), disminuyendo así su valor nutricional y la digestibilidad.

En la Figura 7 se muestra una correlación negativa entre el contenido de PC presente en la planta y la producción de materia seca de la misma, quedando en evidencia que conforme aumenta la edad de corte de las plantas se obtiene una mayor cantidad de materia seca, pero ocurre una disminución tanto en el porcentaje de PC como en la DIVMS. Lo anteriormente descrito concuerda con lo expresado por Ramírez *et al.* (2009), donde especifica que conforme aumenten los intervalos de corte se verá afectada negativamente la estructura del forraje.

**Cuadro 3.** Porcentaje de Proteína (% PC), obtenida para *Panicum maximun* cv Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

Edad (Días)	Altura (cm)	
	20 cm	40 cm
10	11	10
20	11	11
30	10	10
40	9	9
50	8,2	7,8
60	7	6,1



**Figura 7.** Porcentaje de Proteína (% PC), obtenida para *Panicum maximun* cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, en San Ramón, Alajuela, 2009.

Se puede observar que los datos correspondientes al %PC, no difieren en gran cantidad para la variable altura de rebrote, ya que se tienen valores entre 11 y 7% para el caso de 20 cm, y valores entre 10 y 6,1 para 40 cm de altura (cuadro 3).

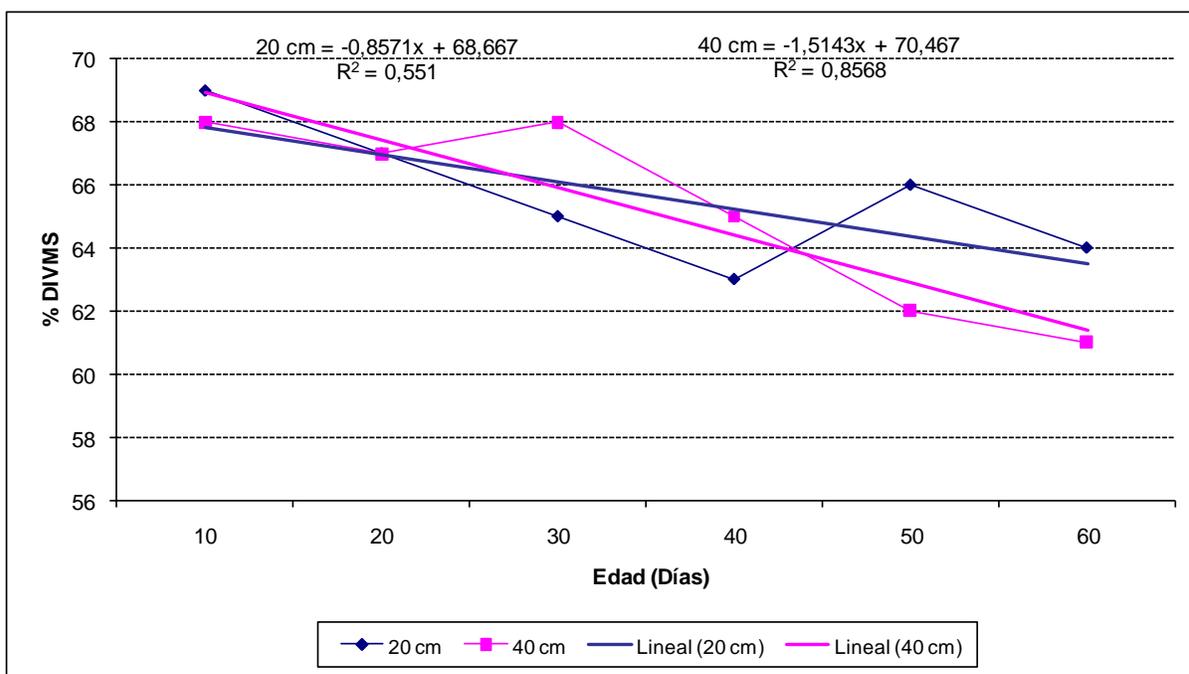
#### 4.2.2 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS).

Los resultados encontrados para DIVMS muestran una disminución conforme aumenta la edad de rebrote (Cuadro 4 y Figura 8), esto se debe principalmente a que conforme aumenta la edad, la planta sufre una serie de cambios, morfológicos y fisiológicos que transforman los componentes solubles y estructurales de la planta, incrementando las paredes celulares, generando una disminución en el porcentaje de DIVMS.

Según Ayala et al. (sf), la digestibilidad para *Panicum maximun* cv. Mombaza, alcanzada en un estudio realizado, con edades de rebrote de 4 y 6 semanas, fue de 61,1%. Este dato es similar a los valores expuestos en este trabajo, como se presenta en el cuadro 4, valores de 69 a 64% y 68 a 61%, para 20 y 40 cm de altura respectivamente, con edades de rebrote entre 10 y 60 días.

**Cuadro 4.** Porcentaje de digestibilidad de Materia Seca (% DIVMS), obtenida para *Panicum maximun* cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

Edad (Días)	Altura (cm)	
	20 cm	40 cm
10	69	68
20	67	67
30	65	68
40	63	65
50	66	62
60	64	61

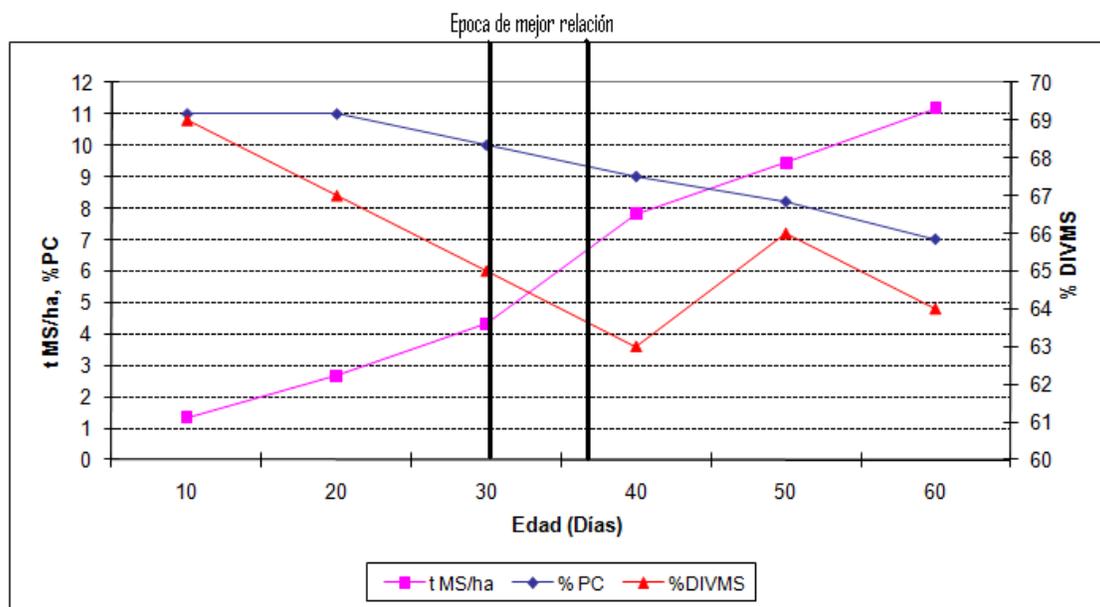


**Figura 8.** Porcentaje de digestibilidad de Materia Seca (% DIVMS), obtenida para *Panicum maximum* cv. Mombaza, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

#### 4.3 Relación de la edad de corte con la producción de MS y valor nutricional.

Según los resultados obtenidos y las tendencias que se muestran para producción de MS y valor nutricional del forraje presentes en este trabajo, se comprueba lo descrito por Ramírez *et al.* (2009), los cuales manifiestan que conforme aumenten los intervalos de corte se verá afectada negativamente la estructura del forraje, manifestándose esto en una reducción en los porcentajes de PC y DIVMS. Esto se produce por el incremento de las paredes celulares, la disminución de la actividad metabólica y la síntesis de diversos compuestos, a medida que avanza la edad de rebrote. También se da el caso que aumenta la lignificación de las estructuras por tanto se presenta una disminución directa en la digestibilidad.

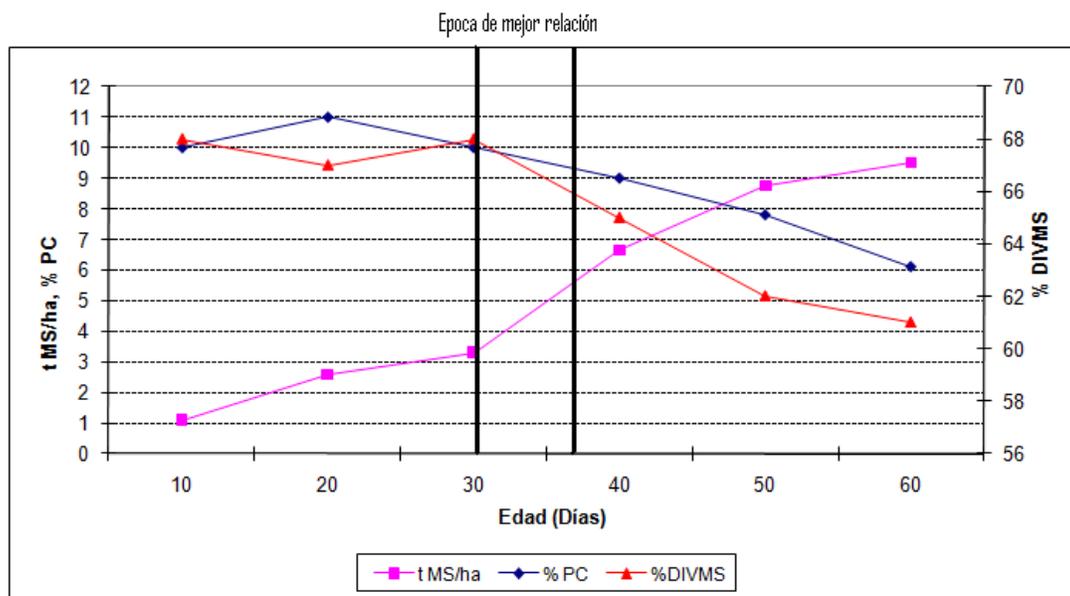
En las Figuras 9 y 10, se pueden observar en conjunto los valores obtenidos para producción (MS kg ha<sup>-1</sup>) y valor nutricional (% DIVMS y % PC) a las diferentes edades de cosecha del forraje, con altura de uniformización de 20 y 40 cm respectivamente.



**Figura 9.** Producción de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>), porcentaje de proteína cruda (%PC), digestibilidad in Vitro de materia seca (%DIVMS), obtenida para *Panicum maximum* cv. Mombaza, para una uniformización de 20 cm de altura, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

Según los datos obtenidos y bajo en las condiciones en las que se realizó este estudio, la época óptima para pastoreo de *Panicum maximum* cv. Mombaza es a una edad entre 30 y 36 días de rebrote, aproximadamente. Donde está pastura presenta buena producción de MS, buen % PC y buen %DIVMS, tanto para el caso de 20 cm de altura de uniformización como para el de 40 cm. Con producción de MS entre 4 a 7 t MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, con una media a los 33 días de 5,5 t MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, un porcentaje de PC aproximada entre 10 a 9%, con un valor promedio a 33 días de 9,5%, una DIVMS de entre 65 a 63%, con un valor promedio a 33 días de 64%, esto para 20 cm de altura de uniformización.

Por su parte una producción de MS entre 3 a 6 t MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, con una media a los 33 días de 4,5 t MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, un porcentaje de PC aproximada entre 10 a 9%, con un valor promedio a 33 días de 9,5%, una DIVMS de entre 67 a 65%, con un valor promedio a 33 días de 66%, para 40 cm de altura de uniformización (figura 10).



**Figura 10.** Producción de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>), porcentaje de proteína cruda (%PC), digestibilidad in Vitro de materia seca (%DIVMS), obtenida para *Panicum maximum* cv. Mombaza, para una uniformización de 40 cm de altura, en los diferentes tratamientos, San Ramón, Alajuela, 2009.

La recomendación de pastoreo planteada se fundamenta en las condiciones climáticas presentes en la zona. Esta recomendación se realiza tomando en cuenta la producción en las diferentes edades, así como el contenido de PC y la DIVMS. Se pretende establecer el momento más óptimo de cosecha, en el cual se cuente con la mayor producción de materia seca sin afectar los niveles de PC y DIVMS.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo la condición en que se desarrolló el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- Conforme avanzó la edad del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza, la producción de forraje se incrementó de forma lineal.
- El valor nutricional del forraje del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza, cosechado (% DIVMS y % PC) disminuye a medida que se incrementa la edad de la planta.
- se encontró diferencias en cuanto a las alturas de corte (20 y 40 cm), más que nada para la variable producción de materia seca, no así para el valor nutricional del forraje del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza.
- La mayor producción de forraje se logró a la altura de corte de 20 cm.
- Según los datos obtenidos, se recomienda pastorear *Panicum maximum* cv. Mombaza, entre 30 y 36 días de rebrote, donde se logra la mejor relación entre producción de MS y valor nutricional.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar este trabajo para la época de menor precipitación.
- Realizar trabajos similares, donde se estudie el efecto de la fertilización, en la producción de materia seca y valor nutricional de la misma, como una opción para intensificar la ganadería.
- Realizar estudios, en las diferentes zonas climáticas y tipos de suelo, del país, para obtener recomendaciones oportunas.
- Realizar estudios similares a este en el cual se incluya una comparación entre distintas especies de forrajes y diversas condiciones, con el fin de establecer las especies más adaptadas a ciertas zonas.
- Trabajos de este tipo deben necesariamente contar con evaluación repetida en el tiempo para realmente conocer el comportamiento del rebrote, independientemente de las edades escogidas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Ayala, M; Castrejón, P; Angeles, C; Paredes, R. sf. VALOR NUTRITIVO Y DIGESTIBILIDAD DE TANZANIA, MOMBASA Panicum Maximun, INSURGENTE Brachiaria brizantha y MULATO Brahiaria híbrido, A DOS EDADES DE REBROTE EN SEQUIA. Instituto tecnológico agropecuario. Vol. 18

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñaza), CIPAV (Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria), NITLAPAN (Instituto de Investigación y Desarrollo de la Universidad Centroamericana), (ABC) (American Bird Conservancy). Sf. Guinea Tanzania y Guinea Mombaza Panicum maximum.

Coauro. M, González. B, Araujo-Febres. O, Vergara. J. 2004. Composición química y digestibilidad in vitro de tres cultivares de guinea (*Panicum maximum* jacq.) a tres edades de corte en bosque seco tropical. Pastos y forrajes. p 112. Disponible en [http://www.avpa.ula.ve/congresos/memorias\\_xiicongreso/pdfs/07\\_pastos/07\\_pastos\\_gramineas\\_pag121.pdf](http://www.avpa.ula.ve/congresos/memorias_xiicongreso/pdfs/07_pastos/07_pastos_gramineas_pag121.pdf)

Cuadrado. H, Mejía. S, Reza. S, Sánchez. L. 2002. Ensilaje de pasto guinea (*Panicum Maximum*) cultivar Mombasa para romper la estacionalidad de la producción, Centro de investigación turipaná. Disponible en <http://www.buscagro.com/produccion-vegetal/Pasturas-y-forrajas/more37.html> - 25k

García, I. 2002. Nutrición de rumiantes. Disponible en: <http://www.angelfire.com/ar/iagg101/images/vansoest2.PDF>. pág 4.

- Hurtado, R, 2003. Mombaza. Agropecuaria Huallamayo SRL. Tarapoto Perú.  
Disponibile en <http://www.huallamayo.com.pe/tanzania.htm>
- Kaehler. R, Vález. M, Flores. A, Santillán. R. 1993. Ensilaje de pasto guinea (panicum maximun Jacq.) en la alimentación de vacas lecheras. Ceiba. 34 (2): 395-402
- Ramírez, O.; Hernández, A.; Carneiro. S.; Pérez, J.; Enríquez, J.; Quero, A; Herrera, J.; Cervantes, A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (Panicum maximum Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. 47(2):203-213
- Valderrama. R. 2002. Introducción y evaluación de seis gramíneas forrajeras en la provincia carrasco del trópico de cochabamba. Lic. Bolivia. UMSS.  
Disponibile en [www. agr.umss.edu.bo/invest/rbalderrama.htm](http://www.agr.umss.edu.bo/invest/rbalderrama.htm) - 5k -
- Villareal. M. 1998. Alternativas forrajeras para el mejoramiento de los sistemas de producción ganadera. M. Sc. Alajuela, Costa Rica. ITCR. P 8
- Verdecia, D. M.; Ramírez, J. L.; Leonard, I.; García, F. 2009. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de Panicum maximum (c.v Mombasa y Uganda) en la provincia Granma (Agroproductive Potentialities of two cultivars of Panicum maximum (c.v Mombasa y Uganda) in the Granma. Revista electrónica de Veterinaria.Vol.10,Nº5.Disponibile en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050509.html>

## 8. ANEXOS

**Cuadro A 1.** Resultados de ANDEVA, para la variable producción (MS kg ha<sup>-1</sup>).

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
kg Ms/h	108	0,83	0,80	29,48

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1266128596,22	15	84408573,08	29,62	<0,0001
Edad (días)	1236230149,56	5	247246029,91	86,76	<0,0001
Altura (cm)	18128569,48	1	18128569,48	6,36	0,0134
Edad (días)*Altura (cm)	7939622,74	5	1587924,55	0,56	0,7325
Repeticion*Edad*Altura>Muestra	3830254,44	4	957563,61	0,34	0,8531
Error	262180047,78	92	2849783,13		
Total	1528308644,00	107			

**Cuadro A 2.** Pruebas de comparación de medias (tukey, Infostat) para la variable altura (cm).

**Test: Tukey Alfa:=0,05**

Altura (cm)	Medias	n	
40,00	5316,96	54	A
20,00	6136,37	54	B

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

**Cuadro A 3.** Prueba de contrastes polinómicos (Infostat), para la variable edad (días).

**Contrastes**

Edad (días)	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	1207455530,72	1	1207455530,72	423,70	<0,0001
Cuadrático	764910,10	1	764910,10	0,27	0,6056
Total	1208220440,81	2	604110220,41	211,98	<0,0001

**Coefficientes de los contrastes**

Edad (días)	Cont.1	Cont.2
10,00	-5,00	5,00
20,00	-3,00	-1,00
30,00	-1,00	-4,00
40,00	1,00	-4,00
50,00	3,00	-1,00
60,00	5,00	5,00

**Cuadro A 4.** Datos ordenados para ANDEVA. *Panicum maximun* cv. Mombasa, en los diferentes tratamientos, en San Carlos, Alajuela.

Edad (días)	Altura (cm)	Tratamiento	Repeticion	Muestra	Peso fresco (g)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	% Materis seca	g MS/m <sup>2</sup>	kg Ms/h
10	20	1) 10 días 20 cm	1	1	159		31	19,5	124	1240
10	20	1) 10 días 20 cm	1	2	157		33	21,0	132	1320
10	20	1) 10 días 20 cm	1	3	125		27	21,6	108	1080
10	20	1) 10 días 20 cm	2	1	185		38	20,5	152	1520
10	20	1) 10 días 20 cm	2	2	167		38	22,8	152	1520
10	20	1) 10 días 20 cm	2	3	162		36	22,2	144	1440
10	20	1) 10 días 20 cm	3	1	130		32	24,6	128	1280
10	20	1) 10 días 20 cm	3	2	137		33	24,1	132	1320
10	20	1) 10 días 20 cm	3	3	168		35	20,8	140	1400
10	40	2) 10 días 40 cm	1	1	130		26	20,0	104	1040
10	40	2) 10 días 40 cm	1	2	95		15	15,8	60	600
10	40	2) 10 días 40 cm	1	3	101		32	31,7	128	1280
10	40	2) 10 días 40 cm	2	1	168		35	20,8	140	1400
10	40	2) 10 días 40 cm	2	2	128		28	21,9	112	1120
10	40	2) 10 días 40 cm	2	3	155		36	23,2	144	1440
10	40	2) 10 días 40 cm	3	1	135		16	11,9	64	640
10	40	2) 10 días 40 cm	3	2	114		32	28,1	128	1280
10	40	2) 10 días 40 cm	3	3	108		25	23,1	100	1000
20	20	3) 20 días 20 cm	1	1	477		112	23,5	448	4480
20	20	3) 20 días 20 cm	1	2	279		56	20,1	224	2240
20	20	3) 20 días 20 cm	1	3	269		101	37,5	404	4040
20	20	3) 20 días 20 cm	2	1	443		85	19,2	340	3400
20	20	3) 20 días 20 cm	2	2	321		57	17,8	228	2280
20	20	3) 20 días 20 cm	2	3	342		66	19,3	264	2640
20	20	3) 20 días	3	1	181		41	22,7	164	1640

		20 cm								
20	20	3) 20 días 20 cm	3	2	150		36	24,0	144	1440
20	20	3) 20 días 20 cm	3	3	242		48	19,8	192	1920
20	40	4) 20 días 40 cm	1	1	329		69	21,0	276	2760
20	40	4) 20 días 40 cm	1	2	411		82	20,0	328	3280
20	40	4) 20 días 40 cm	1	3	298		64	21,5	256	2560
20	40	4) 20 días 40 cm	2	1	197		50	25,4	200	2000
20	40	4) 20 días 40 cm	2	2	190		44	23,2	176	1760
20	40	4) 20 días 40 cm	2	3	263		58	22,1	232	2320
20	40	4) 20 días 40 cm	3	1	341		76	22,3	304	3040
20	40	4) 20 días 40 cm	3	2	251		56	22,3	224	2240
20	40	4) 20 días 40 cm	3	3	440		82	18,6	328	3280
30	20	5) 30 días 20 cm	1	1	587	431	96	22,3	523	5230
30	20	5) 30 días 20 cm	1	2	445	409	85	20,8	370	3699
30	20	5) 30 días 20 cm	1	3	670	488	100	20,5	549	5492
30	20	5) 30 días 20 cm	2	1	475	397	66	16,6	316	3159
30	20	5) 30 días 20 cm	2	2	592	383	74	19,3	458	4575
30	20	5) 30 días 20 cm	2	3	522	392	75	19,1	399	3995
30	20	5) 30 días 20 cm	3	1	567	354	74	20,9	474	4741
30	20	5) 30 días 20 cm	3	2	402	329	70	21,3	342	3421
30	20	5) 30 días 20 cm	3	3	573	388	78	20,1	461	4608
30	40	6) 30 días 40 cm	1	1	289	279	66	23,7	273	2735
30	40	6) 30 días 40 cm	1	2	240	237	57	24,1	231	2309
30	40	6) 30 días 40 cm	1	3	415	364	86	23,6	392	3922
30	40	6) 30 días 40 cm	2	1	356	322	79	24,5	349	3494
30	40	6) 30 días 40 cm	2	2	259	256	62	24,2	251	2509
30	40	6) 30 días 40 cm	2	3	454	346	83	24,0	436	4356
30	40	6) 30 días 40 cm	3	1	317	299	67	22,4	284	2841
30	40	6) 30 días 40 cm	3	2	337	331	74	22,4	301	3014

30	40	6) 30 días 40 cm	3	3	520	473	104	22,0	457	4573
40	20	7) 40 días 20 cm	1	1	956	425	103	24,2	927	9268
40	20	7) 40 días 20 cm	1	2	566	327	85	26,0	589	5885
40	20	7) 40 días 20 cm	1	3	686	277	81	29,2	802	8024
40	20	7) 40 días 20 cm	2	1	855	330	80	24,2	829	8291
40	20	7) 40 días 20 cm	2	2	1270	500	111	22,2	1128	11278
40	20	7) 40 días 20 cm	2	3	896	332	86	25,9	928	9284
40	20	7) 40 días 20 cm	3	1	563	554	84	15,2	341	3415
40	20	7) 40 días 20 cm	3	2	771	416	97	23,3	719	7191
40	20	7) 40 días 20 cm	3	3	820	400	95	23,8	779	7790
40	40	8) 40 días 40 cm	1	1	374	364	91	25,0	374	3740
40	40	8) 40 días 40 cm	1	2	516	277	76	27,4	566	5663
40	40	8) 40 días 40 cm	1	3	799	512	123	24,0	768	7678
40	40	8) 40 días 40 cm	2	1	678	396	100	25,3	685	6848
40	40	8) 40 días 40 cm	2	2	872	514	120	23,3	814	8143
40	40	8) 40 días 40 cm	2	3	635	450	109	24,2	615	6152
40	40	8) 40 días 40 cm	3	1	643	322	80	24,8	639	6390
40	40	8) 40 días 40 cm	3	2	714	472	109	23,1	660	6595
40	40	8) 40 días 40 cm	3	3	925	518	122	23,6	871	8714
50	20	9) 50 días 20 cm	1	1	1253	567	136	24,0	1202	12022
50	20	9) 50 días 20 cm	1	2	855	421	105	24,9	853	8530
50	20	9) 50 días 20 cm	1	3	1548	547	120	21,9	1358	13584
50	20	9) 50 días 20 cm	2	1	849	431	107	24,8	843	8431
50	20	9) 50 días 20 cm	2	2	895	459	110	24,0	858	8580
50	20	9) 50 días 20 cm	2	3	1141	537	128	23,8	1088	10879
50	20	9) 50 días 20 cm	3	1	987	427	101	23,7	934	9338
50	20	9) 50 días 20 cm	3	2	668	434	102	23,5	628	6280
50	20	9) 50 días 20 cm	3	3	817	651	148	22,7	743	7430
50	40	10) 50 días	1	1	788	529	115	21,7	685	6852

		40 cm								
50	40	10) 50 días 40 cm	1	2	1635	437	111	25,4	1661	16612
50	40	10) 50 días 40 cm	1	3	759	475	122	25,7	780	7798
50	40	10) 50 días 40 cm	2	1	942	556	141	25,4	956	9556
50	40	10) 50 días 40 cm	2	2	800	599	158	26,4	844	8441
50	40	10) 50 días 40 cm	2	3	822	457	122	26,7	878	8778
50	40	10) 50 días 40 cm	3	1	1091	596	144	24,2	1054	10544
50	40	10) 50 días 40 cm	3	2	308	288	87	30,2	372	3722
50	40	10) 50 días 40 cm	3	3	590	490	135	27,6	650	6502
60	20	11) 60 días 20 cm	1	1	1046	398	112	28,1	1177	11774
60	20	11) 60 días 20 cm	1	2	1260	526	143	27,2	1370	13702
60	20	11) 60 días 20 cm	1	3	890	383	107	27,9	995	9946
60	20	11) 60 días 20 cm	2	1	871	411	108	26,3	916	9155
60	20	11) 60 días 20 cm	2	2	1340	294	85	28,9	1550	15497
60	20	11) 60 días 20 cm	2	3	884	274	82	29,9	1058	10582
60	20	11) 60 días 20 cm	3	1	823	248	72	29,0	956	9557
60	20	11) 60 días 20 cm	3	2	1062	414	102	24,6	1047	10466
60	20	11) 60 días 20 cm	3	3	950	370	98	26,5	1006	10065
60	40	12) 60 días 40 cm	1	1	817	394	108	27,4	896	8958
60	40	12) 60 días 40 cm	1	2	761	448	123	27,5	836	8357
60	40	12) 60 días 40 cm	1	3	823	527	143	27,1	893	8933
60	40	12) 60 días 40 cm	2	1	1056	495	129	26,1	1101	11008
60	40	12) 60 días 40 cm	2	2	847	454	119	26,2	888	8880
60	40	12) 60 días 40 cm	2	3	981	553	144	26,0	1022	10218
60	40	12) 60 días 40 cm	3	1	904	467	127	27,2	983	9834
60	40	12) 60 días 40 cm	3	2	958	381	105	27,6	1056	10561
60	40	12) 60 días 40 cm	3	3	835	555	147	26,5	885	8846