



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

“Niveles de prendimiento y desarrollo de estolones del pasto janeiro  
(*Eriochloa polystachya Kunhl*), irradiado a 52 Gy de rayos gamma  
( $^{60}\text{Co}$ ), en el cantón Babahoyo.”.

**AUTOR:**

Elsa Leonela Moreira Icaza

**TUTOR:**

Ing. Agr. Edwin Stalin Hasang Moran, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

"Niveles de prendimiento y desarrollo de estolones del pasto janeiro  
(*Eriochloa polystachya Kunth*), irradiado a 52 Gy de rayos gamma  
( $^{60}\text{Co}$ ), en el cantón Babahoyo."

**TRIBUNAL DE SUSTENTACION:**

  
DR. JUAN GOMEZ VILLALVA, Msc.  
PRESIDENTE.

  
DR. RICARDO ZAMBRANO MOREIRA, Msc.  
VOCAL PRINCIPAL.

  
ING. AGR. FERNANDO COBOS MORA, Msc.  
VOCAL PRINCIPAL.

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

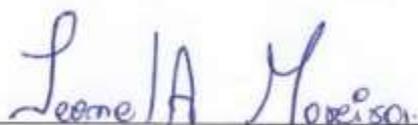
**ELSA LEONELA MOREIRA ICAZA**

**Declaro que:**

El trabajo experimental "Niveles de prendimiento y desarrollo de estolones del pasto janeiro (*Eriochloa polystachya*), irradiado a 52 Gy de rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ), en el cantón Babahoyo.", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Cabe señalar que la toma de datos y tabulación de datos son de mi autoría y los resultados obtenidos pertenecen al Proyecto de investigación "Mejoramiento genético de los pastos saboya (*Panicum máximum* y Janeiro (*Eriochloa polystachya*) mediante mutagénesis inducida" que se está desarrollando en la UTB.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 08 de abril del 2019.



**ELSA LEONELA MOREIRA ICAZA**  
120747325-5

## DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico con todo mi amor, cariño a DIOS y a mi Padre por bendecirme, darme fortaleza, ciencia y sabiduría, para concluir otra meta en mi vida como profesional.

A mi familia y especialmente a mi Madre Paulina Icaza Santafé, que es mi pilar fundamental en mi vida ya que con su esfuerzo y dedicación me fortaleció con sus sabias palabras de confianza, consejos, y recursos para lograrlo, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y ser de mí una persona perseverante.

A mis hermanas/os, a mis amigas y amigos por su apoyo incondicional sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristeza y siempre estuvieron a mi lado apoyándome para poder cumplir mi objetivo.

Gracias por sus sabios consejos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutor Ing. Agr. Edwin Hasang. Por su esfuerzo, dedicación quien con sus conocimiento, experiencia, paciencia y motivación obtuvo con mi trabajo de tesis un aporte más para mi aprendizaje y con ello concluir mi meta.

A los investigadores que conformaron este proyecto Dr. Juan Gómez Villalva, Dr. Ricardo Zambrano Moreira M, Dr. Jhon Rodríguez e Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, gracias por la distinción en mí, de parte de ustedes, y el apoyo incondicional para que este proyecto pueda concluir de la mejor manera.

A la Facultad de Ciencias Agropecuaria (FACIAG), por contar con el material didáctico para el ejercicio de la enseñanza y aprendizaje, de esa forma preparando profesionales que puedan demostrar sus capacidades.

A la Universidad Técnica de Babahoyo por haberme dado la oportunidad de poder llegar a mi objetivo, ser ingeniero agropecuario para servirle a la sociedad.

# CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	General .....	2
1.1.2.	Específicos.....	2
1.2.	Hipótesis.....	2
II.	MARCO TEÓRICO .....	3
2.1.	Importancia de los pastos y forrajes .....	3
2.2.	Importancia de los forrajes en la alimentación bovina. ....	3
2.3.	Generalidades del cultivo.....	3
2.4.	Taxonomía .....	4
2.5.	Características botánicas.....	4
2.6.	Adaptación .....	4
2.7.	Prácticas Culturales .....	5
2.7.1.	Establecimiento de potreros con pasto Janeiro.....	5
2.7.2.	Época de siembra y preparación de terreno .....	5
2.7.3.	Distancia de siembra.....	5
2.7.4.	Fertilización .....	6
2.7.5.	Manejo de malezas .....	6
2.7.6.	Insectos y enfermedades .....	6
2.7.7.	Producción de forraje .....	7
2.7.8.	Fertilización .....	7
2.8.	Utilización .....	7
2.9.	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	8
2.10.	Valor nutritivo y palatabilidad.....	8
2.11.	Mejoramiento genético de plantas.....	9
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1.	Ubicación y descripción del campo experimental .....	11
3.2.	Material genético .....	11
3.3.	Métodos.....	11
3.4.	Factores estudiados.....	11
3.5.	Análisis estadístico.....	12
3.6.	Manejo del ensayo .....	12
3.6.1.	Preparación del material de siembra.....	12
3.6.2.	Preparación del terreno .....	12
3.6.3.	Siembra.....	12
3.6.4.	Control de malezas .....	13

3.6.5.	Fertilización .....	13
3.6.6.	Riego .....	13
3.6.7.	Control Fitosanitario .....	13
3.7.	Datos evaluados.....	13
3.7.1.	Prendimiento de estolones .....	13
3.7.2.	Altura de la planta .....	13
3.7.3.	Diámetro de tallo .....	14
3.7.4.	Longitud de hoja .....	14
3.7.5.	Ancho de hoja .....	14
3.7.6.	Área foliar .....	14
3.7.7.	Nivel de clorofila.....	14
3.7.10.	Biomasa fresca planta.....	14
3.7.13.	Biomasa seca planta .....	14
3.7.14.	Numero de hojas y nudos.....	15
3.7.15.	Días de floración .....	15
3.7.16.	Rendimiento de materia seca.....	15
IV.	RESULTADOS .....	16
4.1.	Variabilidad de la especie .....	16
4.2.	Coeficientes de correlación.....	17
4.3.	Análisis de las principales variables Altura de planta .....	19
4.4.	Longitud hojas .....	19
4.5.	Nivel de clorofila .....	20
4.6.	Área foliar .....	20
4.7.	Diámetro de tallo .....	21
4.8.	Prendimiento (%) .....	21
4.9.	Días de floración .....	22
4.10.	Numero de hojas.....	22
4.11.	Número de nudos .....	23
4.12.	Rendimiento de materia seca.....	23
V.	CONCLUSIONES .....	24
VI.	RECOMENDACIONES .....	25
VII.	RESUMEN .....	26
VIII.	SUMMARY .....	27
IX.	BIBLIOGRAFÍA .....	28
X.	APÉNDICE .....	31

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rendimiento del pasto Janeiro en estado verde/ha .....	7
Cuadro 2. Variabilidad de la especie en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019. ....	16
Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Pearson en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019. ....	18
Cuadro 4. Datos de campo parte 1, para variables en pasto Janeiro. FACIAG 2019. ....	31
Cuadro 5. Datos de campo parte 2, para variables en pasto Janeiro. FACIAG 2019. ....	32
Cuadro 6. Datos de campo parte 3, para variables en pasto Janeiro. FACIAG 2019. ....	33

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la ganadería en el trópico ecuatoriano debe realizarse dentro de un sistema rentable de explotación, en el que la alimentación depende en su mayor parte del consumo directo del pasto por parte del animal. Para esto, es necesario un buen establecimiento y manejo del pastizal. En la actualidad, es reconocido el potencial de los pastizales en el Litoral hasta el punto que se estima que, con un manejo eficiente de los recursos forrajeros, se podría producir suficiente proteína de origen animal para satisfacer las demandas de las crecientes poblaciones.

El pasto janeiro *Eriochloa polystachya* es muy importante en la cuenca baja del río Guayas porque soporta los inundados en época invernal, con buen mantenimiento produce abundante cantidad de forraje aportando un valor nutricional considerable que va a beneficiar en la ganancia de peso y producción de nuestros bovinos.

El janeiro crece bien en zonas húmedas o en lugares bajos, los cuales en época lluviosa permanecen con una buena lámina de agua, tolera suelos medianamente ácidos, es poco resistente a la época seca. Durante la época lluviosa es zonas bajas no es atacado por insectos o enfermedades, pero durante la época seca es susceptible al ataque por áfidos o insectos chupadores (Peña, 2007).

Debido a que el pasto janeiro se encuentra ampliamente utilizado en el litoral ecuatoriano, pero está limitado a condiciones de buena disponibilidad de agua por lo que surge la necesidad de mejorar su tolerancia a ambientes menos húmedos, así como mejorar su performance productivo a través de herramientas biotecnológicas como es la inducción de mutación por radiación gamma

Hoy en día son pocos los estudios ejecutados con pasto janeiro (*Eriochloa polystachya*), por lo cual fue conveniente realizar trabajos experimentales encaminados al análisis del prendimiento y desarrollo de estolones, irradiado a 52 Gy con rayos gamma.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. General

Evaluar los niveles de prendimiento y desarrollo de estolones del pasto janeiro (*Eriochloa Polystachya*), irradiado a 52 Gy de rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ), en el cantón Babahoyo.

### 1.1.2. Específicos

- Identificar la existencia de variabilidad morfológicas del pasto janeiro irradiado a 52 Gy de rayos gamma entre la población evaluada.
- Analizar el comportamiento agronómico y el rendimiento de materia seca del pasto janeiro irradiado, comparado con el tratamiento control.
- Evaluar el prendimiento de la siembra de estolones irradiados comparado con el tratamiento control.

## 1.2. Hipótesis

**Ho:  $\mu A = \mu B$ .** La irradiación de 52 Gy al que fueron sometido los estolones, causó efecto sobre la variabilidad y comportamiento agronómico del pasto janeiro.

**Hi:  $\mu A \neq \mu B$ .** La irradiación de 52 Gy al que fueron sometido los estolones, no causó efecto sobre la variabilidad y comportamiento agronómico del pasto janeiro.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Importancia de los pastos y forrajes**

El Ecuador tiene un suelo privilegiado para la producción de pastos y condiciones excepcionales para la producción pecuaria, Una buena alimentación es el principal factor de producción, los pastos ofrecen todos los nutrientes necesarios para un buen desempeño de los animales y constituyen el alimento más barato disponible, la formación y el buen manejo de las pasturas, es la mejor opción para la alimentación del ganado.

El 25 % de la superficie total de la tierra está cubierta de pasturas; en Ecuador el III censo agropecuario nacional realizado en el año 2001 revela que un 41 % del suelo tiene uso agropecuario y está destinado a los pastos, y que entre 1 974-2 000, la cantidad de crías ha aumentado un 70 %, el sustento de los rumiantes debe fundamentarse en el uso de productos que no limiten aquellos de consumo humano, por lo tanto los pastos son la fuente de alimento más ahorrativo para la ganadería (Calderero, 2011).

### **2.2. Importancia de los forrajes en la alimentación bovina.**

Los forrajes son la fuente de nutrientes que mejor se adapta a las necesidades fisiológicas del vacuno y generalmente son también la más barata, como forrajes se pueden utilizar: Pasturas permanentes o en rotación con cultivos, pastos permanentes para corte, pastos anuales, cereales pequeños en prefloración, residuos de cosecha (Fernández, 2007).

### **2.3. Generalidades del cultivo**

El pasto janeiro (*Eriochloa Polystachya*) conocido también con el nombre de pasto Caribe; es una planta nativa de Sudamérica tropical, Centroamérica y el Caribe. Esta especie es perenne, de crecimiento rastrero y estolonífero, Produce semillas, pero de muy baja viabilidad y presenta tallos huecos. Crece bien en zonas húmedas o en lugares bajos, los cuales en la época lluviosa permanecen con una buena lámina de agua. Tolerancia medianamente ácidos, como los situados en la Cuenca del Guayas, en donde su crecimiento es vigoroso. Es poco resistente a la época seca, de buena recuperación después de la quema. (Bishop,

1989).

Esta gramínea crece en macollos, emitiendo tallos que alcanzan hasta 1,5 metros de altura produciendo abundantes hojas y poca semilla. Crece adecuadamente en suelos de medianos a alta fertilidad, húmedos o inundables. Desde 0-1 200 msnm (Lozada & Raffo, 2008).

#### **2.4. Taxonomía**

El pasto janeiro se clasifica de la siguiente forma:

Reino: Plantae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Paniceae

Género: Eriochloa

Especie: E. polystachya.

(Peña, 2007).

#### **2.5. Características botánicas**

El pasto janeiro es una poácea perenne que crece bien a orillas de lagos y humedales; se reproduce por macollos y establece una base fundamental para la nutrición bovina, ya que contiene del 5 % al 14 % de proteína bruta y 65 % de digestibilidad. Puede alcanzar tallos decumbentes hasta 2 m de longitud, de 16 milímetros de diámetro. Produce buen número de hojas de aproximadamente 13 cm de largo y 1,5 cm de ancho con vainas y nudos pubescentes, presenta poca inflorescencias y semillas, las raíces son abundantes y relativamente superficiales (Bernal, 2003).

#### **2.6. Adaptación**

Crece bien en zonas húmedas o en lugares bajos, los cuales en la época lluviosa permanecen con una buena lámina de agua. Tolerancia a suelos medianamente ácidos, como los situados en la Cuenca del Guayas, en donde su crecimiento es vigoroso. Es poco resistente a la época seca, de buena

recuperación después de la quema (INIAP, 1997)

## **2.7. Prácticas Culturales**

En zonas bajas el manejo del pastizal depende de la intensidad de las épocas lluviosa y seca. Cuando el pastizal se inunda no es aconsejable realizar pastoreos durante este tiempo, por el daño que puede causar el animal en la estructura del suelo y en el desprendimiento de la especie, lo que repercutirá en el rendimiento posterior del pastizal. Durante la época seca, los períodos de descanso son más largos y se debe tener muy en cuenta la carga animal para evitar el deterioro del potrero, los mismos que pueden ser de 42 a 45 días de descanso después del último pastoreo (INIAP, 1997).

### **2.7.1. Establecimiento de potreros con pasto Janeiro**

Se establece por material vegetativo (cepas o tallos maduros). Se coloca en surcos a 50 cm o en cuadro, se utiliza de 1 000 a 1 200 kg/ha de material. El potrero se puede usar 4 a 6 meses después de establecido, no tolera las heladas (Bernal, 2003).

### **2.7.2. Época de siembra y preparación de terreno**

El momento de siembra, se sugiere siempre tener en cuenta tres factores: las condiciones climáticas, la disponibilidad de la mano de obra y la disponibilidad de material de siembra de buena calidad. Analizados los tres factores antes mencionados se puede decir que, la mejor época de siembra para pastos será cuando inicien las lluvias. La preparación del terreno debe ejecutarse un mes antes. Se aconseja primero pasar un arado y luego de 2-3 pases de rastra o simplemente pasar dos veces el romplow (Carriel, 2014).

### **2.7.3. Distancia de siembra**

El espacio de siembra que brinda mejores beneficios en cuanto a rendimientos es de 40 x 80 cm, sin embargo, vale recalcar que, para establecer un pastizal de una forma rápida, se realiza distribuyendo el material vegetativo en forma al voleo, posteriormente el agricultor lo va pisando con lo cual se logra enterrarlo, siendo un método muy práctico utilizado para ahorrar tiempo y jornales

(Calderero, 2011).

#### **2.7.4. Fertilización**

La fertilización mínima (del elemento en kg/ha) N 50; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 45,8, K<sub>2</sub>O 18; MgO: 24,75; SO<sub>4</sub> 44,86. Responde bien a fertilización (N, P, K) a los 6-8 meses después de establecido. Se debe hacer rotación de potreros, teniendo especial cuidado con el tiempo de pastoreo ya que no lignifica y los animales tienden a consumir abundantemente, se puede pastorear cada 45 días (Bernal, 2003).

Con la aplicación máxima (en kg /ha) 120 kg N; 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 120 kg K<sub>2</sub>O + 2 kg bonanza se logran los mayores rendimientos en producción de biomasa en pasto janeiro donde se obtuvieron plantas con un mayor desarrollo en cuanto a tamaño y vigor (Terán, 2015).

#### **2.7.5. Manejo de malezas**

Esta actividad en un potrero establecido es una práctica muy importante la misma que se realiza de forma manual con la utilización del machete o química con herbicidas selectivos de los grupos fenólicos (2,4-D, picloram), en combinación de prácticas de manejo como, fertilización y riego. Manifestando que la forma manual es la más utilizada en la zona central de nuestro país (Espinoza, 2008).

#### **2.7.6. Insectos y enfermedades**

Durante la época lluviosa en zonas bajas no es atacado por insectos o enfermedades, pero durante la época seca es susceptible al ataque de áfidos o insectos chupadores (INIAP, 1997).

### 2.7.7. Producción de forraje

Tabla 1. Rendimiento del pasto Janeiro en estado verde/ha

Intervalo días	Altura en m.	Rendimiento/corte/ha en toneladas.
45	0,67	11,4
60	0,83	19,5
75	1,09	33,0
90	1,53	57,2

(Rodríguez, 1983)

### 2.7.8. Fertilización

Es una gramínea que responde bien a la fertilización nitrogenada, generalmente después de 6 a 8 meses de implantada. La dosis depende de la fertilidad del suelo. La fertilización de fósforo y potasio debe hacerse cada año, con el fin de mantener una alta producción de forraje y un buen nivel de fertilidad de suelo. Para estas aplicaciones se recomienda tener en cuenta el análisis de fertilidad de suelo. En algunos es necesario complementar periódicamente con elementos menores. (Bernal, 2008).

### 2.8. Utilización

Su principal uso es en pastoreo y se recomienda manejarlos en sistema rotacional. El tiempo de establecimiento puede requerir entre 4-6 meses, tiempo del cual puede iniciarse el pastoreo. Este puede hacerse cada 45 días y se logran sostener entre 2-3 animales /ha., con rotación de pastoreo (Lozada & Raffo, 2008).

Según Rodríguez, (1983) Su utilización es como pasto de corte y pastoreo, como pasto de corte es mejor que el Pará (*Brachiaria mutica*), debido a que es más erguido que éste, también más frondoso y tiene mayor cantidad de tallos finos y mejor relación hoja/tallo. Realizando ensilaje se aprovecha los excesos de forrajes de la época invernal y mantener una productividad estable durante todo el año en las explotaciones ganaderas.

El déficit de pasto en época seca puede ser manejado con suplementos, tales como heno, silo, alimentos concentrados, forrajes de tipo estratégico como caña de azúcar o yuca. A mediano plazo se puede incrementar la producción mediante la fertilización nitrogenada, riego sin aumentar la superficie (Davila & Urbano, 2005).

Según Gavilanes, (2011) utilizando forrajes almacenados a más de los efectos positivos en el animal como: conservar la condición corporal, disminuir la caída en la producción y mantener los índices de reproducción, es un recurso muy bueno para equilibrar los nutrientes en la dieta de los animales de alto desempeño productivo, a la vez que permite un importante aumento de la carga animal del sistema, haciendo al ganadero más competitivo en el mercado.

## **2.9. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

Puede desarrollarse bien en climas sub tropicales y tropicales prosperando mejor en los cálidos y húmedos con temperatura (promedio anual) entre 21-27 °C. Los requerimientos de suelos, mal drenados o en las riberas de los ríos entre 0-1 200 msnm, priorizando que sean de aluvión, franco-arcillosos, francos-humosos; de medianas a alta fertilidad, inundables, pudiendo sembrarse para pasto de corte o formación de potreros (Rodríguez, 1983).

Es poco exigente al tipo de suelo, rindiendo más en los arcillosos que en los arenosos, su mérito está en la adaptación a suelos bajos e inundables, se usa tanto para pastoreo como para corte, proporciona forraje verde, tierno y abundante, no se presta para ser henificado por el secamiento de los tallos es muy lento, tiene una calidad nutricional de: Proteína cruda 5 % - 14 % y digestibilidad 65 %, no se ha reportado ninguna toxicidad, con un potencial de producción de 8 - 10 t/ha/año de materia seca (León, 2006).

## **2.10. Valor nutritivo y palatabilidad**

Esta especie tiene buena aceptación por parte del ganado. Su valor nutritivo es bueno especialmente cuando el material es joven, disminuyendo su calidad a medida que la planta madura (INIAP, 1997)

## 2.11. Mejoramiento genético de plantas.

El mejoramiento genético vegetal comienza 10.000 años antes de cristo durante la revolución neolítica, cuando los cazadores recolectores comienzan a volverse sedentarios y desarrollan la agricultura (Gepts, 2001). Esto conlleva a un aumento de rendimientos, basados en el uso de fertilizantes, maquinarias, agroquímicos y rotaciones, el cual no sería posible sin la generación de variedades adecuadas a las condiciones edafoclimáticas (Ahloowalia and Maluszynski, 2001).

En la actualidad, los métodos de mejoramiento genético son más sofisticados, dejando atrás la selección sencilla de poblaciones provenientes de variación natural y recombinación sexual, logrando crear variabilidad, seleccionar, evaluar y multiplicar los genotipos deseados. En cultivos ornamentales, se han utilizado principalmente las siguientes técnicas: hibridación interespecífica e intergenérica (Deng *et al.*, 2011), poliploidización, mutagénesis (Aros *et al.*, 2012) y transgenia (Akutsu, 2004).

Durante la evolución de los cultivos, debido al enfoque de utilizar y generar sólo variedades elite, se ha ido perdiendo la diversidad genética. Debido a esta erosión genética es que emergen diferentes formas de inducir mutaciones e incrementar artificialmente la variabilidad, como son la inducción de mutaciones Físicas, químicas y sitio específica (Schiml *et al.*, 2016) y variación somaclonal. Dentro de las físicas destaca el uso de radiación, la que puede ser radiación ultravioleta (UV) y radiación ionizante: rayos X y gamma, partículas alfa y beta, protones y neutrones (Predieri 2001), los cuales actúan, principalmente, rompiendo el ADN nuclear, lo que provoca que, en el proceso de reparación, se induzcan nuevas mutaciones aleatorias y heredables. Los cambios pueden ocurrir también en organelos citoplasmáticos (Jain and Maluszynski, 2004).

De los agentes mutágenos físicos antes señalados, los más utilizados son los rayos gamma, los cuales presentan una longitud de onda menor que los rayos X lo que le da mayor energía por fotón. Estos se pueden obtener a partir de radioisótopos, siendo las principales fuentes de rayos gamma los isotopos  $^{60}\text{Co}$  y  $^{137}\text{Cs}$  (Medina *et al.*, 2005).

La aplicación de rayos gamma genera radicales libres, los que pueden dañar o modificar diferentes componentes celulares de las plantas, además de generar cambios en la morfología, anatomía, bioquímica y fisiología, dependiendo de la intensidad aplicada. Además, por la radiolisis del agua se producen especies reactivas de oxígeno (ROS), como son los peróxidos de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), anión superóxido ( $O_2^-$ ), radicales hidroxilos, y oxígeno singlete (Rosenberg *et al.*, 2008), los ROS son metabolitos normales en la planta bajo condiciones óptimas y no son citotóxicos, pero cuando las concentraciones aumentan, pueden ser letales para la planta. Es por esto que para un mismo genotipo se pueden encontrar distintos niveles de tolerancia a la aplicación de rayos gamma, en función de su estado de desarrollo, siendo los tejidos con mayor tasa de crecimiento los más susceptibles a daños por aplicación de radiación ionizante. La respuesta de las plantas a la radiación está dada por factores biológicos y físicos. Dentro de los factores biológicos están: el número y tamaño de los cromosomas, el volumen nuclear, la cantidad de ADN por célula, la tasa de crecimiento durante la exposición y edad o segmento de la planta. Dentro de las físicas, se encuentran la tasa de dosificación de radiación, clase de radiación y temperatura (Sparrow *et al.*, 1960).

Respecto a los usos de las mutaciones en el mejoramiento genético, lo que se busca es mejorar variedades al alterar uno o más rasgos principales. Estos pueden ser: altura de plantas, resistencia de semillas a roturas, resistencia a enfermedades, entre otras, que ayudan a un aumento del rendimiento o darles valor agregado a las plantas ornamentales (Ahloowalia and Maluszynski, 2001). Muchos mutantes inducidos se han lanzado como variedades elite y otros se han utilizado como líneas parentales (Dribnenki 1996).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas geográficas en UTM fueron 668742 E; 9801033 N<sup>1</sup>. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura que oscila entre los 24 y 26 °C, con humedad relativa de 86 %, precipitación promedio anual de 1272 mm, con altura de 8 msnm y 990 horas de heliofanía de promedio anual<sup>2</sup>.

#### 3.2. Material genético

Se utilizaron estolones de pasto janeiro, provenientes del material recolectado en los terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el cual fueron irradiados a (52 Gy) de rayos gamma (<sup>60</sup>Co), en el Ministerio de Electricidad y Energía no Renovable cuyo laboratorio de investigación y aplicaciones nucleares del Ecuador se encuentra en Alóag provincia de Pichincha.

#### 3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos siguientes: Deductivo - Inductivo, Inductivo – Deductivo y Experimental.

#### 3.4. Factores estudiados

**Variable Dependiente:** prendimiento; variabilidad y rendimiento de materia seca del pasto janeiro.

**Variabes Independientes:** nivel de irradiación 52 Gy al que fueron sometidos los estolones del pasto janeiro.

---

<sup>1</sup>Fuente: GPS Garmin X30

<sup>2</sup>Fuente: Estación experimental meteorológica UTB, INAHMI, 2018

### **3.5. Análisis estadístico**

Se utilizaron técnicas de análisis para estimar, la media aritmética, el rango de variación, la desviación estándar y el coeficiente de variación

### **3.6. Manejo del ensayo**

Para el buen desarrollo del cultivo se efectuó prácticas y labores rutinarias de manejo, como: preparación de terreno, siembra y control de malezas principalmente.

#### **3.6.1. Preparación del material de siembra**

Este trabajo experimental se inició a partir de los resultados obtenidos en la tesis de “Evaluación del prendimiento en estolones del pasto janeiro (*Eriochloa polystachya*) expuestos a diferentes niveles de irradiación con rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) en el cantón Babahoyo” realizado por la MVZ. Lady Moran Paz. Donde se obtuvo como resultado de su investigación 52 Gy como la dosis letal media DL50.

Para la selección del material vegetativo se cortaron estolones de 4 cm de longitud con un solo nudo, estos fueron cosechados y posteriormente llevados al laboratorio de biotecnología de la facultad de ciencias agropecuarias de la FACIAG para su desinfección, utilizando 40 gramos de producto comercial Alette (Fosetyl-Aluminium 800 g/kg), para evitar la presencia de hongos. Luego fueron llevadas al centro de irradiación, en el Ministerio de Electricidad y Energía no Renovable cuyo laboratorio de investigación y aplicaciones nucleares del Ecuador se encuentra en Alóag provincia de Pichincha.

#### **3.6.2. Preparación del terreno**

La preparación del suelo se efectuó mediante dos pases de romplow y uno de rastra liviana, con el pronóstico de que el suelo quede suelto para la siembra.

#### **3.6.3. Siembra**

Para la siembra de los tratamientos se utilizaron material irradiado a la DL50 a una distancia de 10 cm entre hileras y 3 cm entre estolones, estos se enterraban en el suelo por la parte más fina, dejando la parte más gruesa fuera

del suelo. Se sembraron cuatro bloques de forma alternada con tratamiento control (estolones sin irradiar).

#### **3.6.4. Control de malezas**

El control de malezas se lo realizo manualmente después de la siembra, para evitar cualquier interferencia con el experimento.

#### **3.6.5. Fertilización**

Se aplico Urea como fuente de nitrógeno (N), Muriato de potasio como fuente de potasio (K), a los 15 días después de la siembra de los estolones.

#### **3.6.6. Riego**

Esta labor se realizó periódicamente durante todo el ciclo que duro el trabajo experimental, siempre manteniendo el suelo en capacidad de campo.

#### **3.6.7. Control Fitosanitario**

Debido a que no hubo presencia de enfermedades y plagas que afecten al cultivo, no fue necesaria la aplicación de productos químicos.

### **3.7. Datos evaluados**

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área experimental:

#### **3.7.1. Prendimiento de estolones**

Se contabilizó el número de estolones prendidos a los días 15 días después de la siembra. Este parámetro se expresó en porcentaje (%).

#### **3.7.2. Altura de la planta**

Se evaluó a los 30, 60, 90 días en una población de 40 individuos, desde el nivel del suelo hasta el ápice de la última hoja emitida. Esta variable se expresó en cm.

### **3.7.3. Diámetro de tallo**

Se evaluó a los 30, 60, 90 días, en una población n=40, midiendo a nivel del segundo entrenudo del tallo, esta variable esta expresado en cm.

### **3.7.4. Longitud de hoja**

Se midió a los 30, 60, 90 días, tomando una hoja de la parte central, cada hoja se midió desde la base de la lámina foliar hasta el ápice de la misma, y se presentó en centímetro.

### **3.7.5. Ancho de hoja**

Se evaluó a los 30, 60, 90 días midiendo en el tercio medio de la hoja, esta variable se reportó en centímetros.

### **3.7.6. Área foliar**

Se tomo a los 90 días, donde se multiplico el ancho por la longitud de la hoja y este resultado se multiplico por la constante 0,705. Este resultado se expresó en cm<sup>2</sup>.

### **3.7.7. Nivel de clorofila**

Se tomó el nivel de clorofila con medidor portátil SPAD-502. El cual determina la cantidad relativa de clorofila presente en la hoja mediante longitud de onda.

### **3.7.10. Biomasa fresca planta**

Se determinó pesando cada planta de toda la población evaluada, al momento del corte y se expresó en gramos.

### **3.7.13. Biomasa seca planta**

El material de materia fresca obtenido de cada planta se procedió a secar en la estufa por 48 horas a 72 °C para obtener su valor en materia seca, este se expresó en gramos.

#### **3.7.14. Numero de hojas y nudos**

El número de hojas y nudos se determinó por planta, en toda la población evaluada

#### **3.7.15. Días de floración**

Para poder determinar el promedio de días a floración, se realizaron observaciones a partir de los 60 días después de la siembra.

#### **3.7.16. Rendimiento de materia seca**

Para la producción de materia seca del pasto se determinó la humedad de peso fresco y seco en gramos, luego este material se colocó en la estufa a 72 °C por 48 horas para obtener el rendimiento de materia seca, este valor se expresó en porcentaje.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Variabilidad de la especie

Los resultados de variabilidad obtenidos en esta investigación indicaron que no se presentó alta variabilidad fenotípica entre los caracteres de la especie evaluada, ya que ninguno de ellos superó el 50 % del coeficiente de variación. Con esto se puede definir que los estolones irradiados y sembrados a 52 Gy no manifestó diferencias fenotípicas entre la población evaluada n=40 (Tabla 2).

Tabla 2. Variabilidad de la especie en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019.

Variable		52 Gy					CONTROL			
		n	-	S <sup>2</sup> .	E.E.	CV (%)	-	S <sup>2</sup> .	E.E.	CV (%)
Altura de planta (cm) 30 dds	AP30	40	5,41	1,79	0,28	33,03	5,00	0,37	0,18	7,34
Altura de planta (cm) 60 dds	AP60	40	22,79	7,21	1,14	31,65	19,85	2,18	1,09	10,99
Altura de planta (cm) 90 dds	AP90	40	31,67	8,82	1,40	27,86	26,63	1,84	0,92	6,91
Nivel de clorofila 90 dds	NC	40	40,09	5,30	0,84	13,23	37,20	7,40	3,70	19,90
Longitud hojas (cm) 30 dds	LH30	40	7,75	1,78	0,28	23,02	6,07	0,23	0,11	3,73
Longitud hojas (cm) 60 dds	LH60	40	14,50	2,80	0,44	19,32	12,60	0,74	0,37	5,89
Longitud de hojas (cm) 90	LH90	40	19,16	2,50	0,39	13,02	18,24	2,92	1,46	16,03
Ancho de hojas (cm) 30 dds	AH30	40	0,59	0,09	0,01	14,35	0,58	0,07	0,04	12,75
Ancho de hojas (cm) 60 dds	AH60	40	1,08	0,27	0,04	25,18	0,91	0,07	0,03	7,34
Ancho de hojas (cm) 90 dds	AH90	40	1,81	0,27	0,04	14,68	1,72	0,20	0,10	11,91
Área foliar 90 (cm <sup>2</sup> ) dds	AF	40	24,43	4,87	0,77	19,95	21,82	1,34	0,67	6,15
Diámetro de tallo (cm) 30 dds	DT30	40	0,14	0,05	0,01	38,03	0,12	0,02	0,01	12,24
Diámetro de tallo (cm) 60 dds	DT60	40	0,22	0,04	0,01	19,09	0,21	0,03	0,01	12,90
Diámetro de tallo (cm) 90	DT90	40	0,33	0,03	0,00	8,63	0,33	0,02	0,01	5,21
Numero de hojas 90 dds	NH90	40	13,62	1,90	0,30	13,94	12,60	1,20	0,60	9,50
Numero de nudos 90 dds	NN90	40	12,25	1,79	0,28	14,61	11,73	1,35	0,68	11,53
Días de floración (días)	DF	40	159,00	13,92	2,20	8,76	172,50	15,00	7,50	8,70
Porcentaje de prendimiento	% P	40	77,85	17,44	2,76	22,41	63,19	27,75	13,88	43,92
Rendimiento de materia seca	% RMS	40	39,59	12,47	1,97	31,50	46,50	17,23	8,62	37,06

Nota: n = N <sup>2</sup>= Desviación estándar; CV= Coeficiente de variación.

## 4.2. Coeficientes de correlación

En cuanto al coeficiente de correlación se muestra que existió un alto grado de asociación íntima o variación conjunta entre los descriptores área foliar y el ancho de la hoja a los 60 y 90 días ( $r=0,82$ ;  $p<0,0001$ ) y ( $r=0,72$ ;  $p<0,0001$ ) respectivamente. Así mismo se evidenció alta correlación negativa entre el número de hojas y la altura de planta a los 90 días ( $r=-0,69$ ;  $p<0,0001$ ). Finalmente se observó correlación media negativa entre la variable ancho de hoja a los 30 días y el rendimiento de materia seca ( $r=-0,55$ ;  $p<0,0001$ ), ver tabla 3.

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Pearson en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019.

	AP30	AP60	AP90	NC	LH30	LH60	LH90	AH30	AH60	AH90	AF	DT30	DT60	DT90	NH90	NN90	DF	% P	% RMS	
Altura de planta (cm) 30 dds	<b>AP30</b>	1	0,48	0,04	0,2	0,71	<b>0,03</b>	0,06	0,42	<b>0,03</b>	0,1	<b>0,01</b>	0,00	<b>0,00</b>	<b>5E-09</b>	<b>0,01</b>	<b>0,0028</b>	0,12	0,09	<b>0,03</b>
Altura de planta (cm) 60 dds	<b>AP60</b>	0,11	1	<b>3E-10</b>	0,96	<b>0,00001</b>	<b>2,2E-09</b>	<b>0,00026</b>	<b>0,01</b>	<b>0,001</b>	0,13	<b>0,00025</b>	0,79	0,58	0,55	<b>0,0012</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,01</b>	0,97
Altura de planta (cm) 90 dds	<b>AP90</b>	0,33	0,81	1	0,82	<b>0,0041</b>	<b>1,7E-05</b>	<b>0,00046</b>	0,13	<b>3,5E-06</b>	0,03	<b>1,2E-05</b>	0,27	0,38	0,16	<b>8,3E-07</b>	<b>1,1E-06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	0,34
Nivel de clorofila 90 dds	<b>NC</b>	-0,21	0,01	-0,04	1	0,84	0,31	0,32	0,42	0,73	0,72	0,37	0,51	0,39	0,57	<b>0,0019</b>	0,01	<b>0,01</b>	0,5	0,35
Longitud hojas (cm) 30 dds	<b>LH30</b>	-0,06	0,64	0,44	-0,03	1	<b>0,00</b>	0,08	<b>0,00015</b>	<b>0,06</b>	1	0,26	0,44	0,14	0,45	0,27	0,75	<b>0,0043</b>	0,41	0,21
Longitud hojas (cm) 60 dds	<b>LH60</b>	0,34	0,78	0,62	-0,16	0,71	1	<b>2,5E-06</b>	<b>0,02</b>	<b>7,8E-05</b>	0,67	<b>0,00098</b>	0,31	0,65	0,02	<b>0,0011</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,00029</b>	0,01	0,65
Longitud de hojas (cm) 90	<b>LH90</b>	0,3	0,55	0,53	0,16	0,28	0,67	1	0,95	<b>0,0012</b>	0,64	<b>0,00001</b>	0,08	0,56	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	0,01	0,37	<b>0,03</b>	0,24
Ancho de hojas (cm) 30 dds	<b>AH30</b>	-0,13	0,43	0,24	-0,13	0,56	0,35	0,01	1	<b>0,0035</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,01</b>	0,49	0,84	0,89	0,37	0,91	<b>0,00011</b>	0,85	<b>0,00024</b>
Ancho de hojas (cm) 60 dds	<b>AH60</b>	0,34	0,5	0,66	0,06	0,3	0,58	0,49	0,45	1	<b>2,6E-05</b>	<b>8,9E-11</b>	0,25	0,11	0,1	<b>0,0018</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,0028</b>	0,05	0,23
Ancho de hojas (cm) 90 dds	<b>AH90</b>	0,26	0,24	0,35	0,06	0,00	0,07	-0,08	0,49	0,61	1	<b>1,7E-07</b>	0,09	<b>0,003</b>	0,05	<b>0,01</b>	0,07	<b>0,00099</b>	0,1	0,09
Área foliar 90 (cm2) dds	<b>AF</b>	0,42	0,55	0,63	0,15	0,18	0,5	0,64	0,39	0,82	0,72	1	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	0,00076	<b>0,00015</b>	<b>0,00075</b>	<b>0,0023</b>	<b>0,01</b>	0,67
Diámetro de tallo (cm) 30 dds	<b>DT30</b>	<b>0,86</b>	-0,04	0,18	-0,11	-0,13	0,17	0,28	-0,11	0,19	0,27	0,41	1	0	5,7E-12	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	0,25	0,17	<b>0,04</b>
Diámetro de tallo (cm) 60 dds	<b>DT60</b>	<b>0,85</b>	-0,09	0,14	-0,14	-0,24	0,07	0,09	0,03	0,26	0,46	0,43	0,9	1	1,1E-07	<b>0,03</b>	0,11	0,14	0,29	0,11
Diámetro de tallo (cm) 90	<b>DT90</b>	<b>0,77</b>	0,1	0,23	-0,09	0,12	0,36	0,38	-0,02	0,26	0,31	0,51	0,85	0,73	1	<b>0,00056</b>	<b>0,01</b>	0,17	<b>0,04</b>	0,18
Numero de hojas 90 dds	<b>NH90</b>	-0,43	-0,49	-0,69	0,48	-0,18	-0,5	-0,35	-0,15	-0,48	-0,42	-0,56	-0,41	-0,35	-0,52	1	0	<b>0,0012</b>	<b>0,02</b>	0,08
Numero de nudos 90 dds	<b>NN90</b>	-0,46	-0,49	-0,68	0,43	-0,05	-0,49	-0,41	0,02	-0,47	-0,29	-0,51	-0,32	-0,26	-0,39	0,9	1	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>
Días de floración (días)	<b>DF</b>	-0,25	-0,53	-0,43	0,41	-0,44	-0,54	-0,15	-0,57	-0,46	-0,5	-0,47	-0,19	-0,24	-0,22	0,49	0,34	1	0,07	0,13
Porcentaje de prendimiento	<b>% P</b>	0,27	0,42	0,34	-0,11	0,14	0,4	0,34	-0,03	0,31	0,27	0,42	0,22	0,17	0,32	-0,37	-0,35	-0,29	1	0,28
Rendimiento de materia seca	<b>% RMS</b>	0,35	0,01	0,16	-0,15	-0,2	0,07	0,19	-0,55	-0,19	-0,27	-0,07	0,33	0,25	0,22	-0,28	-0,43	0,24	0,18	1

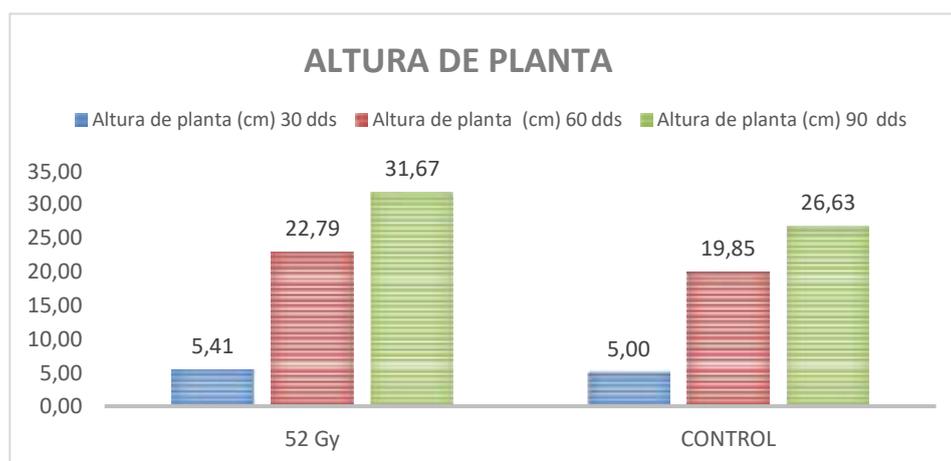
Valores en negrilla no son significativos ( $P \geq 0.001$ )

### 4.3. Análisis de las principales variables

#### Altura de planta

En la Imagen 1, se registran los valores promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días. En donde se puede observar que para esta variable los mayores promedios se dieron para los tratamientos irradiados (52 Gy).

Imagen 1. Promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días en pasto

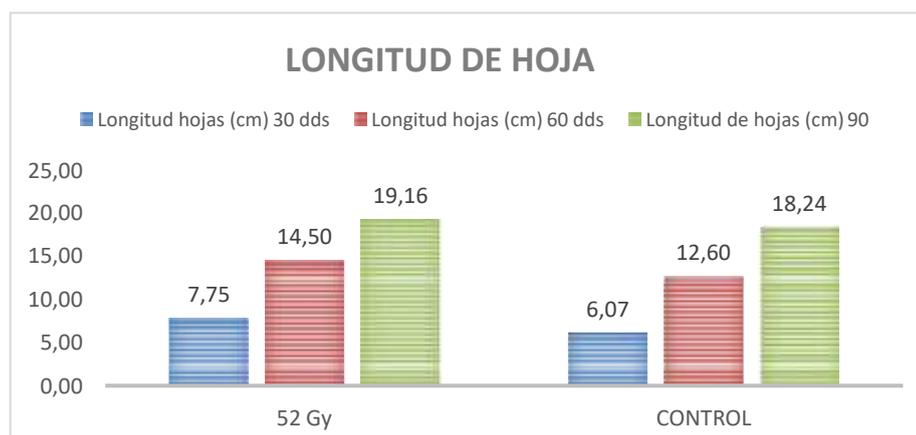


Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019.

#### 4.4. Longitud hojas

Según los resultados obtenidos en la variable longitud de la hoja. Se puede observar en la imagen 2, los valores promedios a los 30, 60 y 90 días. En donde se puede observar que los mayores promedios se dieron para los tratamientos irradiados (52 Gy).

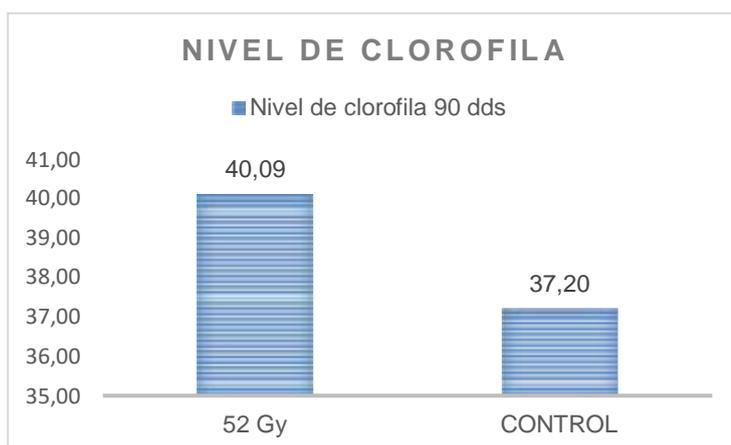
Imagen 2. Promedios de longitud de hojas a los 30, 60 y 90 días en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019



#### 4.5. Nivel de clorofila

En la Imagen 3, se registran los valores promedios para nivel de clorofila a los 90 días. En donde se puede observar que para esta variable los mayores promedios se dieron para los tratamientos irradiados (52 Gy).

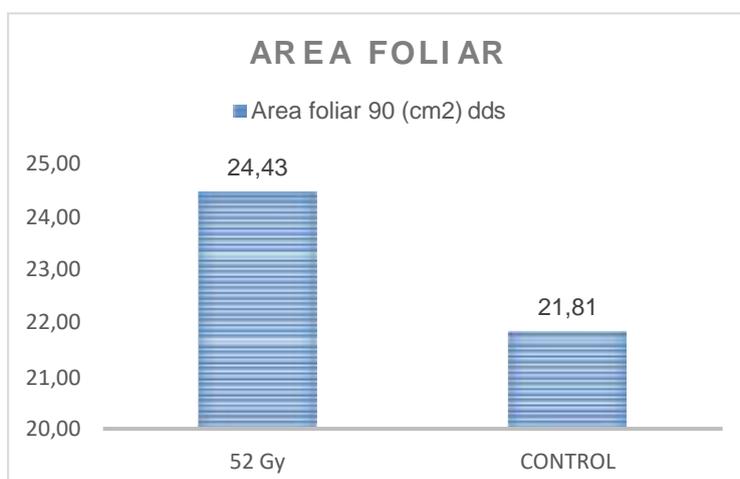
Imagen 3. Nivel de clorofila a los 90 días en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019.



#### 4.6. Área foliar

Según los resultados obtenidos en la variable área foliar 90 dds. Se puede observar en la imagen 4, los valores promedios a los 90 días. En donde se puede observar que los mayores promedios se dieron para los tratamientos irradiados (52 Gy).

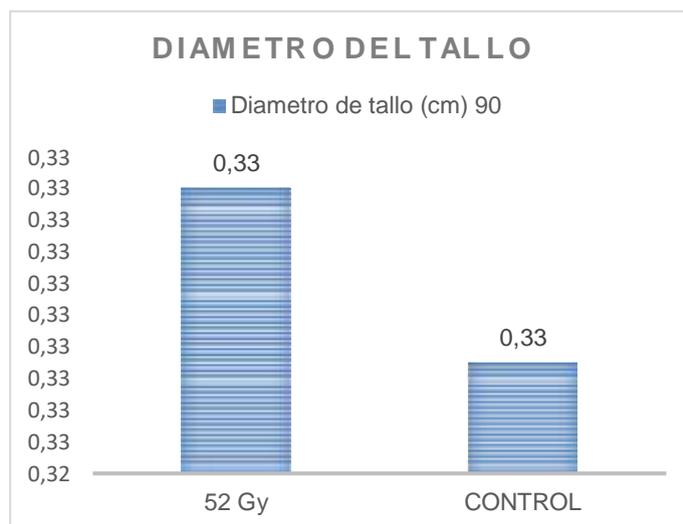
Imagen 4. Área foliar 90 días en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019



#### 4.7. Diámetro de tallo

Según los resultados obtenidos en la variable diámetro de tallo. Se puede observar en la imagen 5, los valores promedios a los 90 días. En donde se puede observar que no existió diferencias entre los tratamientos.

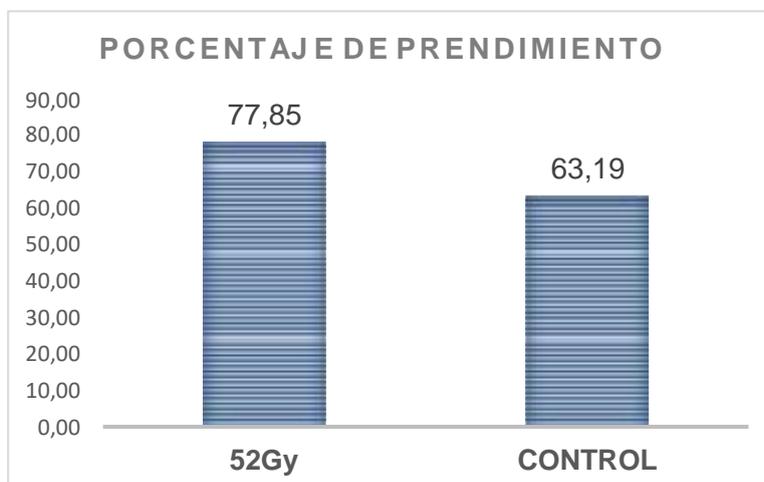
Imagen 5. Diámetro de tallo 90 días en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019



#### 4.8. Prendimiento (%)

En la variable prendimiento (%) se alcanzó diferencias significativas para los tratamientos. El promedio fue mayor para el irradiado 77.85 % comparado con el tratamiento control con 63.19, lo que constata la mayor mortalidad de estolones en este tratamiento (Cuadro 6).

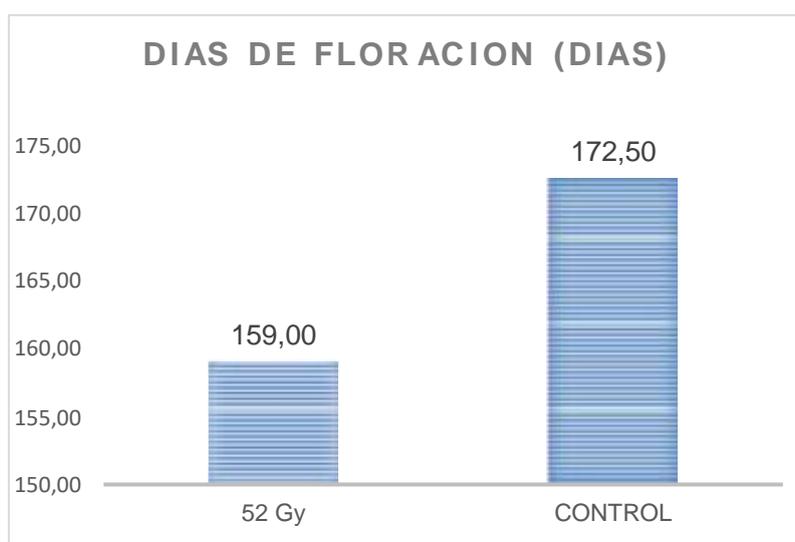
Imagen 6. Promedios de mortalidad (%) en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019



#### 4.9. Días de floración

En la variable días de floración se alcanzó diferencias significativas para los tratamientos de pasto. El promedio mayor fue del control con 172.5 días con lo cual se pudo verificar que en el tratamiento con 52 Gy fue más precoz en floración (Cuadro 7)

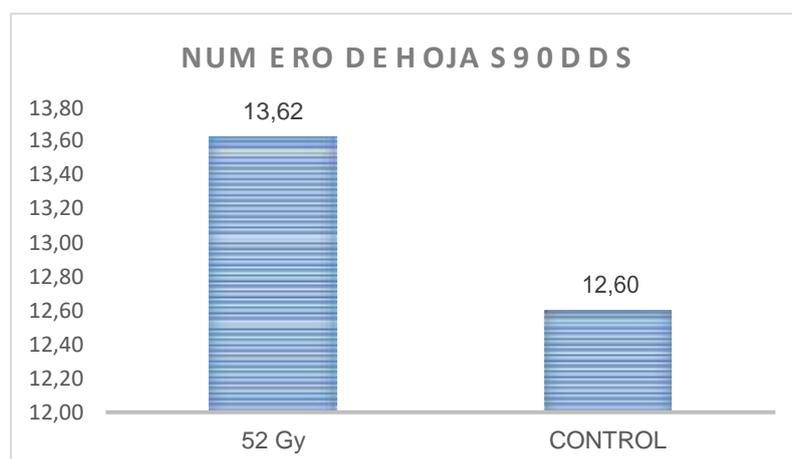
Imagen 7. Promedios de días de floración en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019



#### 4.10. Numero de hojas

Según los resultados obtenidos en la variable número de hojas. Se puede observar en la imagen 8, los valores promedios a los 90 días. En donde se puede observar que los mayores promedios se dieron para los tratamientos irradiados (52 Gy).

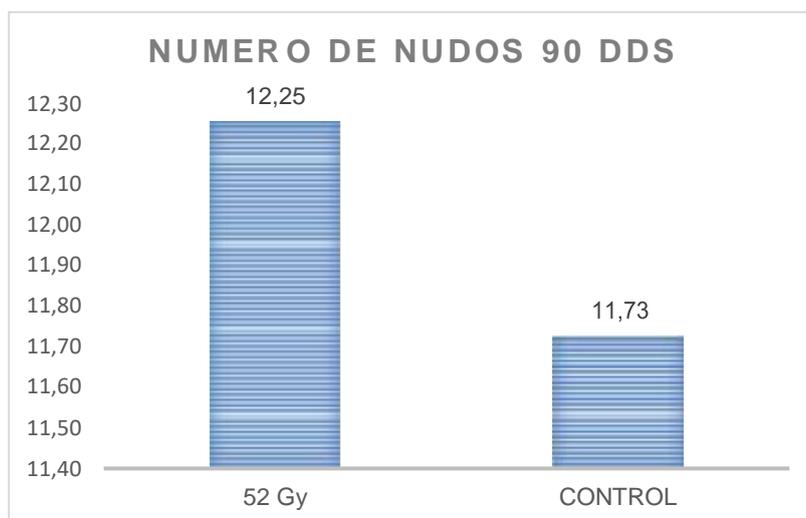
Imagen 8. Número de hojas 90 días en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019



#### 4.11. Número de nudos

Según los resultados obtenidos en la variable número de nudos. Se puede observar en la imagen 9, los valores promedios a los 90 días. En donde se puede observar que los mayores promedios se dieron para los tratamientos irradiados (52 Gy).

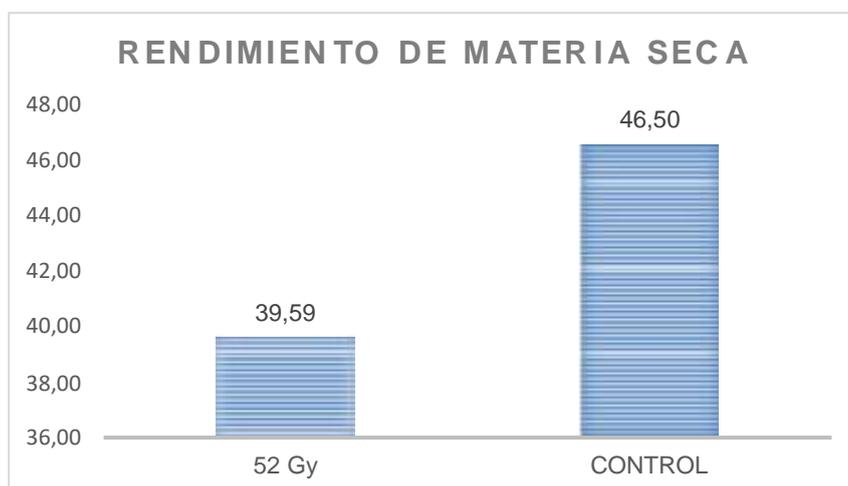
Imagen 9. Número de nudos 90 días en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019.



#### 4.12. Rendimiento de materia seca

En la variable rendimiento de materia seca, el control consiguió un promedio de 46.50, matemáticamente superior al tratamiento con la aplicación de 52 Gy con 39,59, estos resultados se pueden apreciar en la imagen 10.

Imagen 10. Rendimiento de materia seca en pasto Janeiro (52 Gy). FACIAG 2019



## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede concluir lo siguiente:

- En la presente investigación se pudo determinar que a dosis de 52 Gy no se presentó diferencias fenotípicas con respecto al control, ya que todas las variables evaluadas no superaron el CV > al 50 %, lo que indica que la especie puede tener poca variabilidad.
- Con respecto a la variable prendimiento (%) se alcanzó diferencias significativas para los tratamientos de pasto. El promedio fue mayor para 52 Gy con 77,85 % frente a 63,19 % de tratamiento control.
- En cuando a las variables altura de la planta, longitud hojas, nivel de clorofila, área foliar, diámetro de tallo, numero de hojas, numero de nudos. El tratamiento irradiado con 52 Gy presento mayores promedios que el tratamiento control.
- En la variable días de floración se alcanzó diferencias significativas para los tratamientos de pasto. El promedio mayor fue del control con 172,5 días con lo cual se pudo verificar que en el tratamiento con 52 Gy fue más precoz en floración.

## **VI.**

## **RECOMENDACIONES**

Por lo expuesto se recomienda:

- Continuar con la siembra de la generación M2, con el fin de poder seleccionar los mejores genotipos en cuanto a rendimiento y característica agronómicas deseables.
- Realizar futuras investigaciones utilizando otras especies de pasto para poder estimar las mejores características agronómicas y químicas que podrían servir para realizar una selección y mejoramiento de especies.
- Recomendar a los ganaderos en general, las bondades y ventajas de sembrar pasto Janeiro como una fuente de alimento adecuada, en vista de características y rendimientos.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas geográficas en UTM fueron 668742 E; 9801033 N. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura que oscila entre los 24 y 26 °C, con humedad relativa de 88 %, precipitación promedio anual de 1262 mm, con altura de 8 msnm y 990 horas de heliofanía de promedio anual. Como material de siembra se utilizó estolones de pasto janeiro, provenientes del material recolectado en los terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el cual fueron irradiados a (52 Gy) de rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ). Los tratamientos estuvieron constituidos por 1 un material genético con un nivel de irradiación que son: 52 y un testigo no irradiado 0 Gy. Se utilizaron las técnicas de análisis de datos para estimar el promedio, media aritmética, rango de variación, desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV). Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias para su normal desarrollo como preparación del material de siembra, siembra, fertilización, control de malezas. Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: mortalidad de estolones, altura de la planta, diámetro de tallo, longitud de hoja, ancho de hoja, área foliar, nivel de clorofila, biomasa fresca tallo, biomasa fresca foliar, biomasa fresca planta, biomasa seca tallo, biomasa seca foliar, biomasa seca planta, número de hojas y nudos, días de floración, rendimiento de materia seca. Por los resultados obtenidos se pudo determinar que a una dosis de 52 Gy no existen diferencias fenotípicas con respecto al testigo, con un CV <al 50 %. en la variable mortalidad (%) el promedio mayor fue del control con 36,84 %. En cuando a altura de la planta, longitud hojas, nivel de clorofila, área foliar, diámetro de tallo, número de hojas, número de nudos. El tratamiento irradiado con 52 Gy presento mayores promedios que el tratamiento control. En la variable días de floración se alcanzó diferencias significativas para los tratamientos de pasto. El promedio mayor fue del control con 172,5 días con lo cual se pudo verificar que en el tratamiento con 52 Gy fue más precoz en floración.

Palabras claves: Niveles de irradiación, material genético, rendimiento, biomasa.

## VIII. SUMMARY

The present research work was carried out in the premises of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at km. 7,5 of the Babahoyo-Montalvo road. The geographic coordinates in UTM were 668742 E; 9801033 N. The zone presents a humid tropical climate, with a temperature that oscillates between the 24 and 26 ° C, with relative humidity of 88 %, annual average precipitation of 1262 mm, with height of 8 msnm and 990 hours of heliophany of annual average. As seed material was used janeiro grass stolons, from the material collected in the grounds of the Faculty of Agricultural Sciences, which were irradiated to (52 Gy) gamma rays ( $^{60}\text{Co}$ .) The treatments consisted of 1 a genetic material with a level of irradiation that are: 52 and a non-irradiated control 0 Gy. Data analysis techniques were used to estimate the average, arithmetic mean, range of variation, standard deviation (SD) and the coefficient of variation (CV). All the necessary agricultural work was carried out for its normal development as preparation of planting material, planting, fertilization, weed control To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: mortality of stolons, height of the plant, stem diameter, leaf length, leaf width, leaf area, chlorophyll level, fresh stem biomass, fresh foliar biomass, fresh biomass plant, biomass ca stem, dry foliar biomass, dry biomass plant, number of leaves and knots, flowering days, yield of dry matter. Based on the results obtained, it was determined that at a dose of 52 Gy there were no phenotypic differences with respect to the control, with a CV <at 50 %. in the mortality variable (%), the highest average was the control with 36,84 %. When at plant height, leaf length, chlorophyll level, leaf area, stem diameter, number of leaves, number of knots. The irradiated treatment with 52 Gy presented higher averages than the control treatment. In the variable days of flowering significant differences were reached for the pasture treatments. The highest average was control with 172,5 days, which verified that treatment with 52 Gy was earlier in flowering.

Key words: Irradiation levels, genetic material, yield, biomass.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Ahloowalia, B. S., 1997. Improvement of horticultural plants through in vitro culture and induced mutations. *Acta Horticulturae*, 447: 545 – 550.
- Ahloowalia, B. S.; and Maluszynski, M. 2001. Induced mutations—A new paradigm in plant breeding. *Euphytica*, 118(2): 167-173.
- Akutsu M.; Ishizaki T. and Sato H. 2004. Transformation of the monocotyledonous *Alstroemeria* by *Agrobacterium tumefaciens*. *Plant Cell Reports* 22:8.
- Bernal, J. 2003. Pastos y forrajes tropicales producción y manejo. 4ª Edición. Colombia. Ideagro. Bogotá: Ángel Agro- Ideagro. Obtenido de [http://stdf.sistencial.com/Content/fichas/pdf/Ficha\\_43.pdf](http://stdf.sistencial.com/Content/fichas/pdf/Ficha_43.pdf).
- Bishop, J. B. 1989. Manual de pastos tropicales. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1622>
- Calderero. (2011). Biabilidad de 4 densidades de siembras de los pastos Janeiro y (*Brachiaria Humidicola*) para la producción bovina en zonas inundables de la parroquia La Victoria del cantón Salitre. Obtenido de repositorio.ug.edu.ec: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6911>.
- Calderero. (2011). Biabilidad de 4 densidades de siembras de los pastos Janeiro y (*Brachiaria Humidicola*) para la producción bovina en zonas inundables de la parroquia La Victoria del cantón Salitre. Obtenido de repositorio.ug.edu.ec: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6911>.
- Carriel, J. (2003). Pastos y forrajes tropicales producción y manejo. 4ª Edición. Colombia. Ideagro. Bogotá: Ángel Agro- Ideagro. Obtenido de [http://stdf.sistencial.com/Content/fichas/pdf/Ficha\\_43.pdf](http://stdf.sistencial.com/Content/fichas/pdf/Ficha_43.pdf).
- Davila, C., & Urbano, D. (2005). Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos. Merida: Instituto de investigaciones agropecuarias.
- Deng, Y.; Chen, S. and Chen, F. 2011. The embryo rescue derived intergeneric hybrid between chrysanthemum and *Ajania Przewalskii* shows enhanced cold tolerance. *Plant Cell Report* 30: 2177-2186. Aros, D.; Olate, E.;

- Valdés, S. and Infante, R. 2012. Gamma irradiation on *Alstroemeria aurea* G. in vitro rhizomes: an approach to the appropriate dosage for breeding purposes. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo*, 44(1): 191-197.
- Dribnenki, J. C. P.; Green, A. G. and Atlin, G. N., 1996. Linola 989 low linolenic flax. *Canadian journal of plant science*, 76(2): 329-331.
- Espinoza, Y. 2008. Determinación de las principales malezas en potreros y su relación con las prácticas de manejo realizadas en las ganaderías bobinas de la provincia de los Ríos. Obtenido en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11990/3/Tesis%20Y.%20Espinoza%20G.pdf>.
- Fernández, A. 2007. "Nutrición Animal para Zootecnistas". Chacaito - Venezuela: Universidad del Zulia.
- Gavilanes, C. (2011). Ensilaje, como alternativa para la ganadería. Obtenido de [www.agro20.com/m/profile](http://www.agro20.com/m/profile): <http://www.agro20.com/m/profile.ensilaje98>.
- Gepts, P. 2001. Origins of plant agriculture and major crop plants. *Our fragile world: Challenges and opportunities for sustainable development*. Oxford: EOLSS Publishers, 629-637.
- INIAP. 1997. Manual de pastos tropicales para la Amazonía ecuatoriana. Manual N° 33. Quito-Ecuador
- Leon, R. 2006. Pastos y Forajes Producción y Manejo. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.
- Lozada, J., & Raffo, P. (2008). Descripción del manejo agronómico de los pastos *Brachiaria decumbens* *Braquiaria*, *Eriochloa polystachia* Janeiro, *Panicum maxicum* Cauca, *Brizantha* Pasto mulato buen pasto, Estrella *Cynodom pletostachyus*, en las haciendas San Carlos, Rancho Elena, La Victoria. Obtenido de [repositorio.ug.edu.ec](http://repositorio.ug.edu.ec): <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3072>.

- Medina, F.; Amano, F. and dan Tano, S. 2005. Mutation Breeding Manual. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). 178p Rosenberg, S.; DePinho, R. and Weinberg, R. 2008. Devita, Hellman, and Rosenberg's Cancer: principles and practice of oncology. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 7817p.
- Peña O. 2007. Viabilidad de 4 densidades de siembra de los pastos janeiro (*Eryochloa polystachya*) y pasto dulce (*Bracharia humidicola*) para la producción bovina en zonas inundables de la parroquia de la victoria cantón salitre. Tesis.113p.
- Predieri, S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. Plant cell, Tissue and Organ Culture, 64: 185 - 210. Jain, S.; Spencer, M. and Teixeira da Silva, J. 2006. Biotechnology and mutagenesis in improving ornamental plants. Floriculture, ornamental and plant biotechnology, 589-600.
- Rodríguez, s. (1983). <http://sian.inia.gob.ve/>. Obtenido de pasto alemán, pará, caribe, tannagrass, paja de agua, lambedora y chiguirera : [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd12/texto/pasto%20aleman.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd12/texto/pasto%20aleman.htm).
- Schimpl, S.; Fauser, F. and Puchta, H. 2016. CRISPR/Cas-Mediated Site-Specific Mutagenesis in *Arabidopsis thaliana* Using Cas9 Nucleases and Paired Nickases. Chromosome and Genomic Engineering in Plants: Methods and Protocols, 111-122.
- Sparrow, A.; Cuany, R.; Miksche, J. and Schairer, L. 1960. Some factors affecting the responses of plants to acute and chronic radiation exposures. In: IAEA (ed.) Effects of ionizing radiation in seeds. New York, United States of America. p. 289-320.
- Terán, C. (2015). Evaluación de variedades de pastos a la aplicación de dosis de fertilización edáfica y foliar en la zona de Vincés para valorar el porcentaje de biomasa, contenido de proteína.

## X. APÉNDICE

### 10.1. Datos de campo

Cuadro 4. Datos de campo parte 1, para variables en pasto Janeiro.  
FACIAG 2019.

Altura de planta (cm) 30 dds	Altura de planta (cm) 60 dds	Altura de planta (cm) 90 dds	Nivel de clorofila 90 dds	Compactación 90 dds	Longitud hojas (cm) 30 dds	Longitud hojas (cm) 60 dds	Longitud de hojas (cm) 90	Ancho de hojas (cm) 30 dds
12,10	18,71	33,74	38,65	100,00	6,54	16,11	21,27	0,57
6,52	31,60	35,86	43,28	133,33	9,16	16,81	19,17	0,63
5,99	35,32	60,65	40,66	133,33	13,01	19,20	21,36	0,60
4,08	27,85	33,75	44,75	166,67	8,40	15,35	17,04	0,69
6,52	31,60	35,86	43,28	133,33	9,16	16,81	19,17	0,63
4,08	27,85	33,75	44,75	166,67	8,40	15,35	17,04	0,69
12,10	18,71	33,74	38,65	100,00	6,54	16,11	21,27	0,57
4,08	27,85	33,75	44,75	166,67	8,40	15,35	17,04	0,69
5,84	32,46	45,96	39,74	266,67	8,44	16,70	22,54	0,55
5,41	37,01	43,83	40,80	100,00	9,13	17,26	21,98	0,61
5,60	25,69	28,67	37,90	166,67	10,69	19,20	21,82	0,58
4,86	27,80	31,70	32,06	100,00	9,84	15,10	18,59	0,76
5,41	37,01	43,83	40,80	100,00	9,13	17,26	21,98	0,61
5,84	32,46	45,96	39,74	266,67	8,44	16,70	22,54	0,55
4,86	27,80	31,70	32,06	100,00	9,84	15,10	18,59	0,76
5,60	25,69	28,67	37,90	166,67	10,69	19,20	21,82	0,58
6,73	26,58	47,66	39,39	100,00	6,18	15,66	21,58	0,63
4,59	19,29	24,50	33,07	100,00	7,34	17,22	20,82	0,56
4,12	26,46	29,02	43,96	233,33	8,76	15,80	21,60	0,75
5,02	20,08	29,74	33,15	300,00	8,88	14,50	16,62	0,72
6,73	26,58	47,66	39,39	100,00	6,18	15,66	21,58	0,63
4,59	19,29	24,50	33,07	100,00	7,34	17,22	20,82	0,56
4,12	26,46	29,02	43,96	233,33	8,76	15,80	21,60	0,75
5,02	20,08	29,74	33,15	300,00	8,88	14,50	16,62	0,72
5,12	17,48	29,34	38,97	233,33	5,74	11,19	18,75	0,54
4,03	15,94	22,28	56,39	100,00	7,26	11,40	20,17	0,52
3,91	16,53	25,24	44,04	100,00	5,89	11,15	18,18	0,55
4,77	11,57	21,82	36,08	166,67	6,01	9,50	15,90	0,53
5,12	17,48	29,34	38,97	233,33	5,74	11,19	18,75	0,54
4,03	15,94	22,28	56,39	100,00	7,26	11,40	20,17	0,52
3,91	16,53	25,24	44,04	100,00	5,89	11,15	18,18	0,55
4,77	11,57	21,82	36,08	166,67	6,01	9,50	15,90	0,53
6,65	23,70	29,58	38,16	166,67	6,24	15,40	19,20	0,44
3,97	16,13	25,64	41,25	133,33	5,54	11,60	19,90	0,49
4,72	12,66	23,65	41,22	100,00	8,69	12,50	15,47	0,58
5,19	16,60	24,31	36,17	166,67	5,52	10,30	13,41	0,53
6,65	23,70	29,58	38,16	166,67	6,24	15,40	19,20	0,44
3,97	16,13	25,64	41,25	133,33	5,54	11,60	19,90	0,49
4,72	12,66	23,65	41,22	100,00	8,69	12,50	15,47	0,58
5,19	16,60	24,31	36,17	166,67	5,52	10,30	13,41	0,53

Cuadro 5. Datos de campo parte 2, para variables en pasto Janeiro. FACIAG 2019.

Ancho de hojas (cm) 60 dds	Ancho de hojas (cm) 90 dds	Area foliar 90 (cm2) dds	Diámetro de tallo (cm) 30 dds	Diámetro de tallo (cm) 60 dds	Diámetro de tallo (cm) 90	Estolones sembrados	Estolones prendidos	Estolones muertos
1,26	2,08	31,19	0,35	0,39	0,43	327,00	294,00	33,00
1,22	1,89	25,54	0,12	0,21	0,32	302,00	259,00	43,00
1,32	1,55	23,34	0,12	0,19	0,34	352,00	326,00	26,00
1,21	2,17	26,07	0,12	0,23	0,32	401,00	341,00	60,00
1,22	1,89	25,54	0,12	0,21	0,32	302,00	259,00	43,00
1,21	2,17	26,07	0,12	0,23	0,32	401,00	341,00	60,00
1,26	2,08	31,19	0,35	0,39	0,43	327,00	294,00	33,00
1,21	2,17	26,07	0,12	0,23	0,32	401,00	341,00	60,00
1,19	1,95	30,99	0,19	0,22	0,36	304,00	270,00	34,00
1,05	1,78	27,58	0,13	0,21	0,34	292,00	239,00	53,00
1,16	1,71	26,31	0,14	0,19	0,36	354,00	339,00	15,00
1,05	1,73	22,67	0,13	0,21	0,31	316,00	290,00	26,00
1,05	1,78	27,58	0,13	0,21	0,34	292,00	239,00	53,00
1,19	1,95	30,99	0,19	0,22	0,36	304,00	270,00	34,00
1,05	1,73	22,67	0,13	0,21	0,31	316,00	290,00	26,00
1,16	1,71	26,31	0,14	0,19	0,36	354,00	339,00	15,00
1,96	2,34	35,60	0,13	0,24	0,32	276,00	233,00	43,00
1,10	1,36	19,96	0,12	0,19	0,32	228,00	184,00	44,00
1,27	2,11	32,13	0,10	0,21	0,35	93,00	81,00	12,00
0,98	1,74	20,39	0,12	0,22	0,32	124,00	22,00	102,00
1,96	2,34	35,60	0,13	0,24	0,32	276,00	233,00	43,00
1,10	1,36	19,96	0,12	0,19	0,32	228,00	184,00	44,00
1,27	2,11	32,13	0,10	0,21	0,35	93,00	81,00	12,00
0,98	1,74	20,39	0,12	0,22	0,32	124,00	22,00	102,00
0,90	1,80	23,79	0,15	0,21	0,35	262,00	198,00	64,00
0,93	1,50	21,33	0,12	0,18	0,31	143,00	68,00	75,00
0,93	1,70	21,79	0,13	0,21	0,32	227,00	176,00	51,00
0,77	1,85	20,74	0,13	0,23	0,33	147,00	114,00	33,00
0,90	1,80	23,79	0,15	0,21	0,35	262,00	198,00	64,00
0,93	1,50	21,33	0,12	0,18	0,31	143,00	68,00	75,00
0,93	1,70	21,79	0,13	0,21	0,32	227,00	176,00	51,00
0,77	1,85	20,74	0,13	0,23	0,33	147,00	114,00	33,00
0,83	1,39	18,82	0,11	0,21	0,33	299,00	249,00	50,00
0,71	1,44	20,20	0,11	0,21	0,29	330,00	229,00	101,00
1,04	1,83	19,96	0,12	0,21	0,34	278,00	188,00	90,00
0,74	1,99	18,81	0,12	0,21	0,31	323,00	261,00	62,00
0,83	1,39	18,82	0,11	0,21	0,33	299,00	249,00	50,00
0,71	1,44	20,20	0,11	0,21	0,29	330,00	229,00	101,00
1,04	1,83	19,96	0,12	0,21	0,34	278,00	188,00	90,00
0,74	1,99	18,81	0,12	0,21	0,31	323,00	261,00	62,00

Cuadro 6. Datos de campo parte 3, para variables en pasto Janeiro.  
FACIAG 2019.

Numero de hojas 90 dds	Numero de nudos 90 dds	Días de floración (días)	Biomasa fresca tallo (g)	Biomasa fresca foliar (g)	Biomasa seca tallo (g)	Biomasa seca foliar (g)	Biomasa fresca planta (g).	Biomasa seca planta (g)	Porcentaje de humedad (%)	Rendimiento de materia seca
11,80	11,10	150,00	100,00	80,00	65,00	30,00	180,00	95,00	47,22	52,78
14,80	11,60	150,00	180,00	60,00	55,00	25,00	240,00	80,00	66,67	33,33
11,70	10,90	150,00	240,00	85,00	110,00	30,00	325,00	140,00	56,92	43,08
13,70	13,00	150,00	235,00	95,00	80,00	30,00	330,00	110,00	66,67	33,33
14,80	11,60	150,00	180,00	60,00	55,00	25,00	240,00	80,00	66,67	33,33
13,70	13,00	150,00	235,00	95,00	80,00	30,00	330,00	110,00	66,67	33,33
11,80	11,10	150,00	100,00	80,00	65,00	30,00	180,00	95,00	47,22	52,78
13,70	13,00	150,00	235,00	95,00	80,00	30,00	330,00	110,00	66,67	33,33
9,20	8,00	150,00	120,00	120,00	85,00	80,00	240,00	165,00	31,25	68,75
11,60	11,50	150,00	240,00	65,00	70,00	30,00	305,00	100,00	67,21	32,79
14,00	13,00	150,00	235,00	80,00	70,00	30,00	315,00	100,00	68,25	31,75
14,30	13,30	150,00	170,00	70,00	60,00	25,00	240,00	85,00	64,58	35,42
11,60	11,50	150,00	240,00	65,00	70,00	30,00	305,00	100,00	67,21	32,79
9,20	8,00	150,00	120,00	120,00	85,00	80,00	240,00	165,00	31,25	68,75
14,30	13,30	150,00	170,00	70,00	60,00	25,00	240,00	85,00	64,58	35,42
14,00	13,00	150,00	235,00	80,00	70,00	30,00	315,00	100,00	68,25	31,75
11,50	9,60	150,00	150,00	80,00	50,00	25,00	230,00	75,00	67,39	32,61
12,80	11,30	150,00	175,00	65,00	65,00	25,00	240,00	90,00	62,50	37,50
13,80	12,70	150,00	190,00	75,00	45,00	25,00	265,00	70,00	73,58	26,42
13,50	12,40	150,00	190,00	70,00	50,00	30,00	260,00	80,00	69,23	30,77
11,50	9,60	150,00	150,00	80,00	50,00	25,00	230,00	75,00	67,39	32,61
12,80	11,30	150,00	175,00	65,00	65,00	25,00	240,00	90,00	62,50	37,50
13,80	12,70	150,00	190,00	75,00	45,00	25,00	265,00	70,00	73,58	26,42
13,50	12,40	150,00	190,00	70,00	50,00	30,00	260,00	80,00	69,23	30,77
12,60	10,70	180,00	280,00	115,00	90,00	35,00	395,00	125,00	68,35	31,65
18,60	16,50	180,00	190,00	75,00	50,00	30,00	265,00	80,00	69,81	30,19
15,00	14,30	180,00	185,00	70,00	50,00	30,00	255,00	80,00	68,63	31,37
14,50	14,10	150,00	235,00	90,00	95,00	30,00	325,00	125,00	61,54	38,46
12,60	10,70	180,00	280,00	115,00	90,00	35,00	395,00	125,00	68,35	31,65
18,60	16,50	180,00	190,00	75,00	50,00	30,00	265,00	80,00	69,81	30,19
15,00	14,30	180,00	185,00	70,00	50,00	30,00	255,00	80,00	68,63	31,37
14,50	14,10	150,00	235,00	90,00	95,00	30,00	325,00	125,00	61,54	38,46
14,20	11,30	180,00	180,00	70,00	140,00	30,00	250,00	170,00	32,00	68,00
15,90	13,20	180,00	140,00	70,00	95,00	30,00	210,00	125,00	40,48	59,52
13,90	13,00	180,00	200,00	70,00	90,00	30,00	270,00	120,00	55,56	44,44
14,00	12,50	150,00	205,00	85,00	70,00	30,00	290,00	100,00	65,52	34,48
14,20	11,30	180,00	180,00	70,00	140,00	30,00	250,00	170,00	32,00	68,00
15,90	13,20	180,00	140,00	70,00	95,00	30,00	210,00	125,00	40,48	59,52
13,90	13,00	180,00	200,00	70,00	90,00	30,00	270,00	120,00	55,56	44,44
14,00	12,50	150,00	205,00	85,00	70,00	30,00	290,00	100,00	65,52	34,48

## 10.2. Graficas de campo



**Siembra, estaquillado**



**Visita del Tutor: Ing. Edwin Hasang y el coordinador de Titulación Ing. Marlon Lopez**



**Evaluación en campo: Diámetro de tallo**



**Evaluación: altura de planta**



**Toma de datos en laboratorio: peso fresco y peso seco**



**Visita Ing. Marlon Lopez y Edwin Hasang Moran**