



**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:**

“Germinación de semillas del pasto saboya (*Panicum maximum*),  
expuestos a diferentes niveles de irradiación con rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ )  
en el cantón Babahoyo”

**AUTORA:**

Erika Mitzi Ledezma Cellan

**TUTOR:**

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

"Germinación de semillas del pasto saboya (*Panicum maximum*),  
expuestos a diferentes niveles de irradiación con rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ )  
en el cantón Babahoyo"

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Agr. Victoria-Rendón Ledesma, MSc

**PRESIDENTE.**

Ing. Agr. Fidel Beltrán Castro, MBA  
**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Agr. Nessar Rojas Jorgge, MSc  
**VOCAL PRINCIPAL**

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

ERIKA MITZI LEDEZMA CELLAN

### Declaro que:

El trabajo experimental “Germinación de semillas del pasto saboya (*Panicum maximum*), expuestos a diferentes niveles de irradiación con 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 maximum* 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, 14 de junio del 2019.



ERIKA MITZI LEDEZMA CELLAN

C.I. 120773128-0

# CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica:

Que el trabajo titulado "Germinación de semillas del pasto saboya (*Panicum maximum*), expuestos a diferentes niveles de irradiación con rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) en el cantón Babahoyo", realizado por la egresada Erika Mitzi Ledezma Cellan; ha sido dirigido y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la universidad técnica de Babahoyo.

Babahoyo, 14 de junio 2019



---

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.  
Asesor

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidos en la presente investigación pertenecen de manera exclusiva a la autora.

*Erika Ledezma C*  
**ERIKA MITZI LEDEZMA CELLAN**

## **DEDICATORIA**

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

A mi familia, a mi Padre Angel Ledezma Bonilla y especialmente a mi Madre Anania Cellan Cedeño, 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 hermanos, Madeleine y Edwin, a mis amigas, amigos y la persona que se encuentra en mi presente Edison C, 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. Marlon López Izurieta MSc. Por su esfuerzo, dedicación quien con sus conocimientos, 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 MSc, Dr. Ricardo Zambrano Moreira MSc, Dr. Jhon Rodríguez Alava MSc, Ing. Agr. Edwin Hasang Moran MSc, Ing. Agr. Fernando Cobos Mora MBA. Gracias por la distinción en mí, de parte de ustedes, y el apoyo incondicional para que este proyecto haya concluido 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 **Ingeniera Agropecuaria** 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 las gramíneas.....	3
2.2.	Importancia en Ecuador.....	4
2.3.	Origen.....	4
2.4.	Clasificación taxonómica.....	5
2.5.	Características morfológicas.....	5
2.6.	Época de siembra.....	7
2.7.	La inducción de mutaciones en el fitomejoramiento.....	7
2.8.	Agentes Mutágenos.....	8
2.9.	Agentes Físicos.....	8
2.10.	Agentes Químicos.....	9
2.11.	Variedades Mutantes de Plantas Cultivadas.....	9
2.12.	Efectos somáticos del tratamiento.....	10
1).	Porcentaje de Germinación.....	10
2).	Altura de la primera hoja.....	10
3).	Letalidad-sobrevivencia hasta la madurez.....	10
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.	Tratamientos.....	12
3.6.	Diseño Experimental.....	12
3.7.	Manejo del ensayo.....	12
3.7.1.	Preparación del sustrato y platabandas.....	12
3.7.2.	Siembra.....	12
3.7.3.	Riego.....	13
3.7.4.	Control de malezas.....	13



3.8. Datos a Evaluar.....	13
3.8.1. Germinación .....	13
3.8.2. Altura de la planta.....	13
3.8.3. Nivel de clorofila.....	13
3.8.4. Longitud de hoja .....	13
3.8.5. Ancho de hoja .....	13
3.8.6. Área foliar .....	14
3.8.7. Diámetro de tallo.....	14
3.8.8. Numero de hojas .....	14
3.8.9. Días de floración.....	14
3.8.10. Rendimiento de materia seca .....	14
IV. RESULTADOS.....	15
4.1. Germinación .....	15
4.2. Altura de planta 30 días.....	16
4.3. Altura de planta 60 días.....	16
4.4. Altura de planta 90 días.....	17
4.5. Nivel de clorofila.....	17
4.6. Longitud hojas (cm) 90 días.....	18
4.7. Ancho de hojas (cm) 90 días .....	18
4.8. Área foliar (cm).....	19
4.9. Diámetro de tallo (cm) 30 días.....	19
4.10. Diámetro de tallo a los 60 dds.....	20
4.11. Diámetro de tallo a los 90 dds.....	20
4.12. Numero de hojas a los 30 dds .....	21
4.13. Numero de hojas a los 60 dds .....	21
4.14. Numero de hojas a los 90 dds .....	22
4.15. Biomasa fresca (g).....	22
4.16. Biomasa seca (g).....	23
4.17. Rendimiento de materia seca (%) .....	23
4.18. Días de floración .....	24
V. CONCLUSIONES .....	25
VI. RECOMENDACIONES.....	26
VII. RESUMEN.....	27
VIII. SUMMARY .....	28

IX.	BIBLIOGRAFÍA .....	29
X.	APÉNDICE .....	33

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Germinación de semillas en pasto Saboya. FACIAG 2019. ....	15
Cuadro 2. Altura de planta 30 días y altura de planta 60 días en pasto Saboya. FACIAG 2019. ....	16
Cuadro 3. Altura de planta 90 días y Nivel de clorofila en pasto Saboya. FACIAG 2019. ....	17
Cuadro 4. Longitud hojas 90 días y ancho de hojas 90 días en pasto Saboya. FACIAG 2019. ....	18
Cuadro 5. Área foliar (cm) y diámetro de tallo (cm) 30 días en pasto Saboya. FACIAG 2019. ....	19
Cuadro 6. Diámetro de tallo a los a los 60 y 90 dds en pasto Saboya. FACIAG 2019.....	20
Cuadro 7. Numero de hojas a los 30 y 60 dds en Saboya. FACIAG 2019.....	21
Cuadro 8. Numero de hojas a los 90 dds y biomasa fresca (g) en Saboya. FACIAG 2019. ....	22
Cuadro 9. Biomasa seca tallo y rendimiento de materia seca en Saboya. FACIAG 2019. ....	23
Cuadro 10. Días de floración en Saboya. FACIAG 2019. ....	24
Cuadro 11. Análisis de varianza para variables en estudio, en Saboya. FACIAG 2019..	33

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro del panorama ecuatoriano, el pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.) representa más del 80 % de las áreas cultivadas con pasturas. Según el censo nacional del 2013, existen 1 286,570 hectáreas de pasto Saboya, siendo así el de mayor producción dentro del territorio nacional (SINAGAP, 2014).

Es una variedad con amplio rango de adaptación desde el nivel de mar hasta los 1800 msnm crece bien bajo suelos de alta fertilidad y soporta niveles moderados de sequía por su gran radicular. Se usa generalmente para pastoreo, aunque puede ser utilizada para henificación (Conrado, 2015).

Este tipo de pastos en los últimos diez años se ha propagado ampliamente en Latinoamérica, estableciéndose durante este período alrededor de 20 millones de hectárea, debido a su abundante producción de semillas sexual y a su amplio rango de adaptación en diferentes condiciones edafoclimáticas, desde el nivel del mar hasta los 2300m, precipitación entre 700 y 3200mm, tolerando sequía hasta 170 días. Crece vigorosamente en suelos de cualquier textura, preferiblemente bien drenados, incluyendo ácidos y de baja fertilidad. (Misael, 2015).

Los materiales forrajeros más utilizados por los ganaderos son del género *Panicum spp*, esto se debe a su marcada rusticidad, tolera el pisoteo y la sequía, produce forraje de buena calidad, palatabilidad y digestibilidad; además, presenta alta capacidad de rebrote con períodos de descanso adecuados. En la actualidad en Ecuador se cultivan diferentes variedades de *Panicum máximo* como Tanzania y Mombaza originarios de otros países, que presentan distintos requerimientos y comportamientos dependiendo de las regiones ecológicas.

El pasto *Panicum maximum* ha demostrado una excelente adaptación a las condiciones de las diferentes zonas. Sin embargo, en la Época seca es indispensable el suministro adicional de agua. C ya que en suelos saturados de agua el crecimiento radicular es mínimo (Vélez, *et al.*2002).

La información que está disponible en el Ecuador referente al potencial de producción esta especie es extremadamente limitada o casi nula, ya sea por falta

de investigación o por falta de divulgación de la información a la comunidad científica. Además, pocos estudios referentes al mejoramiento genético, para manipular el rendimiento de forraje y evaluar los diferentes componentes morfológicos en praderas tropicales; por lo que es importante realizar este tipo de estudios preliminares sobre estos procesos, que permitan mejorar la eficiencia en la producción de pasto Saboya (*Panicum máximum* Jacq.) en la provincia de Los Ríos

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. General

Evaluar la germinación de semillas del pasto saboya (*Panicum maximum*), expuestos a diferentes niveles de irradiación con rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) en el cantón Babahoyo.

### 1.1.2. Específicos

- Identificar cuál de los niveles de irradiación aplicados a la semilla del pasto saboya afectó en mayor porcentaje la germinación.
- Determinar la altura de la planta por el efecto de la irradiación hasta los 90 días después de la siembra.
- Evaluar el porcentaje de rendimiento de materia seca de los tratamientos de irradiación aplicados.

## 1.2. Hipótesis

**Ho:  $\mu \text{ A} = \mu \text{ B}$ .** Las cuatro dosis irradiadas con rayos gamma presentaran parámetros similares de germinación y sobrevivencia.

**Hi:  $\mu \text{ A} \neq \mu \text{ B}$ .** Al menos una de las cuatro dosis irradiadas con rayos gamma presentase parámetros de germinación y sobrevivencia diferentes.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Importancia de las gramíneas

Las gramíneas son una de las plantas más abundantes e importantes del planeta. Siendo los cereales el producto más valioso obtenido de las gramíneas. Los cereales son ampliamente utilizados por el hombre como por las aves. Hay muchísimos usos para las gramíneas y son grandemente abundantes, encontrándose en lugares donde casi no hay agua, así como en lugares abundantes de agua. Las gramíneas son los forrajes más importantes en la alimentación del ganado (Intriago, 2013).

Las gramíneas forrajeras son plantas que forman la mayor parte de las áreas de producción de forraje para el ganado. Existen especies que son sembradas para pastoreo directo y otras que se siembran para ser utilizadas mediante cortes, en forma manual o mecanizada, para suministro en comederos, ya sea en forma fresca, uso en ensilaje o heno (Relief, 2015).

Se desarrollan desde los suelos más pobres, hasta lo más ricos, y en terrenos secos como en inundados. Están agrupadas en unos 600 géneros y 6.000 especies en todo el mundo. Pueden ser anuales perennes, rastreras o medir sobre los 2 metros de altura.

“Existen 28 tribus de gramíneas; de estas, las Agrostae constituyen el 8,2 % del total de gramíneas del mundo, las Andropogoneae el 11,9 %, las Aveneae el 6,3 %, las Eragrostae el 8,1 %, las Festuceae el 16,5 %, las Paniceae el 24,7%, y las 22 tribus menores restantes representan el 24,3 %. Estos porcentajes se calcularon tomando como base el análisis de las gramíneas halladas en 64 lugares típicos pertenecientes a las principales praderas del mundo” (Bernal, 2008).

De acuerdo con la duración de su ciclo de vida, se clasifican en anuales y perennes. Las especies anuales cumplen su ciclo de vida en un año o menos y todos sus retoños producen inflorescencias. Las perennes son típicamente de porte frondoso; entre estas hay vivaces, es decir, que mantienen viva la parte

subterránea y renuevan sus retoños (Sierra, 2001).

## **2.2. Importancia en Ecuador**

El Ecuador posee un suelo privilegiado para la producción de pastos y óptimas para la producción pecuaria, unos de los principales factores de producción es la buena alimentación, 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 de suelo cultivado del mundo, 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).

## **2.3. Origen**

El pasto Guinea, *Panicum máximum* Jacq, es de origen africano, introducido para América en 1967, luego fue liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ), en Brasil. Es una especie productiva en ambientes tropicales (Ramírez *et al*, 2009).

El pasto Saboya es un cultivar mejorado de Guinea o Privilegio cuya elevada calidad nutricional lo ubica como una de las gramíneas forrajeras tropicales más nutritivas que existen, por su abundante producción de hojas (80 % de la planta) de elevada calidad nutritiva y excelente digestibilidad, lo hacen una muy buena alternativa para alimentar vacas lecheras, finalizar novillos o alimentar becerros en desarrollo, ya sea en pastoreo o ensilaje, (Unión ganadera regional de Jalisco, 2007).

## 2.4. Clasificación taxonómica

Según el Catálogo de biodiversidad de Colombia (2015), la clasificación taxonómica del pasto Saboya es la siguiente:

- **Reino** Plantae
- **División** Magnoliophyta
- **Clase** Liliopsida
- **Orden** Poales
- **Familia** Poaceae
- **Género** Megathyrsus
- **Especie** Maximus

## 2.5. Características morfológicas

*Panicum máxmum*, es una gramínea perenne rizomatosa, de la familia de las poáceas; de porte alto, desarrolla principalmente en macollas aisladas, que puedan alcanzar hasta 3 m de altura. La inflorescencia es una espiga abierta con ramificaciones laterales. Es una especie con amplio rango de adaptación desde el nivel de mar hasta los 1800 msnm crece bien bajo suelos de alta fertilidad y soporta niveles moderados de sequía por su gran radicular. Se usa generalmente para pastoreo, aunque puede ser utilizada para henificación (Stern y Nicolayevsky, 2001).

Las especies del género *Panicum*, tiene un mayor potencial de rendimiento forrajero, presentan un sistema fotosintético de gran efectividad. Por otro lado, los *Panicum* resisten el pisoteo y la sequía, es un alto productor de pasto de buena calidad, palatabilidad y digestibilidad; presenta una alta capacidad de rebrote con períodos de descanso de 35 días (Lobo y Díaz 2001). Son variedades perennes, con una altura (hasta 250 cm) y vigorosa. La raíz es adventicia, el tallo posee



generalmente pelos largos en los nudos, las hojas son alternas, situadas en 2 hileras sobre el tallo, la inflorescencia es una panícula grande, las flores son muy pequeñas y presenta una sola semilla fusionada a la pared del fruto (Pita, 2010). El pasto Guinea se desarrolla muy bien en sistemas silvopastoriles posee ventaja sobre otras especies de pasto, ya que su producción de biomasa se ve levemente afectada por la sombra (Ledesma, 2006).

Tiene un crecimiento recto al inicio de su desarrollo, posteriormente crece lateralmente al desplegar nuevos macollos. Los tallos son fibrosos y se engrosan con el desarrollo. Presentan hojas divididas en lámina y vaina que envuelve al tallo, unidas por un apéndice membranoso llamado lígula. Están dispuestas en dos hileras sobre el tallo, ascendentes y planas, tienen venación paralela, alcanzan de 0,30 a 0,90 m de longitud y de 10 a 30 mm de ancho y están cubiertas por vellosidades (Abad, 2012).

Se reproduce vegetativamente a través de semillas. Su reproducción sexual se limita a un 3 % aproximadamente, mediante polinización cruzada o autopolinización y se ve facilitada por el agua, viento, presencia de animales y aves, etc. Para el establecimiento se requieren aproximadamente de 4 a 10 kg de semillas por hectárea y mediante siembra en surcos o al voleo, dependiendo del fin de la plantación. La reproducción asexual se da mediante cortes del macollo que serán utilizados como material vegetativo a razón de 12 a 15 cepas/ha (Abad, 2012).

La inflorescencia es una panícula en forma de racimo de entre 0,20 a 0,60 m de largo, compuesta por muchas espiguillas pediceladas y flores pequeñas recubiertas por una bráctea. El fruto es una cariósida o grano generalmente de baja germinación y baja calidad debido a la presencia de dormancia por lo que la germinación promedio es de un 10 %. Esta dormancia es el resultado de la presencia de embriones inmaduros, impermeabilidad de la cubierta, presencia de inhibidores y restricciones mecánicas que impiden el desarrollo del embrión y de la raíz. Las semillas surgen luego de 28 a 36 días después de la aparición de las inflorescencias y fácilmente se desprenden de la panícula, disminuyendo la producción de semillas por pérdida de material. Cuenta con un sistema radicular

denso y fibroso en forma de rizoma rastreo que le permite soportar condiciones adversas (Cerdas y Vallejos, 2012).

## **2.6. Época de siembra**

Ubicar la época exacta para sembrar. La semilla requiere de superficie humedad para germinar. Los períodos largos de sequía sucesivos a la siembra pueden causar la pérdida parcial o total de la misma. En suelo arcillosos se ha logrado excelentes resultados cuando se siembra poco antes de iniciarse el período de lluvias o bien al final de las mismas. (Garzola, 2010).

## **2.7. La inducción de mutaciones en el fitomejoramiento**

En un sentido amplio, las mutaciones son cambios en la información genética almacenada en el ADN. De acuerdo a la extensión del material genético que es afectado se pueden observar tres tipos de mutaciones: génicas, que abarcan alteraciones en la secuencia de nucleótidos de un gen; cromosómicas estructurales, que implican cambios en la estructura interna de los cromosomas, como deleciones, duplicaciones, adiciones o translocaciones; y cromosómicas numéricas, que son alteraciones en el número de los cromosomas propio de la especie (Oliva y Vidal, 2006). Las mutaciones son el origen primario de la variabilidad genética y el control de la frecuencia y espectro de las mismas constituye una herramienta valiosa en el mejoramiento de las plantas cultivadas (Prina *et al.*, 2010).

Los mutágenos actúan induciendo una serie cambios en el ADN. El tipo y frecuencia de estas alteraciones varían de acuerdo al agente, a las condiciones de tratamiento, a la especie, al tipo de tejido y al momento del ciclo celular. Todas estas modificaciones del ADN son reconocidas y reparadas por mecanismos enzimáticos. Algunos de ellos revertirán totalmente el ADN dañado a su estado original, mientras otros no harán una reparación perfecta, lo cual acarrea un cambio en el número y/o secuencia de nucleótidos y, por ende, una mutación que se hereda a la progenie (Prina *et al.*, 2010).

## 2.8. Agentes Mutágenos

De acuerdo a su naturaleza, los agentes artificiales utilizados para producir mutaciones se pueden clasificar en dos grandes grupos: físicos y químicos (Prina *et al.*, 2010).

## 2.9. Agentes Físicos

Son diferentes tipos de radiación, la cual se define como energía que se mueve de un punto a otro punto en forma de ondas o partículas. Existen dos categorías de radiación: la electromagnética y la corpuscular. La radiación electromagnética es energía que viaja a través del vacío o un medio material en forma de ondas electromagnéticas. Sin embargo, estas ondas poseen también un comportamiento de partículas, por lo cual se acepta que la energía se desplaza como paquetes llamados fotones, que no poseen masa, viajan a la velocidad de la luz y pueden interactuar con la materia para transferir una cantidad fija de energía (Mba *et al.*, 2012).

En cuanto a la radiación corpuscular, está formada por partículas subatómicas como electrones, protones, neutrones o partículas alfa ( $\alpha$ ), que viajan en forma de chorros a diversas velocidades y poseen masa definida (Mba *et al.*, 2012).

Las radiaciones también pueden clasificarse por su capacidad para producir iones en radiaciones ionizantes y no ionizantes. Las primeras portan suficiente energía como para remover al menos un electrón de un átomo o molécula. Las últimas no poseen la cantidad de energía necesaria para modificar la estructura de aquellos, pero si para excitar sus electrones, es decir, llevarlos a un nivel energético superior (Mba *et al.*, 2012).

Los rayos gamma forman parte del espectro electromagnético. Son emitidos por elementos radiactivos o durante ciertas reacciones nucleares. Poseen longitudes de onda menores a  $10^{-12}$  m, una frecuencia de  $10^{21}$  Hertz y energía por fotón de hasta varios Mega electrón voltios (MeV). Transportan una gran cantidad de energía y tienen gran poder de penetración (Mba *et al.*, 2012).

Una fuente de rayos gamma lo constituye el isótopo radiactivo Cobalto-60. No está presente en la naturaleza y se lo obtiene mediante activación neutrónica del isótopo Cobalto-59. Su vida media es de 5,261 años (Brown *et al.*, 2004).

La cantidad de energía impartida por las radiaciones ionizantes por unidad de masa se conoce como dosis absorbida. Su unidad en el Sistema Internacional de medidas es Julio/kilogramo ( $\text{J kg}^{-1}$ ) y su nombre especial es Gray (Gy). Un gray significa la absorción de un Julio de energía en forma de radiación ionizante por un kilogramo de materia (Lagoda, 2012).

La radiación gamma produce ionización de macromoléculas y radiólisis del agua lo cual genera radicales libres, principalmente hidroxilos, así como peróxido de hidrógeno, que dañan todos los componentes de la célula incluyendo lípidos, proteínas, ADN y ARN. A este proceso se conoce como estrés oxidativo. En el ADN se producen principalmente roturas simples y dobles de la cadena, pérdida de bases y desaminación de citosina o timina. La reparación enzimática de estas alteraciones puede desembocar en mutaciones (Basantes, 2010).

## **2.10. Agentes Químicos**

A diferencia de las radiaciones ionizantes, que actúan sobre las moléculas en forma indiscriminada, los mutágenos químicos suelen ser más específicos. Los que más se han utilizado en fitomejoramiento son los agentes alquilantes, denominados así por incorporar grupos alquilo a las macromoléculas. Se trata de compuestos electrofílicos que reaccionan con átomos que tienen un par de electrones libres como S, N y O, y de esta manera actúan sobre las bases y los grupos fosfatos del ADN y también sobre las proteínas (Prina *et al.*, 2010).

## **2.11. Variedades Mutantes de Plantas Cultivadas**

Hasta el año 2009, más de 3000 variedades mutantes, pertenecientes a 170 especies diferentes de plantas cultivadas han sido liberadas (Burkart, 2009). de las 2252 variedades mutantes liberadas hasta el año 2000, el 70 % se lanzaron directamente como nuevas variedades, producto de la multiplicación directa de una línea mutante seleccionada. El 30 % restante fue consecuencia de

cruces con mutantes inducidos. El método más frecuente para inducir la alteración en el genoma fue la radiación (89 %). El uso de agentes químicos fue raro. El 64 % de las variedades cuya mutación fue inducida por radiación fue tratado con rayos gamma. De las 2252 accesiones, el 75 % se trata de especies comestibles y el restante 25 % son cultivos ornamentales.

## **2.12. Efectos somáticos del tratamiento**

Los principales efectos del tratamiento mutágeno que se deben esperar y medir en la primera generación de plantas, o  $M_1$  son los siguientes:

### **1). Porcentaje de Germinación**

De acuerdo con Prina (1989), las radiaciones ionizantes, incluso a dosis muy altas, no afectan el porcentaje de germinación en la mayoría de las especies y solamente serviría para medir la toxicidad de algunos mutágenos químicos.

### **2). Altura de la primera hoja**

La disminución de los valores de este parámetro constituye un índice del daño fisiológico del tratamiento. Las mediciones se deben realizar una vez que la primera hoja haya terminado su crecimiento.

Prina (1989), al realizar estudios en cebada, consideran que la medida del crecimiento de la primera vaina foliar se correlaciona mejor con otro tipo de efectos biológicos, como la letalidad del tratamiento, porque está directamente relacionado con la división celular y por ende con el daño cromosómico.

### **3). Letalidad-sobrevivencia hasta la madurez**

Se mide en condiciones de campo contabilizando el número de plantas que producen semillas y que son capaces de pasar a la siguiente generación (Prina, 1989).

### 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. 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<sup>1</sup>.

#### 3.2. Material genético

Para el desarrollo de este trabajo experimental se utilizó semilla de pasto saboya, provenientes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el cual fueron irradiados a diferentes niveles de rayos gamma (<sup>60</sup>Co), esto se realizó en el Ministerio de Electricidad y Energía no Renovable cuyo laboratorio de investigación se encuentra en Alóag provincia de Pichincha.

#### 3.3. Métodos

Se utilizó los métodos: Inductivos-Deductivos, Deductivos-Inductivos y el método experimental.

#### 3.4. Factores estudiados

**Variable independiente:** Niveles de irradiación (50, 75, 100 y 150 Gy incluyendo un testigo no irradiado 0 Gy).

**Variable dependiente:** Germinación de la semilla de pasto saboya.

---

<sup>1</sup> Fuente: Estación experimental meteorológica UTB, INAHMI, 2018

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos en estudio son los siguientes niveles de irradiación.

TRATAMIENTOS	FACTOR
T1	0 Gy
T2	50 Gy
T3	75 Gy
T4	100 Gy
T5	150 Gy

### 3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

El análisis de las variables y la comparación de las medias, se efectuó con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

### 3.7. Manejo del ensayo

#### 3.7.1. Preparación del sustrato y platabandas

Para el trabajo experimental se procedió hacer la limpieza del terreno utilizar. Donde se construyó un sistema de platabanda o camas con madera reciclada, la cual fue dividida en veinte sub parcelas de 1 metro de ancho x 1,40 metros de largo para la colocación de los respectivos tratamientos.

Una vez construido el semillero se procedió a la preparación del sustrato el cual estaba provisto de una mezcla homogénea de arena, cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de arroz, aserrín o viruta de madera.

#### 3.7.2. Siembra

La siembra de la semilla irradiada se efectuó sobre las platabandas en hileras con distanciamiento entre hileras de 10 cm y a chorro continuo, donde se colocaron la cantidad de 100 g de semilla de cada uno de los tratamientos previamente sorteados.

### **3.7.3. Riego**

Esta actividad fue realizada de forma periódica cada tres días y manual, con la ayuda de una regadera en toda la platabanda.

### **3.7.4. Control de malezas**

Para bajar la incidencia de las malezas en el área experimental se procedió a retirar las malas hierbas de forma manual y mecánica utilizando principalmente machete en toda el área experimental.

## **3.8. Datos a Evaluar**

### **3.8.1. Germinación**

Se evaluó la germinación laboratorio y en campo donde se midió el porcentaje de germinación hasta los 15 días después de la siembra.

### **3.8.2. Altura de la planta**

Se evaluó por tratamiento, tomando diez plantas al azar a los 30, 60 y 90 días, desde el suelo hasta la emisión de la última hoja.

### **3.8.3. Nivel de clorofila**

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

### **3.8.4. Longitud de hoja**

Se midió a los 90 días, tomando una hoja de la parte central de la planta, cada hoja se midió desde la base de la lámina foliar hasta el ápice de la misma, estos resultados se presentaron en centímetro.

### **3.8.5. Ancho de hoja**

Esta variable se midió 90 días después de la siembra en el tercio medio de la misma hoja donde medimos la longitud, esta variable se reportó en centímetros.



### **3.8.6. Área foliar**

Para obtener esta variable se utilizaron los resultados de longitud y ancho de hoja y se multiplicaron por la constante 0,705. Este resultado se fue expresado en cm<sup>2</sup>.

### **3.8.7. Diámetro de tallo**

Se evaluó a los 30, 60, 90 días, tomando diez plantas al azar, midiendo a nivel del segundo entrenudo, esta variable esta expresado en cm.

### **3.8.8. Numero de hojas**

Se contabilizaron el total de hojas de diez plantas tomadas al azar por cada unidad experimental.

### **3.8.9. Días de floración**

Se tomó como día de floración cuando las plantas de cada unidad experimental hayan florecido en el 50 % de las plantas sembradas.

### **3.8.10. Rendimiento de materia seca**

Para la producción de materia seca del pasto se determinó la humedad de peso fresco y seco en gramos por cada unidad experimental, luego este material se colocó en la estufa a 72 °C por 48 horas para obtener la materia seca finalmente para obtener el porcentaje de rendimiento de materia seca, se utilizó la siguiente operación:  $RMS = (MS/MF) \times 100$ .

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Germinación

En la prueba de germinación se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, en donde el tratamiento con una dosis de 100 Gy, obtuvo el promedio de germinación menor con 27 %, por lo tanto, las dosis de radiación aplicadas influenciaron la capacidad de germinación de las semillas. En este trabajo se encontró que la germinación de semillas de pasto saboya fue dependiente de la dosis de rayos gamma aplicada y fue afectada principalmente por la capacidad de germinación de los genotipos.

Con respecto a la variable altura de las semillas germinadas, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, de igual forma el tratamiento con una dosis de 100 Gy, obtuvo el promedio de altura de las semillas germinadas menor con 19,56 ml, por lo tanto, las dosis de radiación aplicadas influenciaron la capacidad de germinación de las semillas. En este trabajo se encontró que la altura de las semillas germinadas de pasto saboya fue dependiente de la dosis de rayos gamma aplicada.

Cuadro 1. Germinación de semillas en pasto Saboya. FACIAG 2019.

<b>Germinación de semillas en caja petri</b>			
<b>Dosis</b>	<b>Altura de las semillas germinadas ml</b>	<b>Germinadas %</b>	<b>No germinadas %</b>
0 Gy	22,67	51	49
50 Gy	25,56	61	39
75 Gy	27,70	40	60
100 Gy	19,56	27	73
150 Gy	24,02	47	53
<b>Nota: en cada variable se utilizó 100 semillas</b>			

## 4.2. Altura de planta 30 días

El análisis de varianza para la variable altura de planta 30 días, no reflejó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 15,15 %, según registro del Cuadro 2.

El pasto Saboya mostró mayor altura cuando se utilizó el tratamiento T2 con dosis 50 Gy reportó 15,02 cm, estadísticamente igual al resto de tratamientos y superior al tratamiento T1 (0 Gy), con 12,06 cm.

## 4.3. Altura de planta 60 días

En el Cuadro 2 se observan los resultados de la variable altura de planta a los 60 dds, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 18,22 %.

Numéricamente el tratamiento 4 con dosis de 100 Gy reportó 18,07 cm altura, fue superior al resto de tratamientos, y el menor valor lo obtuvo el tratamiento T5 (150 Gy), con 18,07 cm.

Cuadro 2. Altura de planta 30 días y altura de planta 60 días en pasto Saboya. FACIAG 2019.

Tratamientos	Dosis	Altura de planta 30 días	Altura de planta 60 días
T1	0 Gy	12,06	15.01
T2	50 Gy	15,02	17.77
T3	75 Gy	14,49	16.83
T4	100 Gy	12,81	18.07
T5	150 Gy	13,75	15.25
<b>Promedio</b>		13,63	16,59
<b>CV (%)</b>		15,15	18,22
<b>Tukey (5%)</b>		ns	ns

#### 4.4. Altura de planta 90 días

El análisis de varianza para la variable altura de planta 90 días, no reflejó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 10,47 %, según registro del Cuadro 3.

El pasto Saboya mostró mayor altura cuando se utilizó el tratamiento T3 con dosis 75 Gy reportó 31,01 cm, estadísticamente igual al resto de tratamientos y superior al tratamiento T1 (0 Gy), con 25,31 cm.

#### 4.5. Nivel de clorofila

El análisis de varianza para la variable nivel de clorofila, no reflejó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 13,97 %, según registro del Cuadro 3.

El pasto Saboya mostró mayor nivel de clorofila cuando se utilizó el tratamiento T2 con dosis 50 Gy el cual reportó 33,33, estadísticamente al resto de tratamientos y superior al tratamiento T3 (75 Gy), con 27,4.

Cuadro 3. Altura de planta 90 días y Nivel de clorofila en pasto Saboya. FACIAG 2019.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis</b>	<b>Altura de planta 90 días</b>	<b>Nivel de clorofila</b>
T1	0 Gy	25,31	31,65
T2	50 Gy	30,12	33,33
T3	75 Gy	31,01	27,4
T4	100 Gy	26,31	30,04
T5	150 Gy	28,51	29,79
<b>Promedio</b>		28,25	30,44
<b>CV (%)</b>		10,47	13,97
<b>Tukey (5%)</b>		ns	ns

#### 4.6. Longitud hojas (cm) 90 días

La variable longitud hojas (cm) 90 días, muestra sus promedios en el cuadro 4. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 17,83 %.

El tratamiento T3 con una dosis de 75 Gy, obtuvo mayor longitud de hoja, con 78,28 cm, estadísticamente igual al resto de tratamientos, a excepción del tratamiento T4 (100 Gy), con 78,28 cm.

#### 4.7. Ancho de hojas (cm) 90 días

La variable ancho de hojas (cm) 90 días muestra sus promedios en el cuadro 4. El análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas y el coeficiente de variación fue 20,77 %.

Numéricamente el tratamiento T2 con una dosis de 50 Gy, obtuvo mayor ancho de hoja, con 2,3 cm, estadísticamente igual al resto de tratamientos, y mayor numéricamente al tratamiento T4 (100 Gy), con 2 cm.

Cuadro 4. Longitud hojas 90 días y ancho de hojas 90 días en pasto Saboya. FACIAG 2019.

Tratamientos	Dosis	Longitud hojas (cm) 90 días	Ancho de hojas (cm) 90 días
T1	0 Gy	77,85	2,25
T2	50 Gy	75,73	2,30
T3	75 Gy	78,28	2,10
T4	100 Gy	61,85	2,00
T5	150 Gy	76,93	2,22
<b>Promedio</b>		74,13	2,17
<b>CV (%)</b>		17,83	20,77
<b>Tukey (5%)</b>		ns	ns

#### 4.8. Área foliar (cm)

La variable área foliar (cm) muestra sus promedios en el cuadro 5. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 32,96 %.

Numéricamente el tratamiento T0 con una dosis de 0 Gy, obtuvo mayor área foliar, con 125,53 cm, estadísticamente igual al resto de tratamientos y numéricamente mayor al tratamiento T4 (100 Gy), con 87,37 cm.

#### 4.9. Diámetro de tallo (cm) 30 días

La variable diámetro de tallo (cm) 30 días muestra sus promedios en el cuadro 5. El análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas y el coeficiente de variación fue 19,5 %.

Numéricamente el tratamiento T4 con una dosis de 100 Gy, obtuvo mayor ancho de la hoja, con 0,2 cm, estadísticamente igual al resto de tratamientos, y mayor numéricamente al tratamiento T5 (150 Gy), con 0,16 cm.

Cuadro 5. Área foliar (cm) y diámetro de tallo (cm) 30 días en pasto Saboya. FACIAG 2019.

Tratamientos	Dosis	Área foliar (cm)	Diámetro de tallo (cm) 30 días
T1	0 Gy	125,53	0,19
T2	50 Gy	123,59	0,19
T3	75 Gy	117,92	0,20
T4	100 Gy	87,37	0,18
T5	150 Gy	120,63	0,16
<b>Promedio</b>		115,01	0,18
<b>CV (%)</b>		32,96	19,5
<b>Tukey (5%)</b>		ns	ns

#### 4.10. Diámetro de tallo a los 60 dds

La variable diámetro de tallo a los 60 dds muestra sus promedios en el cuadro 6. El análisis de varianza no detectó altas diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 48,81 %.

El tratamiento T3 con una dosis de 75 Gy, obtuvo un diámetro de tallo, de 0,35, estadísticamente igual al resto de tratamientos, a excepción del tratamiento T5 (150 Gy), con 0,24.

#### 4.11. Diámetro de tallo a los 90 dds

En lo que respecta a la variable diámetro de tallo a los 90 dds, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 27,35 % (Cuadro 6).

El tratamiento T4 con una dosis de 100 Gy, presentó un diámetro de tallo de 0,62; estadísticamente igual al resto de tratamientos y mayor al tratamiento T1, T2 y T5, con 0,57.

Cuadro 6. Diámetro de tallo a los a los 60 y 90 dds en pasto Saboya. FACIAG 2019.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis</b>	<b>Diámetro de tallo (cm) 60 días</b>	<b>Diámetro de tallo (cm) 90 días</b>
T1	0 Gy	0,27	0,57
T2	50 Gy	0,28	0,57
T3	75 Gy	0,35	0,52
T4	100 Gy	0,28	0,62
T5	150 Gy	0,24	0,57
<b>Promedio</b>		0,28	0,57
<b>CV (%)</b>		48,81	27,35
<b>Tukey (5%)</b>		ns	Ns

#### 4.12. Numero de hojas a los 30 dds

La variable número de hojas a los 30 dds muestra sus promedios en el cuadro 7. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 8,66 %.

El tratamiento T4 y T5 con una dosis de 100 y 150 Gy respectivamente, presentaron un número de hojas de 2,53 y mayores al tratamiento T2 (50 Gy), con 2,23.

#### 4.13. Numero de hojas a los 60 dds

La variable número de hojas a los 60 dds muestra sus promedios en el cuadro 11. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 7,37 %.

El tratamiento T3 con una dosis de 75 Gy, obtuvo el mayor número de hojas, con 3,78; estadísticamente igual al resto de tratamientos, a excepción del tratamiento T5 (150 Gy), con 3,55.

Cuadro 7. Numero de hojas a los 30 y 60 dds en Saboya. FACIAG 2019.

Tratamientos	Dosis	Numero de hojas 30 días	Numero de hojas 60 días
T1	0 Gy	2,28	3,63
T2	50 Gy	2,23	3,60
T3	75 Gy	2,53	3,78
T4	100 Gy	2,53	3,73
T5	150 Gy	2,38	3,55
<b>Promedio</b>		2,39	3,66
<b>CV (%)</b>		8,66	7,37
<b>Tukey (5%)</b>		ns	ns



#### 4.14. Numero de hojas a los 90 dds

La variable número de hojas a los 90 dds muestra sus promedios en el cuadro 8. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 9,27 %.

El tratamiento T4 con una dosis de 100 Gy, obtuvo el mayor número de hojas, con 5.08, estadísticamente igual al resto de tratamientos, a excepción del tratamiento T1 (0 Gy), con 4,53.

#### 4.15. Biomasa fresca (g)

La Biomasa fresca (g) presenta sus resultados en el Cuadro 8. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 22,98 %.

El tratamiento 4 con una dosis de 100 Gy, superó los promedios con 171,25 g, estadísticamente igual a todos los tratamientos, y superior numéricamente al tratamiento T1 (0 Gy), con 142,5.

Cuadro 8. Numero de hojas a los 90 dds y biomasa fresca (g) en Saboya. FACIAG 2019.

Tratamientos	Dosis	Numero de hojas 90 días	Biomasa fresca (g)
T1	0 Gy	4,53	142,5
T2	50 Gy	4,58	170,00
T3	75 Gy	4,48	167,5
T4	100 Gy	5,08	171,25
T5	150 Gy	4,70	122,50
<b>Promedio</b>		4,67	154,75
<b>CV (%)</b>		9,27	22,98
<b>Tukey (5%)</b>		ns	ns

#### 4.16. Biomasa seca (g)

La biomasa seca presenta sus resultados en el Cuadro 9. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 22,03 %.

El tratamiento 2 con una dosis de 50 Gy, superó los promedios con 57,50 g; estadísticamente igual a todos los tratamientos, y superior numéricamente al tratamiento T5 (150 Gy), con 42,50.

#### 4.17. Rendimiento de materia seca (%)

El rendimiento de materia seca presenta sus resultados en el Cuadro 9. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 35,9 %.

El tratamiento 1 con una dosis de 0 Gy, superó los promedios con 35,08; estadísticamente igual a todos los tratamientos, y superior numéricamente al tratamiento T4 (100 Gy), con 33,58.

Cuadro 9. Biomasa seca tallo y rendimiento de materia seca en Saboya. FACIAG 2019.

Tratamientos	Dosis	Biomasa seca (g)	Rendimiento de materia seca (%)
T1	0 Gy	50,00	35,08
T2	50 Gy	57,50	35,80
T3	75 Gy	56,25	35,71
T4	100 Gy	52,50	33,58
T5	150 Gy	42,50	35,35
<b>Promedio</b>		51,75	35,10
<b>CV (%)</b>		22,03	35,90
<b>Tukey (5%)</b>		ns	ns

#### 4.18. Días de floración

La variable días de floración presenta sus resultados en el Cuadro 16. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 9,97 %.

El tratamiento 1, 3 y 5 con dosis de 0, 100 y 150 Gy respectivamente, obtuvieron promedios iguales de 142,50; estadísticamente igual a todos los tratamientos, y el mayor promedio fue del tratamiento T2 (50 Gy), con 151,25.

Cuadro 10. Días de floración en Saboya. FACIAG 2019.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis</b>	<b>Días de floración</b>
T1	0 Gy	142,50
T2	50 Gy	151,25
T3	75 Gy	142,50
T4	100 Gy	135,00
T5	150 Gy	142,50
<b>Promedio</b>		142,75
<b>CV (%)</b>		9,97
<b>Tukey (5%)</b>		ns

## V. CONCLUSIONES

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

- Los niveles de irradiación aplicados sobre las semillas en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 no mostraron diferencias estadísticas significativas en las variables evaluadas, principalmente en germinación.
- Los efectos somáticos observados en las plantas por irradiación, no afectaron estadísticamente la altura de las plantas hasta los 90 días después de la siembra.
- Resultados similares se obtuvo con la variable biomasa seca y rendimiento, todos los tratamientos irradiados y el testigo sin irradiar no mostraron diferencias estadísticas significativas. Numéricamente el tratamiento que destaco fue T2 (50 Gy).

## VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda:

- Continuar con este tipo trabajos experimentales con diferentes dosis de irradiación de rayos gamma  $^{60}\text{Co}$  para seguir obteniendo información que permitan mejorar el potencial del uso de esta gramínea forrajera.
- Evaluar otros efectos somáticos del *Panicum maximum* irradiado en condiciones controladas para evaluar posibles efectos mutagénicos.

## VII. RESUMEN

Esta investigación se realizó con la finalidad de evaluar la germinación de semillas del pasto saboya (*Panicum maximum*), expuestos a diferentes niveles de irradiación con rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) situados dentro de Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo situado en Babahoyo provincia de Los Ríos. Para el desarrollo de este trabajo experimental se utilizó semilla de pasto saboya, irradiados a diferentes niveles de rayos gamma ( $^{60}\text{Co}$ ), esto se realizó en el Ministerio de Electricidad y Energía no Renovable cuyo laboratorio de investigación se encuentra en Alóag provincia de Pichincha. Para evaluar la variabilidad de características fenotípicas del Saboya se utilizaron las siguientes variables: germinación, altura de la planta, nivel de clorofila, longitud de hoja, ancho de hoja, área foliar, diámetro de tallo, numero de hojas, días de floración, rendimiento de materia seca. Como resultados se pudo evidenciar los efectos somáticos observados en las plantas evaluadas consistieron en la reducción en los porcentajes de germinación y altura de las semillas, aparecimiento semillas estériles. Los niveles de irradiación aplicados en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 no mostraron diferencias estadísticas significativas en todas las variables evaluadas. Resultados similares se obtuvo con la variable biomasa seca y rendimientos todos los tratamientos irradiados y sin irradiar no mostraron diferencias estadísticas, numéricamente el tratamiento que destaco fue T2 (50 Gy) y T3 (75 Gy).

**Palabras claves:** *Panicum máximo*; características fenotípicas; irradiación.

## VIII. SUMMARY

This research was carried out with the purpose of evaluating the germination of seeds of the Savoy grass (*Panicum maximum*), exposed to different levels of irradiation with gamma rays ( $^{60}\text{Co}$ ) located within the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo located in Babahoyo province from the rivers. For the development of this experimental work savoy grass seed, irradiated at different levels of gamma rays ( $^{60}\text{Co}$ ) was used, this was done in the Ministry of Electricity and Non-Renewable Energy whose research laboratory is located in Alóag province of Pichincha. To evaluate the variability of phenotypic characteristics of the Savoy the following variables were used: germination, height of the plant, chlorophyll level, leaf length, leaf width, leaf area, stem diameter, number of leaves, flowering days, yield of dry matter. As results, the somatic effects observed in the plants evaluated consisted of the reduction in the germination and height of the seeds, appearance of sterile seeds. The irradiation levels applied in the treatments T1, T2, T3, T4 and T5 did not show significant statistical differences in all the variables evaluated. Similar results were obtained with the dry biomass variable and yields. All irradiated and non-irradiated treatments did not show statistical differences, numerically the treatment that stood out was T2 (50 Gy) and T3 (75 Gy).

**Key words:** *Panicum maximum*; phenotypic characteristics; irradiation.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abad B. 2012. Efecto del periodo de almacenamiento en la germinación de la semilla de *Panicum maximum* cv. Mombaza. Universidad de Papaloapan. Loma Bonita, Oaxaca, México.
- Basantes, E. 2010. Producción y Fisiología de Cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo. Quito, Ecuador: Imprenta La Unión.
- Bernal Eusse , J. 2008. Pastos y forrajes tropicales Tomo 1 Manejo de praderas. En J. Bernal Eusse ,Gramíneas (5° ed., pág. 12). Bogotá- Colombia: Stilo impresores Ltda.
- Brown, T., LeMay, E., Bursten, E., & Burdge, J. 2004. Química La Ciencia Central (Novena edición). Ciudad de México, México: Pearson Prentice Hall.
- Burkart, W. 2009. Opening Remarks. En Q. Shu (Ed.), Induced Plant Mutations in the Genomic Era (págs. 7-8). Roma: Joint FAO IAEA.
- 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>.
- CATÁLOGO DE BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA. (2015). Recuperado de <http://biodiversidad.co/fichas/5369>.
- Cerdas, R., & Vallejos, E. 2012. Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste, Costa Rica.
- Conrado C, 2015. Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto mombasa (*Panicum maximum*) con abonos orgánicos en diferentes estados de madurez en el campo experimental La Playita UTC.» Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná – Ecuador.
- Garzola, R. 2010. Adaptación y comportamiento agronómico de cuatro gramíneas



y tres leguminosas forrajeras. Escuela de ingeniería agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba: sn., 2010.pag.137, Tesis de grado, 2010.

Intriago, M.D. 2013. Comportamiento agronómico y valor nutritivo de seis gramíneas forrajeras con fertilización química en la zona de pichincha. Universidad Técnica Estatal de Quevedo,ingeniería agropecuario, Quevedo.

Lagoda, P. 2012. Effects of Radiation on Living Cells and Plants. En Q. Shu, B. Foster, & H. Nakagawa (Edits.), Plant Mutation Breeding and Biotechnology (págs. 123-133). Vienna: S.L. CABI (Centre for Agriculture Bioscience International). Joint FAO IAEA.

Ledesma, R. 2006. Desarrollo de sistemas ganaderos: una alternativa de manejo en ecosistemas degradados del Chaco semiarido. Masters Tesis, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, p 134.

Lobo, M. Y Diaz, O. 2001. Manual de Agrostología. EUNED, San José, Costa Rica. 176 p. Machado, R. 2012. Comportamiento de 19 accesiones de *Panicum máximum* Jacq. Bajo condiciones de pastoreo en un suelo de mediana fertilidad. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “indio Hatuey”, Universidad de Matanzas. Cuba. p. 204, 207.

Mba, C., Afza, R., & Shu, Q. 2012. Mutagenic Radiations: X-rays, Ionizing Particles and Ultraviolet. En Q. Shu, B. Foster, & H. Nakagawa (Edits.), Plant Mutation Breeding and Biotechnology (págs. 83-90). Vienna, Austria: CABI (Centre for Agriculture Bioscience International).Joint FAO IAEA.

Misael, G.C. 2015. Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto alambre (*brachiaria decumbens*),y pasto guinea mombasa (*panicum maximum*) con dos abonos orgánicos. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana, ingeniería agronómica, La Mana-Cotopaxi.

Oliva, R., & Vidal, J. 2006. El Genoma Humano: nuevos avances en investigación, diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona.

- Pita, p. 2010. La importancia de la ganadería. Consultado en línea el 1 de enero del 2018. Disponible en: [www.dspace.espol.edu.ec/.../9.%20CAPÍTULO%201%20IMPORTANCIA.html](http://www.dspace.espol.edu.ec/.../9.%20CAPÍTULO%201%20IMPORTANCIA.html).
- Prina, A. 1989. Consideraciones sobre la aplicación eficiente de la mutagénesis inducida en fitomejoramiento. *Mendeliana*, 9(1), 5-49.
- Prina, A., Landau, A., Pacheco, M., & Hopp, E. 2010. Mutagénesis, TILLING y EcoTILLING. En G. Levitus, V. Echenique, C. Rubinstein, E. Hopp, & L. Mronginski (Edits.), *Biología y Mejoramiento Vegetal* (Segunda edición ed., págs. 217-228). Castelar, Argentina: Argenbio INTA.
- Ramírez. O., Hernández, A., Carneiro, S., Pérez, J., Francisco, J., Raymuno, A., Guadalupe, J. Y Cervantes, A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum máximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Universidad Autónoma de Guerrero. *Revista Técnica Pecuaria*. Vol. 47 N° 2. p. 203-213. México.
- Relief, C. 2015. preparación del suelo. En C. Relief , *Pastos y forrajes* (pág. 46). Nicaragua : Catholic Relief Services.
- Sierra Posada , J. Ó. 2001. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. En J. Ó. Sierra Posada , *Reproducción asexual o agámica* (2° ed., pág. 144). Colombia: Universidad de Antioquia.
- SINAGAP. 2014. III Censo Nacional Agropecuario: Referencias del levantamiento censal. Visitado el 5 de julio de 2018. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuario>.
- Stern, E., y A. Nicolayevsky. 2001. Manual de actualización técnico. Primera. México D.F.: Semillas Papalotla, S.A. de C.V.,2001.pàg. 63-2001-080111202500-01.
- Unión Ganadera Regional de Jalisco. 2007. [Ugrj.org.mx](http://Ugrj.org.mx). [En línea] 2007. [Citado el: 20 de Marzo 2019.]

[http://http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=440&Itemid=376](http://http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=440&Itemid=376).

Vélez, M; J.J. Hincapie; Matamoros I.; R. Santillan. 2002. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Cuarta edición Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras.326 p.

## X.APÉNDICE

### 10.1. Cuadros estadísticos

Cuadro 11. Análisis de varianza para variables en estudio, en Saboya. FACIAG 2019.

<b>Altura de planta 30 días</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Altura de planta 30 días	20	0,35	0	15,15	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F, V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,48	7	3,93	0,92	0,5228
Tratamiento	23,39	4	5,85	1,37	0,3005
Repeticiones	4,09	3	1,36	0,32	0,8105
Error	51,1	12	4,26		
Total	78,58	19			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,65083					
Error: 4,2580 gl: 12					
Tratamiento	Medias	n	E,E,		
0	12,06	4	1,03	A	
50	15,02	4	1,03	A	
75	14,49	4	1,03	A	
100	12,81	4	1,03	A	
150	13,75	4	1,03	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,87463					
Error: 4,2580 gl: 12					
Repeticiones	Medias	n	E,E,		
1	14,02	5	0,92	A	
4	13,82	5	0,92	A	
3	13,8	5,00E+00	0,92	A	
2	12,86	5	0,92	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

**Altura de planta 60 días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta 60 días	20	0,28	0	18,22

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42,13	7	6,02	0,66	0,7025
Tratamiento	31,76	4	7,94	0,87	0,5101
Repeticiones	10,37	3	3,46	0,38	0,7704
Error	109,61	12	9,13		
Total	151,74	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,81193

Error: 9,1346 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	15,01	4	1,51	A
50	17,77	4	1,51	A
75	16,83	4	1,51	A
100	18,07	4	1,51	A
150	15,25	4	1,51	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,67505

Error: 9,1346 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
1	17,76	5	1,35	A
3	16,58	5	1,35	A
4	16,02	5	1,35	A
2	15,97	5	1,35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Altura de planta 90 días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta 90 días	20	0,57	0,32	10,47

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	140,6	7	20,09	2,3	0,0983
Tratamiento	94,31	4	23,58	2,7	0,0819
Repeticiones	46,29	3	15,43	1,77	0,2072
Error	104,9	12	8,74		
Total	245,5	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,66373

Error: 8,7414 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	25,31	4	1,48	A
50	30,12	4	1,48	A
75	31,01	4	1,48	A
100	26,31	4	1,48	A
150	28,51	4	1,48	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,55159

Error: 8,7414 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
2	30,04	5	1,32	A
3	29,09	5	1,32	A
1	27,91	5	1,32	A
4	25,96	5	1,32	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Nivel de clorofila

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nivel de clorofila	20	0,35	0	13,97

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118,44	7	16,92	0,94	0,514
Tratamiento	78,77	4	19,69	1,09	0,4049
Repeticiones	39,66	3	13,22	0,73	0,5528
Error	216,85	12	18,07		
Total	335,29	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,58118

Error: 18,0712 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	31,65	4	2,13	A
50	33,33	4	2,13	A
75	27,4	4	2,13	A
100	30,04	4	2,13	A
150	29,79	4	2,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,98213

Error: 18,0712 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,		
1	32,58	5	1,9	A	
4	30,82	5	1,9	A	
2	29,38	5	1,9	A	
3	28,99	5	1,9	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
<b>Longitud hojas (cm) 90 días</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Longitud hojas (cm) 90 día,,	20	0,33	0	17,83	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1023,62	7	146,23	0,84	0,5776
Tratamiento	768,7	4	192,17	1,1	0,4006
Repeticiones	254,93	3	84,98	0,49	0,6981
Error	2096,97	12	174,75		
Total	3120,6	19			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=29,79420					
Error: 174,7477 gl: 12					
Tratamiento	Medias	n	E,E,		
0	77,85	4	6,61	A	
50	75,73	4	6,61	A	
75	78,28	4	6,61	A	
100	61,85	4	6,61	A	
150	76,93	4	6,61	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,82170					
Error: 174,7477 gl: 12					
Repeticiones	Medias	n	E,E,		
4	78,88	5	5,91	A	
2	76,04	5	5,91	A	
1	71,9	5	5,91	A	
3	69,68	5	5,91	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
<b>Ancho de hojas (cm) 90 días</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Ancho de hojas (cm) 90 día,	20	0,19	0	20,77	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,59	7	0,08	0,41	0,877
Tratamiento	0,24	4	0,06	0,29	0,8797
Repeticiones	0,35	3	0,12	0,58	0,6416
Error	2,44	12	0,2		
Total	3,03	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,01717

Error: 0,2037 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	2,25	4	0,23	A
50	2,3	4	0,23	A
75	2,1	4	0,23	A
100	2	4	0,23	A
150	2,22	4	0,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,84741

Error: 0,2037 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
3	2,36	5	0,2	A
4	2,18	5	0,2	A
2	2,15	5	0,2	A
1	1,99	5	0,2	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Área foliar (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Área foliar (cm)	20	0,23	0	32,96

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5152,88	7	736,13	0,51	0,8088
Tratamiento	3952	4	988	0,69	0,6142
Repeticiones	1200,88	3	400,29	0,28	0,8398
Error	17238,53	12	1436,54		
Total	22391,41	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=85,42509

Error: 1436,5440 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	125,53	4,00E+00	18,95	A
50	123,59	4	18,95	A



75	117,92	4,00E+00	18,95	A
100	87,37	4,00E+00	18,95	A
150	120,63	4	18,95	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=71,16807

Error: 1436,5440 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
4	123,8	5	16,95	A
2	117,58	5	16,95	A
3	116,09	5	16,95	A
1	102,55	5	16,95	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Diámetro de tallo (cm) 30 días

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de tallo (cm) 30 ,,	20	0,36	0	19,5

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	1,20E-03	0,97	0,4945
Tratamiento	3,20E-03	4	8,10E-04	0,63	0,6501
Repeticiones	0,01	3	1,80E-03	1,42	0,2853
Error	0,02	12	1,30E-03		
Total	0,02	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08066

Error: 0,0013 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	0,19	4	0,02	A
50	0,19	4	0,02	A
75	0,2	4	0,02	A
100	0,18	4	0,02	A
150	0,16	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06720

Error: 0,0013 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
3	0,21	5	0,02	A
2	0,19	5	0,02	A
4	0,18	5	0,02	A
1	0,16	5	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Diámetro de tallo (cm) 60 días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de tallo (cm) 60 ,,	20	0,26	0	48,81

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	7	0,01	0,62	0,7329
Tratamiento	0,03	4,00E+00	0,01	0,35	0,8404
Repeticiones	0,06	3	0,02	0,98	0,4364
Error	0,23	12	0,02		
Total	0,31	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30966

Error: 0,0189 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	0,27	4	0,07	A
50	0,28	4	0,07	A
75	0,35	4	0,07	A
100	0,28	4	0,07	A
150	0,24	4	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25798

Error: 0,0189 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
3	0,37	5	0,06	A
4	0,27	5	0,06	A
2	0,26	5	0,06	A
1	0,23	5	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Diámetro de tallo (cm) 90 días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de tallo (cm) 90 ,,	20	0,3	0	27,35

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	7	0,02	0,75	0,64
Tratamiento	0,02	4	4,80E-03	0,2	0,9346
Repeticiones	0,11	3	0,04	1,48	0,2705
Error	0,29	12	0,02		

Total 0,42 19

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35018

Error: 0,0241 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	0,57	4	0,08	A
50	0,57	4	0,08	A
75	0,52	4	0,08	A
100	0,62	4	0,08	A
150	0,57	4	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29174

Error: 0,0241 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
3	0,66	5	0,07	A
4	0,61	5	0,07	A
2	0,53	5	0,07	A
1	0,47	5	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Numero de hojas 30 días

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de hojas 30 días	20	0,42	0,08	8,66

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

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,37	7	0,05	1,25	0,3497
Tratamiento	0,31	4	0,08	1,8	0,1928
Repeticiones	0,07	3	0,02	0,51	0,6818
Error	0,51	12	0,04		
Total	0,89	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46555

Error: 0,0427 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	2,28	4	0,1	A
50	2,23	4	0,1	A
75	2,53	4	0,1	A
100	2,53	4	0,1	A
150	2,38	4	0,1	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38786

Error: 0,0427 gl: 12					
Repeticiones	Medias	n	E,E,		
3	2,48	5	0,09	A	
4	2,38	5	0,09	A	
2	2,34	5	0,09	A	
1	2,34	5	0,09	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
<b>Numero de hojas 60 días</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Numero de hojas 60 días	20	0,38	0,02	7,37	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,54	7	0,08	1,06	0,4427
Tratamiento	0,14	4	0,03	0,47	0,7557
Repeticiones	0,4	3	0,13	1,84	0,193
Error	0,87	12	0,07		
Total	1,41	19			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,60722					
Error: 0,0726 gl: 12					
Tratamiento	Medias	n	E,E,		
0	3,63	4	0,13	A	
50	3,6	4	0,13	A	
75	3,78	4	0,13	A	
100	3,73	4	0,13	A	
150	3,55	4	0,13	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50588					
Error: 0,0726 gl: 12					
Repeticiones	Medias	n	E,E,		
3	3,86	5	0,12	A	
2	3,7	5	0,12	A	
4	3,58	5	0,12	A	
1	3,48	5	0,12	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
<b>Numero de hojas 90 días</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Numero de hojas 90 días	20	0,39	0,04	9,27	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,45	7	0,21	1,11	0,4169
Tratamiento	0,93	4	0,23	1,24	0,3443
Repeticiones	0,52	3	0,17	0,93	0,4566
Error	2,25	12	0,19		
Total	3,7	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,97551

Error: 0,1873 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	4,53	4	0,22	A
50	4,58	4	0,22	A
75	4,48	4	0,22	A
100	5,08	4	0,22	A
150	4,7	4	0,22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,81271

Error: 0,1873 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
3	4,88	5	0,19	A
4	4,74	5	0,19	A
1	4,62	5	0,19	A
2	4,44	5	0,19	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Biomasa fresca (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Biomasa fresca (g)	20	0,35	0	22,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8003,75	7	1143,39	0,9	0,5338
Tratamiento	7430	4	1857,5	1,47	0,2719
Repeticiones	573,75	3	191,25	0,15	0,9269
Error	15170	12	1264,17		
Total	23173,75	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=80,13609

Error: 1264,1667 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	142,5	4	17,78	A

50	170	4	17,78	A	
75	167,5	4	17,78	A	
100	171,25	4	17,78	A	
150	122,5	4	17,78	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=66,76178					
Error: 1264,1667 gl: 12					
Repeticiones	Medias	n	E,E,		
1	160	5	15,9	A	
3	158	5	15,9	A	
4	155	5	15,9	A	
2	146	5	15,9	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
<b>Biomasa seca (g)</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Biomasa seca (g)	20	0,28	0	22,03	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	603,75	7	86,25	0,66	0,6991
Tratamiento	570	4	142,5	1,1	0,4021
Repeticiones	33,75	3	11,25	0,09	0,9661
Error	1560	12	130		
Total	2163,75	19			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=25,69790					
Error: 130,0000 gl: 12					
Tratamiento	Medias	n	E,E,		
0	50	4	5,7	A	
50	57,5	4	5,7	A	
75	56,25	4	5,7	A	
100	52,5	4	5,7	A	
150	42,5	4	5,7	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=21,40905					
Error: 130,0000 gl: 12					
Repeticiones	Medias	n	E,E,		
3	53	5	5,1	A	
4	53	5	5,1	A	
1	51	5	5,1	A	
2	50	5	5,1	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Rendimiento de materia seca (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento de materia sec.,	20	0,03	0	35,9

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,47	7	7,92	0,05	0,9997
Tratamiento	12,97	4	3,24	0,02	0,9991
Repeticiones	42,51	3	14,17	0,09	0,9646
Error	1905,85	12	158,82		
Total	1961,33	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=28,40404

Error: 158,8212 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	35,08	4	6,3	A
50	35,8	4	6,3	A
75	35,71	4	6,3	A
100	33,58	4	6,3	A
150	35,35	4	6,3	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=23,66355

Error: 158,8212 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E,E,	
2	36,86	5	5,64	A
4	35,97	5	5,64	A
3	34,59	5	5,64	A
1	33,01	5	5,64	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Días de floración**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Días de floración	20	0,3	0	9,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1043,75	7	149,11	0,74	0,6467
Tratamiento	530	4	132,5	0,65	0,635
Repeticiones	513,75	3	171,25	0,85	0,495

Error	2430	12	202,5	
Total	3473,75	19		
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=32,07292				
Error: 202,5000 gl: 12				
Tratamiento	Medias	n	E,E,	
0	142,5	4	7,12	A
50	151,25	4	7,12	A
75	142,5	4	7,12	A
100	135	4	7,12	A
150	142,5	4	7,12	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )				
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,72011				
Error: 202,5000 gl: 12				
Repeticiones	Medias	n	E,E,	
1	150	5	6,36	A
4	145	5	6,36	A
3	138	5	6,36	A
2	138	5	6,36	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )				



## 10.2. Graficas de campo



**Siembra de área de ensayo**



**Visita Técnico supervisor Ing. Fernando Cobos**





**Control de malezas en el área experimental**





**Visita del tutor de la Tesis Ing. Marlon Lopez**



**Toma de datos Clorofila**





**toma de datos Altura**





**Toma de datos Laboratorio**



**Visitas técnico de supervisores y tutor al área experimental**