



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y**

**VETERINARIA**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad como requisito previo para obtener el título de:

**MÉDICA VETERINARIA**

**TEMA:**

Caracterización morfológica de alfalfa granada mejorada (*Medicago sativa*) inducida mediante rayos gamma en la alimentación animal

**AUTORA:**

Alison Melina Aguilera Sipion

**TUTOR:**

Ing. Edwin Amado Mendoza Hidalgo, MSc

**Babahoyo - Los Ríos – Ecuador.**

**2025**

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VI</b>
<b>CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Contextualización de la situación problemática .....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Contexto internacional .....	1
1.1.2 Contexto nacional .....	1
1.1.3 Contexto local .....	1
1.2 Problema de investigación .....	2
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivos de investigación .....	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivos específicos.....	2
1.5 Hipótesis de la investigación .....	3
<b>CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes .....	4
2.2. Bases teóricas .....	5
<b>CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
3.1 Tipo de investigación y diseño de la investigación .....	14

3.2 Operacionalización de variables .....	15
3.3 Población y muestra de investigación .....	15
3.3.1 Población .....	15
3.3.2 Muestra .....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de medición .....	16
3.4.1 Técnicas .....	16
3.4.2 Instrumentos .....	16
3.5 Procesamiento de datos .....	16
3.6 Aspectos éticos .....	18
<b>CAPITULO IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>19</b>
4.1. Resultados .....	19
4.2 Discusión .....	23
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>25</b>
5.1 Conclusiones .....	25
5.2 Recomendaciones .....	25
<b>ANEXOS.....</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Clasificación taxonómica de la alfalfa .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 2. Operación de variables.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 3. Tratamientos.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 4. Esquema de Varianza .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 5. Resultados generales de las variables de estudio .....</b>	<b>19</b>

## RESUMEN

Con el pasar de los años, la demanda forrajera ha aumentado de manera considerable debido al crecimiento constante de la ganadería en diversas regiones del mundo. En respuesta a esta necesidad, muchos ganaderos, incluso desde tiempos remotos, han optado por emplear como fuente alimenticia de alto valor nutricional a la alfalfa (*Medicago sativa*), gracias a su riqueza en proteínas, vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo animal. No obstante, como toda especie vegetal, esta planta presenta ciertas limitaciones en su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y edafológicas, especialmente en zonas tropicales. Frente a esta problemática, la Universidad Técnica de Babahoyo (UTB), comprometida con el desarrollo agrícola y pecuario sostenible, decidió financiar el proyecto titulado “*Variabilidad de alfalfa (Medicago sativa) en condiciones tropicales mediante mutagénesis inducida*”. Este estudio tuvo como objetivo principal mejorar las características morfológicas y genotípicas de la planta de alfalfa variedad Granada, mediante la aplicación de mutagénesis inducida utilizando un irradiador de rayos gamma. Para lograrlo, se aplicaron diferentes dosis de irradiación (denominadas GY), a través de un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Las dosis utilizadas fueron: T1 = 0 GY (testigo), T2 = 100 GY, T3 = 150 GY, T4 = 200 GY, T5 = 250 GY y T6 = 300 GY. Los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento con 100 GY produjo mejoras significativas en el diámetro del tallo y en el porcentaje de germinación de las semillas, lo que sugiere que esta técnica puede ser efectiva para optimizar el rendimiento de la alfalfa en condiciones tropicales como las de la región litoral ecuatoriana.

**Palabras claves:** Alfalfa granada, irradiación gamma, irradiador, *Medicago Sativa*, Mutagénesis Física.

## ABSTRACT

Over the years, the demand for forage has significantly increased due to the constant growth of livestock farming in various regions around the world. In response to this need, many farmers, even since ancient times, have chosen alfalfa (*Medicago sativa*) as a highly nutritious feed source, thanks to its richness in proteins, vitamins, and essential minerals for animal development. However, like any plant species, alfalfa has certain limitations in its adaptability to different climatic and soil conditions, particularly in tropical areas. To address this issue, the Technical University of Babahoyo (UTB), committed to sustainable agricultural and livestock development, decided to fund the project titled “*Variability of alfalfa (Medicago sativa) under tropical conditions through induced mutagenesis.*” This study aimed to improve the morphological and genotypic characteristics of the Granada variety of alfalfa through the application of induced mutagenesis using a gamma ray irradiator. To achieve this, different irradiation doses (referred to as GY) were applied, using a completely randomized design with 6 treatments and 3 replications per treatment. The doses applied were: T1 = 0 GY (control), T2 = 100 GY, T3 = 150 GY, T4 = 200 GY, T5 = 250 GY, and T6 = 300 GY. The results showed that the 100 GY treatment led to significant improvements in stem diameter and seed germination rate, suggesting that this technique can be effective for optimizing alfalfa performance under tropical conditions such as those found in Ecuador’s coastal region.

**Keywords:** Granada alfalfa, gamma irradiation, irradiator, *Medicago Sativa*, Physical mutagenesis.

## **CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Contextualización de la situación problemática**

#### **1.1.1 Contexto internacional**

Según la investigación realizada por Selasco (2023), Argentina lleva la delantera siendo el número uno entre los productores mundiales y el mejor de América del Sur, por lo cual Uruguay con una producción de 140.000 ha, Perú 120.000 ha, Chile 120.000 ha, Bolivia 65.000 ha y Brasil 35.000 ha, de esta forma no superan a Argentina.

#### **1.1.2 Contexto nacional**

En nuestro país (Ecuador), la alfalfa es utilizada en diversas zonas para la alimentación de ganado vacuno, ovino e incluso la cría de cuyes y conejos, entre estas se encuentra la Sierra, en donde gran parte del cultivo de alfalfa es destinado a la alimentación del ganado lechero obteniéndose así un mayor porcentaje de producción de leche, gracias a los nutrientes que posee. (Santos, 2021)

Desde el año 1960, los rayos gamma son el agente mutagénico principalmente utilizado en la renovación por inducción de mutaciones, cuyo fin es la mejora genética de las plantas convirtiéndolas en un modelo mejorado de la misma para la preservación o el mejor manejo de la misma en diferentes zonas de producción. (IAEA, 2023)

#### **1.1.3 Contexto local**

En Ecuador, se ha explorado el uso de EMS para inducir variabilidad genética en alfalfa, especialmente en la variedad Medicago sativa "Granada Mejorada". Según un estudio de Morales et al. (2018), se evaluaron diferentes concentraciones de EMS (0.50% y 0.60%) para tratar las semillas de alfalfa, y se encontraron variaciones significativas en características como la germinación, la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de ramas y hojas en comparación con el testigo. Este estudio concluye que el tratamiento con EMS es una técnica prometedora para generar diversidad genética, lo que podría resultar en variedades

mejor adaptadas a las condiciones locales del país.

## **1.2 Problema de investigación**

A pesar que la alfalfa es una planta que se puede sembrar en diferentes zonas climáticas, existen también ciertas desventajas como es su poca adaptabilidad a zonas donde el suelo es ácido y donde hay demasiada agua como en épocas de invierno con lluvias extremas, provocando que la raíz se pudra a causa de *Phytophthora* y además se pueden pudrir la corona y el tallo debido a la presencia de *Sclerotin*, estos dos son un tipo de nematodos que no matan a la planta pero si la vuelven poco atractiva (Cherlinka, 2024). Entre estas y otras pequeñas desventajas surge la necesidad de someter la planta de alfalfa granada a una mutación por rayos gamma.

## **1.3 Justificación**

El objetivo por el cual se realizó esta investigación, nació de la necesidad de poder obtener una planta de alfalfa granada mutante que cuente con características favorables, como la mejora en la adaptabilidad en terrenos de extrema sequía, en la mejora de su desarrollo en medios de abundante agua, ya que existen ocasiones en la que los productores de ganado o de otras diferentes especies animales desean cultivar esta leguminosa rica en valor nutricional, pero en muchas ocasiones se restringen porque no cuentan con el tipo de terreno para el post sembrío de la misma o porque el ambiente no es el indicado, además se busca disminuir los costes en el mantenimiento de la misma. Como profesional de la salud y el bienestar animal me es un deber indiscutible aportar a la sociedad en temas como estos.

## **1.4 Objetivos de investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar la caracterización de la alfalfa Granada mejorada al ser sometida a rayos Gamma.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el comportamiento morfológico de la alfalfa granada

mejorada sometida a mutación con rayos gamma.

- Calcular el porcentaje de germinación de la alfalfa granada mejorada sometida a mutación por rayos gamma y sin rayos gamma.

### **1.5 Hipótesis de la investigación**

**Ho:** La exposición de rayos gamma no influirá en el comportamiento morfológico de alfalfa granada mejorada (*Medicago sativa*)

**Ha:** La exposición de rayos gamma influirá en el comportamiento morfológico de alfalfa granada mejorada (*Medicago sativa*)

## CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Las plantas al ser expuestas a radiación por rayos gamma pueden desencadenar efectos tanto positivos como negativos, pero esto solo dependerá de la dosis y la duración a las que se las someta. A continuación, vemos algunos antecedentes del uso de la radiación gamma en dosis controladas y dosis altas, para algunos investigadores fue benéfico su uso y para otros no tanto debido a el tiempo de exposición a las que fueron sometidas las plantas u semillas.

Según el portal de (Camaras y Objetivos, 2023), afirma que a pesar de que los rayos gamma suelen asociarse con efectos nocivos, se ha confirmado que cierta cantidad de exposición controlada de estos puede estimular el crecimiento y mejorar la resistencia de las margaritas, además, entre los beneficios más destacados se encuentra el aumento que produce en la clorofila y la pigmentación, la cual desencadena la fotosíntesis, pero eso no es todo; también se menciona que se puede llegar a fortalecer el SI de las margaritas, ya que se aumenta la producción de fitoalexinas que no son más que una sustancia química natural que actúa como defensor frente a patógenos y enfermedades. Cabe destacar que la exposición con rayos gamma mejora la capacidad de resistencia frente a condiciones adversas como sequía y temperaturas extremas.

Como sabemos, todo en exceso es dañino; por eso el autor también recalca que la exposición prolongada a altas dosis de rayos gamma puede ocasionar cambios en el crecimiento y desarrollo de las plantas, cuyo resultado se verá en un aspecto deteriorado y capacidad deficiente de reproducción. Sin dejar de lado, redacta que la radiación de rayos gamma puede provocar daño genético en las células de las margaritas, lo cual puede llevar a mutaciones y malformaciones en las flores. (Camaras y Objetivos, 2023)

En el artículo escrito por Rojas et al., (2023), se da a conocer la investigación que se llevó a cabo en una plantación de *Eucalyptus Nitens* en la Región Del Biobio, en esta investigación los autores usaron la radiación gamma en semillas de este árbol,

las cuales fueron sometidas a dosis de 0, 10, 20 y 30 Gy de radiación gamma, con esto se buscaba encontrar la dosis que ocasionara un mayor crecimiento en un terreno forestal, después de haber realizado todo el procedimiento notaron que la dosis de 10 Gy fue la que obtuvo mejores resultados en comparación con las demás, pero se describe que esta dosis dará mejores resultados aun en plantas mayores de 4 años.

## 2.2. Bases teóricas

### Origen de la alfalfa granada

Chacón (2020), en su artículo menciona que la alfalfa (*Medicago Sativa*) tiene su origen en el Asia Menor y sur del Cáucaso, en países como Irak, Irán, Siria, Turquía, Afganistán y Pakistán, además refiere que desde la Edad de Bronce se tiene registro acerca de una planta que posee gran valor nutritivo la cual servía de alimento para los caballos procedentes de Asia Central.

En la tesis de Veloz (2013), se nos relata que la Alfalfa, fue introducida en Grecia aproximadamente en el año 490 A.C., en donde surgía la Primera Guerra Médica, indica que esta llegó en forma de semillas mezclada entre el pienso de la caballería persa, la cual con el pasar del tiempo llegó a ser considerado un cultivo frecuente cuya finalidad era la alimentación de los caballos.

### Taxonomía

Pombosa, (2016), detalla la siguiente clasificación taxonómica de la alfalfa.

**Tabla 1: Clasificación taxonómica de la alfalfa**

Clasificación	Taxonomía
Reino	Vegetal
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea

---

Familia	Leguminosa
Género	Medicago
Especie	M. sativa
Nombre científico	<i>Medicago sativa L.</i>
Nombre común	Alfalfa

---

**Fuente:** (Pombosa, 2016)

### Principales características

*Medicago sativa*, es considerada una planta vivaz poco ramificada que puede alcanzar los 100 cm de altura, sus hojas son trifoliadas las cuales contienen folíolos obovados, su ápice presenta una característica ligeramente aserrada y sus estipulas son dentadas en su base. También se sabe que sus flores pueden ser de tonalidad violeta, púrpura o amarillo, además su fruto tiene forma de legumbre de semillas arriñonadas cuyo color es amarillo, sus raíces poseen una relación simbiótica con algunos microorganismos del suelo, uno de estos es la bacteria *Sinorhizobium meliloti*, cuya asociación es importante para la fijación del nitrógeno atmosférico, lo cual hará que aumente el nitrógeno del suelo y la disponibilidad en los sembríos que sirven como forraje (EDU. LAT, 2019)

(Pasturas Tropicales, 2022), señala en el texto escrito en su blog que la alfalfa es una leguminosa forrajera de clima frío que se adapta entre 2.200-3.200 msnm, dependiendo del tipo de alfalfa estas también pueden ser cultivadas en climas cálidos, la alfalfa puede llegar a vivir entre 6-7 años, según el manejo y cuidado que se le brinde, esta también se usa para corte o pastoreo, debido a que es una leguminosa que contiene altos niveles de potabilidad, sin mencionar su excelente fuente de proteína para vacas en producción de leche o ganado de engorde. La Alfalfa debe ser sembrada en suelos de alta fertilidad, los cuales contengan un pH entre 6.8-7, con una excelente materia orgánica.

## **Estructura de la alfalfa granada**

La Alfalfa es una leguminosa cuya estructura cuenta con una raíz, corona, tallos y hojas trifoliadas, a continuación, se cita la descripción que posee cada una según diferentes autores.

### **Raíz**

La raíz es una de las estructuras que más resalta de la alfalfa, esto se debe a que esta le facilita la resistencia cuando se presentan grandes periodos de sequía gracias a la gran profundidad que esta alcanza, se estima que alcanza los 5 metros, además esta contiene el 75% de las reservas de la misma (Sáez et al., 2016).

### **Corona**

La corona es considerada un órgano que posee ramificaciones las cuales presenta yemas basales, a partir de estas se originan tallos también conocido como tallos principales o de la corona, estos son los principales responsables junto con los tallos secundario (axilares), del rebrote de la planta. (Formosa, 2003)

### **Tallo**

Suarez (2011), detalla que los tallos provienen de la raíz principal de la Alfalfa. La base los tallos cuenta con sus características que la diferencia, es perenne, subleñosa esta misma forma una "corona" de manera superficialmente enterrada, ramificada, con varios rizomas breves y muchas yemas de renuevo, estas pueden medir de 10 a 20 cm aproximadamente. Su tallo es erguido o ascendentes, poco pubescentes, herbáceos, con pocas ramificaciones, con medidas de 30 a 90 cm de altura y un diámetro de 3 a 5 cm.

### **Hojas**

Las hojas de la alfalfa presentan una forma trifoliada, a diferencia de las primeras hojas verdaderas que su morfología es unifoliada, los márgenes son lisos cuyos bordes superiores son ligeramente dentados. (CONADEIP, 2020)

## **Beneficio de la alfalfa en la alimentación animal**

La alfalfa es un forraje de gran valor en la alimentación animal debido a su alto contenido de nutrientes esenciales, como proteínas, fibra, vitaminas y minerales. Su inclusión en la dieta de los animales mejora la digestión, favorece el desarrollo muscular y contribuye a una mayor producción de leche en animales lecheros. Además, su contenido de calcio promueve la salud ósea y ayuda en el mantenimiento de huesos fuertes. Su aporte energético también es clave para el crecimiento y la ganancia de peso de los animales destinados a la producción de carne. En resumen, la alfalfa es una fuente natural de nutrientes que optimiza la salud y el rendimiento productivo de los animales.

### **Beneficio de la alfalfa en el ganado**

La alfalfa hoy en día se ha convertido en una muy buena opción de alimentación dentro de la crianza de animales rumiantes, esto se le debe atribuir a la alta producción forrajera, además la buena digestibilidad, sin olvidar mencionar el contenido de proteína bruta que alcanza niveles superiores de los demás forrajes, este es un forraje que sirve en gran manera para la producción de carne, detalladamente en áreas de crecimiento y terminación que son las etapas del ganado en la que más se demanda mayores cantidades de requerimientos nutricionales. La alfalfa presentara excelentes resultados en la productividad como en el ámbito económico, ya sean administrada pura o combinadas con otras especies. (Alende y Fontana 2022)

Por otro lado, en el periódico rural Contexto ganadero el entrevistado (Roldan, 2023), menciona que la Alfalfa es la mejor fuente de proteína que se le pueda ofrecer al gano lechero, además en la crianza de terneras desempeña un gran papel y como si fuera poco aumenta el bicarbonato presente en el rumen el cual favorece al ph. Roldan asegura que si se llega a combinar la alfalfa con el ensilaje de maíz se llega a cubrir en un 90 % los requerimientos de las vacas lechera.

### **Beneficio de la alfalfa en forma de cubo en la alimentación de caballos y conejos**

Bridge (2022), nos hace saber en un blog que la alfalfa recién cortada es una muy buena fuente de alimentación para todos los animales, pero también refiere que la

alfalfa en forma de cubo representa una gran fuente de alimento para los conejos y los caballos, en particular a los caballos le ayuda a activar su sistema digestivo, ya que este es muy delicado, y como se ha comprobado que la alfalfa es fácil de digerir le lleva una gran ventaja a la avena y al prado que también hace parte de la alimentación de los equinos. Gracias a su cantidad de nutrientes como vitaminas y minerales, entre ellos el complejo B, vitaminas A, E y D, el Mg, Cl, Fe, Ca, K, Zn, P, los potros y los caballos pueden obtener mucha energía y salud.

En los conejos evita los brotes de Salmonelosis debido al estrés que suelen sufrir, además ayuda en el crecimiento normal de los dientes evitando los famosos dientes de elefantes, favorece evitando la formación de gases en el intestino, pero también se nos hace saber que la alfalfa no se la puede administrar sola debido a que podría ocasionar cálculos. (IBridge, 2022)

### **Beneficios de la alfalfa para las gallinas**

Criadeaves.com (2021), nos indica que las grandes granjas han optado por incluir la alfalfa en la alimentación de los pollitos bebés, las gallinas y los pollos de engorde, en los recién nacidos le ayuda a mejorar su flora intestinal y en las gallinas preserva la salud intestinal, ayuda en la fase de crecimiento, mejora la calidad de la carne, estimula la producción de huevos en las aves ponedoras, el riesgo de que los huevos contenga salmonela spp. es diminuta, la coloración del huevo se mejora, la calidad de la cascara del huevo es mejor debido a que la alfalfa le permite absorber los minerales, el plumaje y los aspectos físicos de estas se ven mejorados ya que evita la caída de sus plumas.

### **Requerimientos edafológicos y climatológicos en el cultivo**

El cultivo de alfalfa requiere suelos bien drenados, ligeramente alcalinos y con un pH entre 6.5 y 7.5 para un óptimo desarrollo. Los suelos arcillosos o francos son ideales, ya que permiten un buen crecimiento de las raíces. Además, es fundamental que el terreno tenga suficiente contenido de nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo.

En cuanto a los requerimientos climatológicos, la alfalfa prefiere climas templados con temperaturas entre 18°C y 24°C. Aunque es resistente a la sequía, necesita una cantidad adecuada de agua durante su ciclo de crecimiento, especialmente en las etapas iniciales. La alfalfa también se adapta a diferentes condiciones de luz, pero el día largo favorece su rendimiento. Un clima moderado con precipitaciones bien distribuidas es ideal para su desarrollo.

### **Temperatura**

La temperatura es algo crucial en el sembrío de la alfalfa su temperatura durante el día debe estar entre 15 a 25 °C mientras que en la noche su temperatura debe oscilar en 10 y 20 °C, si el cultivo llegase a dejárselo en 30 °C se verá afectado su crecimiento ya que a esta temperatura la planta tiende a aumentar su respiración esto se debe a la relación fotosíntesis/respiración es menor de 1. (Hanna Academy, 2023)

### **Agua**

La cantidad de agua que requiere para su óptimo crecimiento tiene dependencia de la temperatura, velocidad del viento, la humedad presente en el suelo, la radiación solar, la altitud, la capacidad para retener agua en el suelo y otros. Se estima que la cantidad exacta es de 500 y 1.170 mm en otros términos unas 20-46 pulgadas de agua por cada temporada de crecimiento. (Cherlinka, 2024)

### **pH**

La acidez del suelo se encuentra dentro de los problemas más comunes que desencadenan el buen establecimiento de una pradera de alfalfa. La acidez se obtiene mediante un análisis de laboratorio el cual indica el pH presente en el suelo, se cree que el pH óptimo para el crecimiento de la alfalfa se encuentra entre 6,5 y 7,8, el cual puede variar dependiendo de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica y otras propiedades químicas pertenecientes del suelo. Vale mencionar que si el pH llegara a descender de 6,8 la producción forrajera de alfalfa también ira en decline (Soto, 1991).

## **Enfermedades y plagas más comunes en el cultivo**

### **Plagas**

#### **Pulgones**

Los pulgones son pequeños insectos cuya alimentación está enfocada en la savia del floema de las plantas, un líquido que contiene azúcares, para poder obtener este líquido usa su aparato bucal el cual pica y a la vez succiona. Dichas picaduras tienen como consecuencia el enrollamiento de las hojas. Se ha comprobado que, en diferentes ocasiones, los pulgones han sido transmisores de virus de una planta a otra. Entre su sintomatología se puede observar amarillamiento y la aparición de mosaicos en las hojas de la planta. Los pulgones también pueden causar daños indirectos y también pueden provocar la presencia de hongos dañinos para el sembrío. (Otero, 2018)

#### **Gusano verde de la alfalfa (*Hypera prosticus gyllenhal*)**

El gusano verde de la alfalfa es un insecto perteneciente al orden Coleóptera conocido por parasitar a diferentes especies de leguminosas, pero vale mencionar que tiene más afinidad por la alfalfa, en los cultivos de esta planta es frecuente encontrarlos. Su presencia en la planta es evidente ya que se caracteriza por morder los extremos de los brotes hasta destruirlos, esto lo puede hacer en estado larvario o en estado adulto. (Phytoma, 2020)

#### **Cuca de la alfalfa, morito o gusano negro (*Colaspidema atrum latr.*)**

La cuca de la alfalfa es un gusano que tiende a causar defoliaciones en las hojas de la alfalfa, las larvas pertenecientes a los dos primeros estadios se alimentan de las hojas, pero dejan la dermis de lado, cuando cumple su tercer estadio son capaces de solo dejar los nervios de las hojas, muchas veces hasta suelen devorar tallos finos. Los daños empiezan a partir del ápice de los brotes y este se extiende por la planta y la parcela de esta manera crea rodales blanquecinos los cuales harán que el rendimiento y la calidad de forraje de alfalfa decline (ITACyL, 2021).

## **Enfermedades**

### **Rhizoctonia violacea, R. solani**

*Rhizoctonia violacea* es un hongo que habita comúnmente en el suelo. Éste podría permanecer muchos años en el mismo sitio, ya que se alimenta de la materia orgánica que está presente en el medio. Cuando en el terreno se siembre una planta que contenga características apetecibles para este, el mismo no dudará en parasitar hasta el punto de llegar a eliminar el cultivo. Esta enfermedad se la puede conocer también como el mal vinoso debido a que las plantas parasitadas toman un color parecido al vino en sus raíces. Sus síntomas característicos es que se puede ver que afecta a los rodales de la planta haciendo que estos tomen un color amarillo hasta alcanzar que la planta se seque totalmente (Agroramón, 2015).

### **Uromyces striatus - (Roya de la alfalfa)**

Hongo que tiende a atacar las hojas, vainas y en raras ocasiones los tallos y peciolos de las plantas, sus síntomas principalmente aparecen en el envés de las hojas si nos localizamos en esa zona veremos puntos con un color amarillo pálido, después de esto con el pasar de los días se daña la epidermis y una vez que esto suceda quedará visible una pústula con esporas cuyo color es rojizo. Si la infección de la planta fuera severa se observará que todas las hojas se tornaran amarillas y de por sí la planta muere. (Reyes, 2015)

### **Pseudopeziza medicaginis - (Viruela de las hojas)**

Esta enfermedad es conocida como viruela de las hojas debido al síntoma que ocasiona este hongo en las hojas más bajas, provoca manchas en forma circular que llegan a medir aproximadamente 0,2 mm, su coloración es pardo oscuro, las lesiones que causa en la planta son graves por eso es aconsejable en presencia de este hongo adelantar el corte para obtener el forraje lo antes posible. (Gonzales, 2022)

## **Mutagénesis**

Para (Gelambi, 2023), la mutagénesis es considerada como un acontecimiento

omnipresente en los entes biológicos, que no precisamente se traduce en cambios negativos. Afirma que este suceso es la fuente principal de variación la cual permitirá un cambio evolutivo. La autora menciona que las mutaciones hacen que se vea afectado un gen y por lo tanto dicho gen podría perder o cambiar su función.

### **Tipos de mutágenos**

Existen diversos tipos de mutágenos que son utilizados a la hora de provocar una mutación, entre ellos se encuentran los mutágenos químicos, físicos y biológicos. (EDU.LAT, 2019)

**Mutágenos químicos:** compuestos químicos cuya habilidad es causar la alteración en la estructura del ADN de manera violenta, entre estos se encuentra el ácido nitroso, brominas y ciertos derivados del mismo. (EspacioCiencia, 2024)

**Mutágenos físicos:** se considera aquellas radiaciones que tienden a alterar la secuencia y también la estructura del ADN. Un ejemplo de esto es la radiación ultravioleta. Además, se a llegado a considerar un agente físico los ultrasonidos que poseen 400.000 vibraciones por segundo, ya que han inducido mutaciones en Drosophila y en plantas superiores, cabe mencionar la centrifugación, que también puede ejercer mutación en la estructura de los cromosomas. (Biología Molecular, 2012)

**Mutágenos Biológicos:** aquellos organismos “vivos” que poseen la capacidad para alterar las secuencias del material genético de sus portadores, estos pueden ser virus, bacterias y hongos (Ramirez, 2014).

### **Rayos Gamma definición**

Los rayos gamma también se los conoce como radiación gamma, la cual representa a la radiación electromagnética que se caracteriza por no poseer masa en reposo, y su carga de energía no es muy altas. Los rayos gamma se le da el nombre a los fotones que contienen alta energía cuya longitud de onda es muy corta y, por lo tanto, su frecuencia es muy alta, debido a esto los rayos gamma son materia muy penetrante y gracias a eso son muy peligrosos (Connor, 2020).

## **CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo de investigación y diseño de la investigación**

En la presente investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar utilizando 6 tratamientos y 3 repeticiones.

#### **Método inductivo- inductivo**

Este método se aplicó para ir de lo particular a lo general de manera ordenada, coherente y lógico, utilizando el análisis de datos y la obtención de los resultados de investigación.

#### **Método experimental**

Se utilizó la variedad alfalfa granada mejorada sometidas a 6 dosis de mutación física con Rayos Gamma (GY).

#### **Datos evaluados**

##### **Índice de germinación**

Todos los días mediante la observación y conteo de las semillas germinadas en los 6 tratamientos.

##### **Altura de la planta**

Esta variable se tomó como resultado de medir con una regla desde la base del suelo hasta la última inserción de la planta, es decir, hasta donde comienza el cogollo de la planta, con 5 plantas tomadas al azar en cada tratamiento.

##### **Diámetro del tallo**

Se evaluó el diámetro con la ayuda de un pie de rey en el tallo, a una altura de 5cm desde la base del suelo.

##### **Número de ramas**

Se contó el número de ramas desde la base hasta la última rama apical de la planta.

## Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas totales de la planta para determinar la masa forrajera de la planta de alfalfa granada mejorada.

### 3.2 Operacionalización de variables

**Tabla 2. Operación de variables**

Variable dependiente	Índice de germinación	Altura de la planta	Diámetro del tallo	Número de ramas	Número de hojas
Valores independientes	Dosis de irradiación con Rayos Gamma (GY)				

### 3.3 Población y muestra de investigación

#### 3.3.1 Población

El presente trabajo de investigación experimental se lo efectuó en los predios de la facultad ciencias agropecuaria en la universidad técnica de Babahoyo, ubicada en el km7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo con coordenadas geográficas en UTM fueron X 1,7723946: Y79,7102593, se encuentra a una altitud de 8 metros sobre el nivel del mar (msnm). La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 24 y 26°C, con una humedad relativa del 88%.

#### 3.3.2 Muestra

Para el estudio se utilizó la variedad de alfalfa granada mejorada y se evaluó variables de campo como índice de germinación, altura de planta, Diámetro del tallo, Número de ramas y Número de hojas.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de medición**

#### **3.4.1 Técnicas**

Se realizaron mediciones de campo para determinar cuál de los tratamientos fueron más efectivos en las variables en estudio.

#### **3.4.2 Instrumentos**

##### **Materiales de campo**

- Pala
- Rastrillo
- Azadón
- Regaderas
- Semillas
- Libreta de registro

##### **Materiales de oficina**

- Carpetas
- Resmas de hojas
- Impresoras
- Esferos

### **3.5 Procesamiento de datos**

#### **Tratamientos**

De los 6 tratamientos en estudio 5 fueron sujetos a irradiación física en las dosis a continuación presentada, mediante un irradiador xxxxx en la ciudad de Quito y 1 tratamiento es el testigo absoluto contando únicamente con las características propias de la variedad.

**Tabla 3. Tratamientos**

TRATAMIENTOS	DOSIS DE IRRADIACIÓN
T1 (Testigo)	0 GY
T2	100 GY
T3	150 GY
T4	200 GY
T5	250 GY
T6	300 GY

**Procesamiento de datos.**

Los datos fueron registrados en un libro de campo, luego procesados en hojas de cálculos mediante Microsoft Excel y por último analizados mediante el software estadístico InfoStat.

**Diseño experimental**

En la presente investigación se empleó el diseño completamente al azar utilizando 6 tratamientos y 3 repeticiones, cada tratamiento corresponde a una dosis de irradiación llamada GY.

**Tabla 4. Esquema de Varianza**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Tratamiento	t - 1	5
Repetición	r-1	2
Error Experimental	t (r - 1)	12
Total	t.r -1	17

## MODELO MATEMÁTICO

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Total de una observación

$\mu$  = Media de población

$T_i$  = "efectos de i-esimo" de los tratamientos

$\epsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio (error experimental)

### 3.6 Aspectos éticos

#### **Artículo 57.- Práctica de Principios Éticos en la UIC.**

Los principios éticos se garantizan de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

#### **Artículo 58.- De los Estudiantes.**

Para la aprobación de la UIC, se generó un reporte del software Anti - plagio que disponga la UTB, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostró en todo momento honestidad académica, principalmente al momento de redactar sus trabajos.

#### **Artículo 60.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular.**

Los niveles de Similitud se evidenciarán en el reporte del sistema Anti-plagio en el cual se respetó los siguientes criterios.

Porcentaje del 1 al 20%: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

Porcentaje del 21 al 25%: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje del 26 al 40%: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión y corrección)

Porcentaje mayor a 41%: Muy alta similitud (TEXTO REPROBADO)

## CAPITULO IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

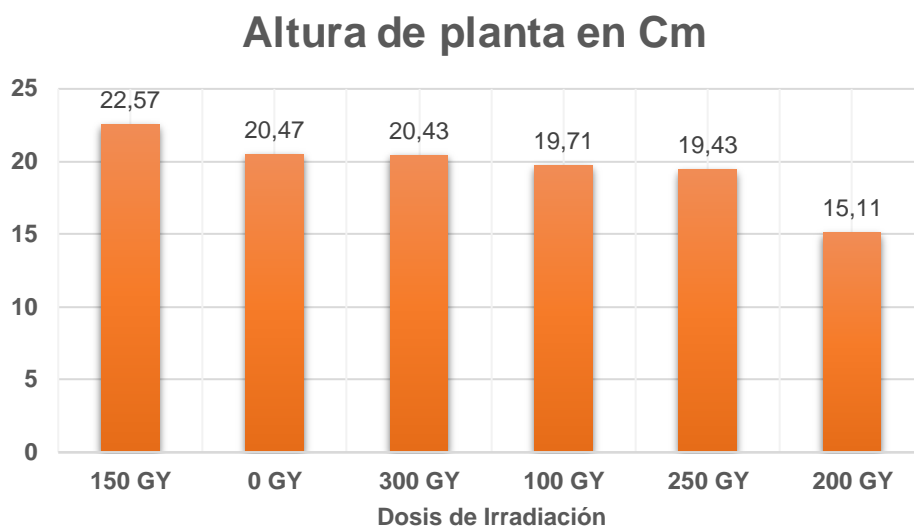
Tabla 5. Resultados generales de las variables de estudio

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta</b>	<b>Diámetro del tallo</b>	<b>Número de ramas</b>	<b>Número de hojas</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
0 GY	20,47	0,18	16,27	48,8	84,67
100 GY	19,71	0,42	7,13	21,4	91,57
150 GY	22,57	0,15	7,17	21,5	80
200 GY	15,11	0,11	7,01	21,04	89,33
250 GY	19,43	0,15	6,62	19,86	84,33
300 GY	20,43	0,17	6,8	20,4	76
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	<b>15,39</b>	<b>23,2</b>	<b>14,84</b>	<b>14,84</b>	<b>6,61</b>
<b>Significancia estadística</b>	<b>NS</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>*</b>

#### **Altura de planta en centímetros.**

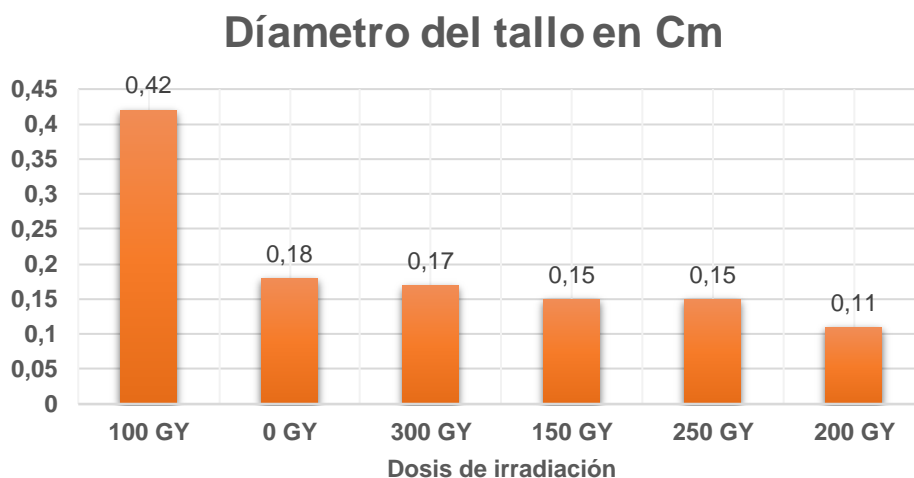
El análisis de varianza (ANDEVA) se refleja que en la variable altura de planta expresada en centímetros (cm) no se encuentra significancia estadística puesto que, el P valor fue de 0,1508 resultado superior al nivel de significación (0,05), con un coeficiente de variación de 15,39% (Ver anexo 1)

La prueba de TUKEY al 5% de probabilidad, demostró que la mejor dosis de irradiación fue 150 GY debido a que, reportó mayor altura de planta con 22,57 cm, seguido del testigo 0 GY con 20,47 cm y la menor altura la registro 200 GY con una altura promedio de 15,11 cm.

**Figura 1. Altura de planta en centímetros****Diámetro del tallo en Cm.**

El análisis de varianza (ANDEVA) se refleja que en la variable diámetro expresada en centímetros (cm) se encuentra alta significancia estadística puesto que, el P valor fue de  $<0,0001$  resultado inferior al nivel de significación (0,05), con un coeficiente de variación de 23,20% (Ver anexo 2)

La prueba de TUKEY al 5% de probabilidad, demostró que la mejor dosis de irradiación fue 100 GY debido a que, reportó mayor diámetro del tallo con 0,42 cm, seguido del testigo 0 GY con 0,18 cm y el menor diámetro del tallo fue 200 GY con una altura promedio de 0,11 cm.

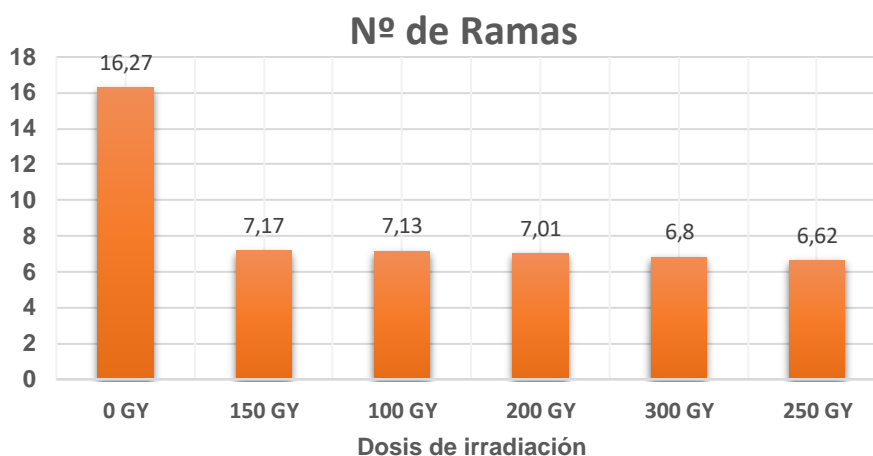
**Figura 2. Diámetro del tallo en centímetros**

### **Numero de ramas**

El análisis de varianza (ANDEVA) se refleja que en la variable número de ramas se encuentra alta significancia estadística puesto que, el P valor fue de  $<0,0001$  resultado inferior al nivel de significación (0,05), con un coeficiente de variación de 14,84% (Ver anexo 3)

La prueba de TUKEY al 5% de probabilidad, demostró que la mejor dosis de irradiación fue el testigo 0 GY debido a que, reportó mayor número de ramas con 16,27, seguido de 150 GY con 7,17 y el menor número de ramas fue 250 GY con un promedio de 6,62 ramas por planta.

**Figura 3. Número de ramas**

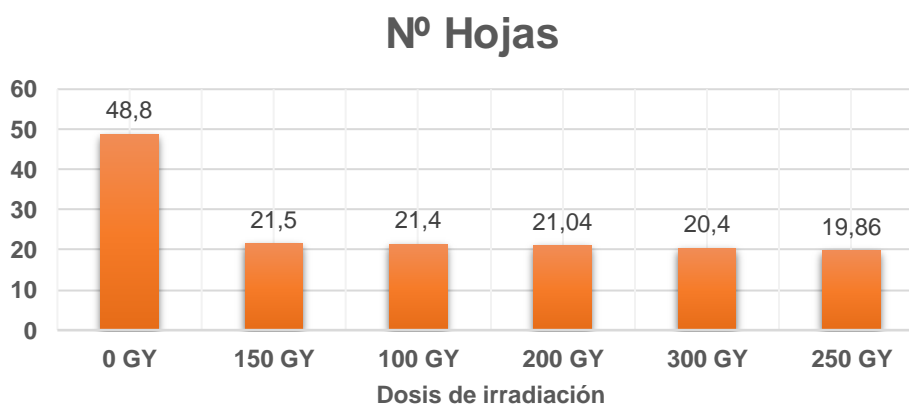


### Número de hojas

El análisis de varianza (ANDEVA) se refleja que en la variable número de hojas se encuentra alta significancia estadística puesto que, el P valor fue de  $<0,0001$  resultado inferior al nivel de significación (0,05), con un coeficiente de variación de 14,84% (Ver anexo 4)

La prueba de TUKEY al 5% de probabilidad, demostró que la mejor dosis de irradiación fue el testigo 0 GY debido a que, reportó mayor número de hojas con 48,80 seguido de 150 GY con 21,50 y el menor número de hojas fue 250 GY con un promedio de 19,86 hojas por planta.

**Figura 4. Número de hojas**

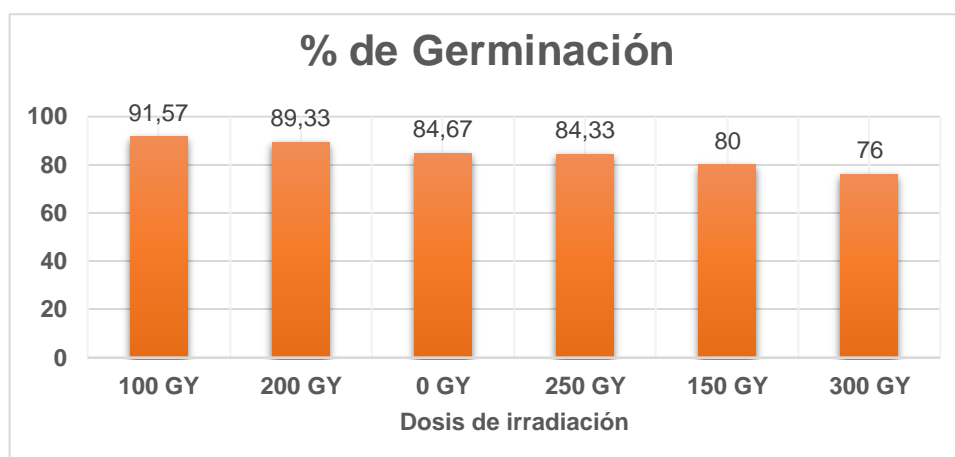


### Porcentaje de Germinación

El análisis de varianza (ANDEVA) se refleja que en la variable porcentaje de germinación se encuentra significancia estadística puesto que, el P valor fue de 0,0447 resultado inferior al nivel de significación (0,05), con un coeficiente de variación de 6,61% (Ver anexo 5)

La prueba de TUKEY al 5% de probabilidad, demostró que la mejor dosis de irradiación fue 100 GY debido a que, reportó mayor porcentaje de germinación con 91,57% seguido de 200 GY con 89,33% y el menor porcentaje de germinación fue 300 GY con un promedio de 76% de germinación.

**Figura 5. Porcentaje de germinación**



### 4.2 Discusión

Según los datos obtenidos las dosis de irradiación a las que fueron sometidas las semillas de alfalfa, resultaron revelar diferentes resultados entre ellos la dosis que mayor porcentaje de germinación obtuvo fue la dosis 100 GY, si comparamos esta información con lo que refiere Balvoa-Caguana *et al.* (2021) donde menciona que los efectos adversos o benéficos dependerán de la tasa de dosis suministrada y las características de las plantas como: especie, estructura de tejido, etapa de desarrollo y el tipo de genoma, al analizar esta parte teórica junto con el resultado antes mencionado nos damos cuenta que si se cumple esta teoría, ya que las demás dosis más altas favorecieron a la planta en otras características como altura,

numero de hoja, numero de rama, pero la más favorable fue la que dio el 91 por ciento de germinación y además el diámetro de la planta aumento haciendo que de esta manera la planta sea más fuerte ante vientos. Por otra parte, volviendo hacer referencia a lo que detalla Balvoa-Caguana *et al.* (2021) vemos que la dosis de irradiación gamma si influye según el tipo de semilla, en el artículo científico realizado por Corrales et al. (2019) se determinó la dosis óptima de radiación del pasto rosado a los 304 Gy, dosis la cual si se sometiera las semillas de alfalfa podría causar daños perjudiciales.

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- ✓ La alfalfa granada mejorada mostró variaciones morfológicas según la dosis de irradiación gamma aplicada, siendo evidente que a mayor dosis se obtuvo un mayor número de hojas y ramas, mientras que a dosis más bajas (100 Gy) se observó un mayor diámetro de tallo, indicando que la irradiación afecta directamente el desarrollo fenotípico de la planta.
- ✓ El porcentaje de germinación más alto se presentó en la dosis de 100 Gy, alcanzando un 91,57 %, lo que demuestra que dosis bajas de irradiación no solo son seguras, sino que pueden estimular positivamente la germinación de las semillas de alfalfa granada mejorada.
- ✓ El tratamiento con rayos gamma, al ser bien dosificado, permite inducir cambios genéticos beneficiosos sin afectar negativamente el medio ambiente ni la planta, representando una alternativa viable para el mejoramiento genético orientado a producir plantas con características deseables como mayor resistencia y adaptación a distintos tipos de suelo.

### **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda seguir investigando si existe algún efecto benéfico o dañino de las plantas de alfalfa mutadas al ser administrada en las diferentes especies a largo plazo.
- Comprobar si se puede lograr otros cambios morfológicos en plantas al ser sometidos a irradiación.
- Investigar el efecto de las mismas dosis de irradiación en otras leguminosas

## REFERENCIAS

- Agroramón. (25 de 09 de 2015). Obtenido de <https://www.agroramon.com/wordpress/mal-vinoso-rhizoctonia-vinosa-en-alfalfa/>
- Balvoa-Caguana, S., Heredia-Moyano M. F, Gualapuro-Gualapuro, M., & Yanchapanta-Bastidas, V. (2021). La radiación ionizante gamma y usos actuales en ciencias agrícolas, oportunidades para los cultivos andinos: Breve revisión. *Polo del Conocimiento*, 6(6), 352-375.
- Biología Molecular. (21 de 04 de 2012). Obtenido de <https://biologiamolecular-miguel.blogspot.com/2012/04/513-agentes-mutagenicos-fisicos-y.html>
- Bustamante, M. d. (2006). Adaptación de cuatro variedades de Alfalfa en Callambe-Ecuador. *La Granja* , 9.
- Cámaras y Objetivos. (07 de 10 de 2023). Obtenido de <https://camarasyobjetivos.es/el-efecto-de-los-rayos-gamma-sobre-las-margaritas/>
- Chacón, J. Y. (18 de 12 de 2020). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/alfalfa/#:~:text=La%20especie%20Medicago%20sativa%20es%20originaria%20del%20Asia,consumida%20por%20los%20caballos%20procedentes%20de%20Asia%20Central.>
- Cherlinka, V. (18 de 01 de 2024). *EOS DATA ANALYTICS* . Obtenido de <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-alfalfa/>
- CONADEIP. (22 de 02 de 2020). Obtenido de <https://conadeip.mx/todo-lo-que-necesita-saber-sobre-el-cultivo-de-alfalfa/>
- Connor, N. (06 de 03 de 2020). Obtenido de <https://www.radiation-dosimetry.org/es/que-es-la-descripcion-de-rayos-gamma-definicion/#:~:text=Los%20rayos%20gamma%20son%20fotones%20de%20alta%20energ%C3%ADa,muy%20penetrante%20y%20por%20lo%20>

tanto%2C%20biol%C3%B3gicamente%20peligrosos.

Corrales, R. (2019). *actauniversitaria*. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.1847>

Criadeaves.com. (29 de 11 de 2021). Obtenido de <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/alfalfa-para-pollos-de-engorde-beneficios/>

Delgado, D. F. (2015). La Alfalfa (*Medicago sativa*): Origen, Manejo y Produccion. *Conexion agropecuaria JDC*, 17.

EDU. LAT. (31 de 10 de 2019). Obtenido de <https://definicion.edu.lat/academia/D894D1FBD65FBD9195D4683013A27D48.html>

EDU.LAT. (04 de 03 de 2019). Obtenido de <https://definicion.edu.lat/academia/FD42E826E8125EAAE0F456F25D18CBF5.html#:~:text=Los%20agentes%20mutag%C3%A9nicos%2C%20tambi%C3%A9n%20llamados%20mut%C3%A1genos%2C%20son%20mol%C3%A9culas,Se%20clasifican%20en%20mut%C3%A1genos%20f%C3%ADsicos%2C%20qu%C3%ADmi>

EspacioCiencia. (07 de 04 de 2024). Obtenido de <https://espaciociencia.com/tipos-de-mutaciones-y-agentes-mutagenicos/>

Formosa, F. (2003). Manejo de la Alfalfa. Uruguay. Obtenido de <https://docplayer.es/88465480-Sitio-argentino-de-produccion-animal-manejo-de-alfalfa.html>

Gelambi, M. (10 de 05 de 2023). Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/agentes-mutagenicos/>

Gonzales, G. (04 de 09 de 2022). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/enfermedades-de-la-alfalfapptx/252831192>

Hanna Academy. (01 de 01 de 2023). Obtenido de <https://www.hannainst.es/blog/98/alfalfa-nivel-2>

IAEA. (s.f.). *Organismo internacional de energia atomica*. Obtenido de

<https://www.iaea.org/es/temas/induccion-de-mutaciones>

IBridge. (12 de 05 de 2022). *IBridge*. Obtenido de <https://ibridgecapital.org/es/alfalfa-en-cubos-para-caballos-y-conejos/>

ITACyL. (2021). *Instituto Tecnológico Agrario de Castilla Y Leon*. Obtenido de <https://plagas.itacyl.es/documents/109511/1525766/LE-P-09+CUCA+DE+LA+ALFALFA-2021+W.pdf/c4d644d1-c665-89ff-2d33-df6bec0410da?t=1620641715515>

Jorge Ivelic-Sáez, M. P. (12 de 2016). Fundamentos para la utilización de la alfalfa en la Patagonia. (C. P. Cárdenas, Ed.) Punta Arenas, Chile. Obtenido de <file:///C:/Users/emanu/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/d79058e0-12d5-41a2-9c83-6265612d337c/Informativo%20INIA%20N%C2%B0%2057.pdf>

Mariano Alende, M. F. (22 de 07 de 2022). Obtenido de [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/13591/INTA\\_CR\\_LaPampa-SanLuis\\_EEAAnquil\\_Fontana\\_L.\\_Alfalfa%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n%20de%20ganado%20vacunode%20carne.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/13591/INTA_CR_LaPampa-SanLuis_EEAAnquil_Fontana_L._Alfalfa%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n%20de%20ganado%20vacunode%20carne.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Otero, P. (12 de 06 de 2018). Obtenido de Agrohuerto: <https://www.agrohuerto.com/plaga-de-pulgones-en-las-plantas/>

Pasturas Tropicales. (2022). *Pasturas Tropicales. Especialistas en semillas de pasto*. Obtenido de <https://pasturastropicales.com/alfalfa-forrajera/>

Patricio Rojas, J. G. (2023). Efecto de diferentes dosis de radiación gamma en una plantación recién establecida de *Eucalyptus nitens* en la Región del Biobío. *C & I Forestal*, 29(1), 10. Obtenido de <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/32567/32567.pdf?sequence=1>

Phytoma. (29 de 01 de 2020). Obtenido de <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/avisos-de-plagas/alfalfa-gusano-verde-enero-2020>

- Pombosa, A. (2016). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19819/1/Tesis-123%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20383.pdf>
- Ramirez, J. (02 de 03 de 2014). Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/frxej8qsy4c/mutagenos-biologicos/>
- Reyes, C. (10 de 02 de 2015). Obtenido de <https://panorama-agro.com/?p=363>
- Roldan, R. (28 de 02 de 2023). Las propiedades de la alfalfa como alimento bovino. (CONtextoganadero, Entrevistador)
- Santos, C. (27 de 10 de 2021). El cultivo de alfalfa en el centro de Ecuador. *Todo Alfalfa*, pág. 5.
- Selasco, S. (07 de 02 de 2023). Reina entre las especies forrajeras, busca nuevos mercados para no perder el trono. *Bichos de Campo*, pág. 5.
- Soto, P. (1991). *Establecimiento de la alfalfa en el centrosur*. Quilamapu: 48. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/42041/NR09749.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20pH%20%C3%B3ptimo%20para%20el,de%20forraje%20de%20la%20alfalfa.>
- Suarez, A. E. (25 de 04 de 2011). *Dspace*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1025/1/17T01039.pdf>
- Veloz, R. J. (13 de 11 de 2013). "INTRODUCCIÓN DE LA HARINA DE ALFALFA COMO INGREDIENTE BASICO EN LA PASTELERIA FINA. Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9676/1/84T00260.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Altura de plantas

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	18	0,4	0,23	15,3
		5	9	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	91,24	5	18,2	2,00	0,150
Mutágeno Físico	91,24	5	18,2	2,00	0,150
Error	109,4	12	9,12		
Total	200,6	17			
	4				
	8				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,28213

Error: 9,1196 gl: 12

Mutágeno Físico	Media	n	E.E.	
150 GY	22,57	3	1,74	A
0 GY	20,47	3	1,74	A
300 GY	20,43	3	1,74	A
100 GY	19,71	3	1,74	A
250 GY	19,43	3	1,74	A
200 GY	15,11	4	1,74	A

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

## Anexo 2. Diámetro del tallo

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro del tallo	18	0,88	0,83	23,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,18	5	0,04	17,74	<0,0001
Mutágeno Físico	0,18	5	0,04	17,74	<0,0001
Error	0,02	12	0,001		
Total	0,21	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12485

Error: 0,0021 gl: 12

<b>Mutágeno Físico</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
100 GY	0,42	3	0,03	A
0 GY	0,18	3	0,03	B
300 GY	0,17	3	0,03	B
150 GY	0,15	3	0,03	B
250 GY	0,15	3	0,03	B
200 GY	0,11	3	0,03	B

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

### Anexo 3. Número de hojas

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nº Hojas	18	0,92	0,89	14,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1960,23	5	392,05	27,39	<0,0001
Mutágeno Físico	1960,23	5	392,05	27,39	<0,0001
Error	171,79	12	14,32		
Total	2132,02	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,37669

Error: 14,3156 gl:

12

Mutágeno Físico	Medias	n	E.E	
0 GY	48,8	3	2,18	A
150 GY	21,5	3	2,18	B
100 GY	21,4	3	2,18	B
200 GY	21,0	3	2,18	B
	4			

300 GY	20,4	3	2,18	B
250 GY	19,8	3	2,18	B
	6			

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

#### Anexo 4. Porcentaje de germinación

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Semillas germinadas	18	0,57	0,4	6,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	501,33	5	100,27	3,23	0,0447
Mutágeno Físico	501,33	5	100,27	3,23	0,0447
Error	372,67	12	31,06		
Total	874	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,28353

Error: 31,0556

gl: 12

<b>Mutágeno Físico</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
100 GY	91,57	3	3,22	A
200 GY	89,33	3	3,22	A B
0 GY	84,67	3	3,22	A B
250 GY	84,33	3	3,22	A B
150 GY	80	3	3,22	A B
300 GY	76	3	3,22	B

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



Selección de semillas para pruebas de germinación



Visita de la Comisión de titulación y Tutor