

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**TESIS**

**“DOSIMETRÍA MUTAGÉNICA EN GLADIOLO (*Gladiolus grandiflorus* L.)  
CON AZIDA DE SODIO”**

**LINEA DE INVESTIGACION:**

**MEJORAMIENTO Y BIOTECNOLOGIA**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Amilkar GONZALES PINO

Bach. Rocio Mery MENDOZA VASQUEZ

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**HUANCAVELICA, PERU**

**2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por la Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA.



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS VIRTUAL

En la ciudad Universitaria de Común Era de la Facultad de Ciencias Agrarias; se llevó a cabo la sustentación por vía virtual y cuyo link [meet.google.com/eie-nqyv-tyy](https://meet.google.com/eie-nqyv-tyy). El 18 de enero del 2021 a horas 10:00 am, donde se reunieron; el jurador calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Ph. D. Agustín PERALES ANGOMA.

Secretario : Dr. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO.

Vocal : Dr. Guillermo Gomer COTRINA CABELLO.

Designados con Resolución N°- 294-2019-D-FCA- UNH; del proyecto de investigación titulado "DOSIMETRÍA MUTAGÉNICA EN GLADIOLO (*Gladiolus grandiflorus* L.) CON AZIDA DE SODIO."

Cuyos autores son los bachilleres:

Amilkar, GONZALES PINO.

Roció Mery, MENDOZA VASQUEZ

Asesorados por: M. Sc. Julián Leonardo MANTARI MALLQUI

Dr. David, RUIZ VILCHEZ

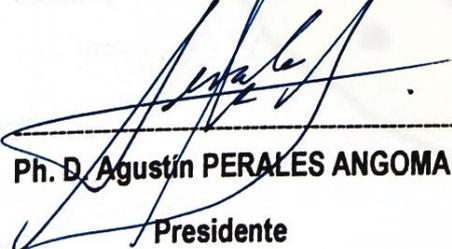
A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación virtual del proyecto de investigación antes citado

Finalizando la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar la plataforma virtual; y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llevó al siguiente resultado.

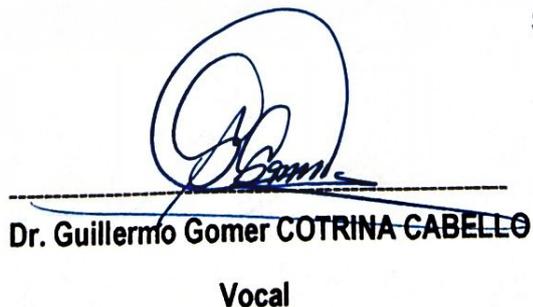
APROBADO  POR UNANIMIDAD.....

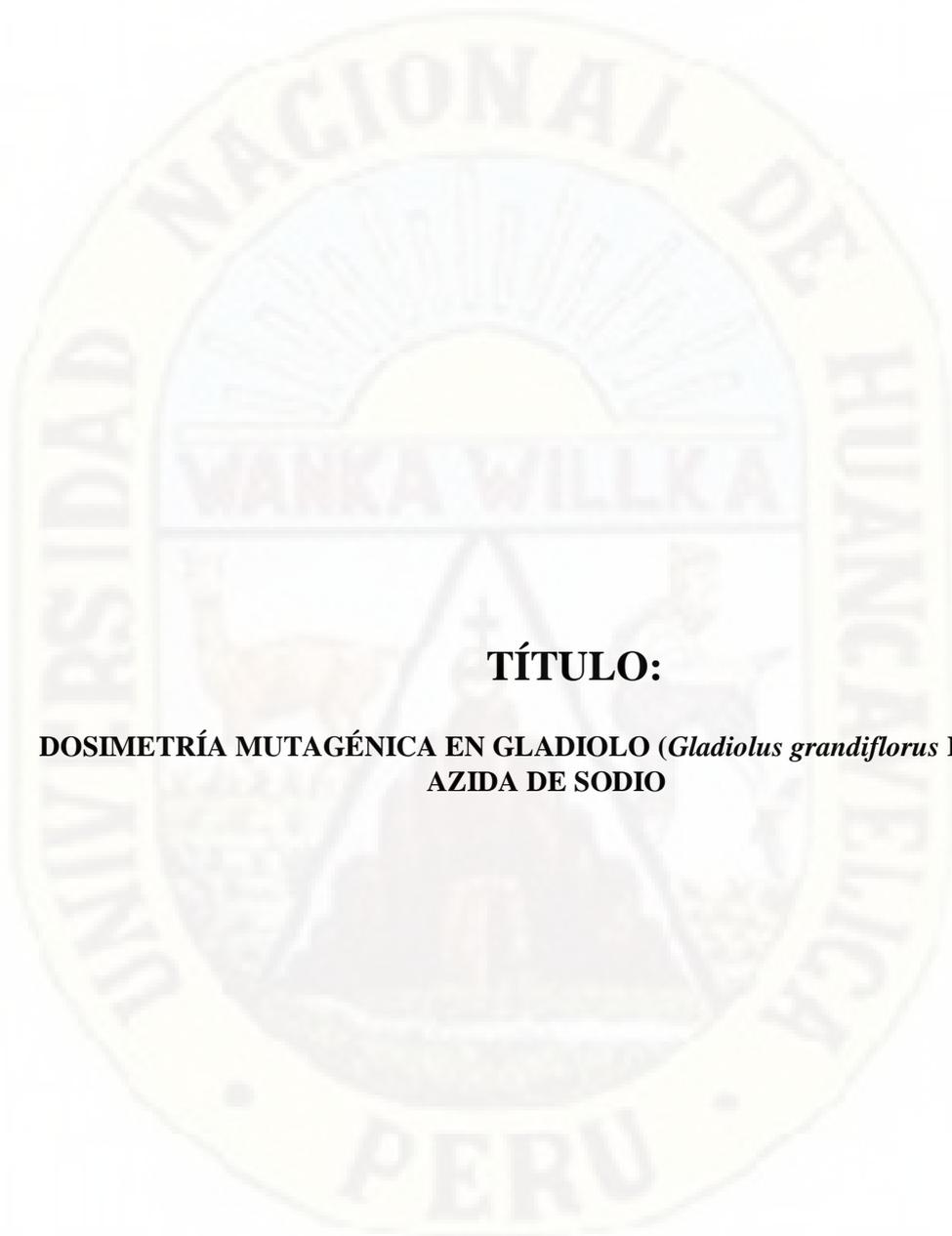
DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
Ph. D. Agustín PERALES ANGOMA  
Presidente

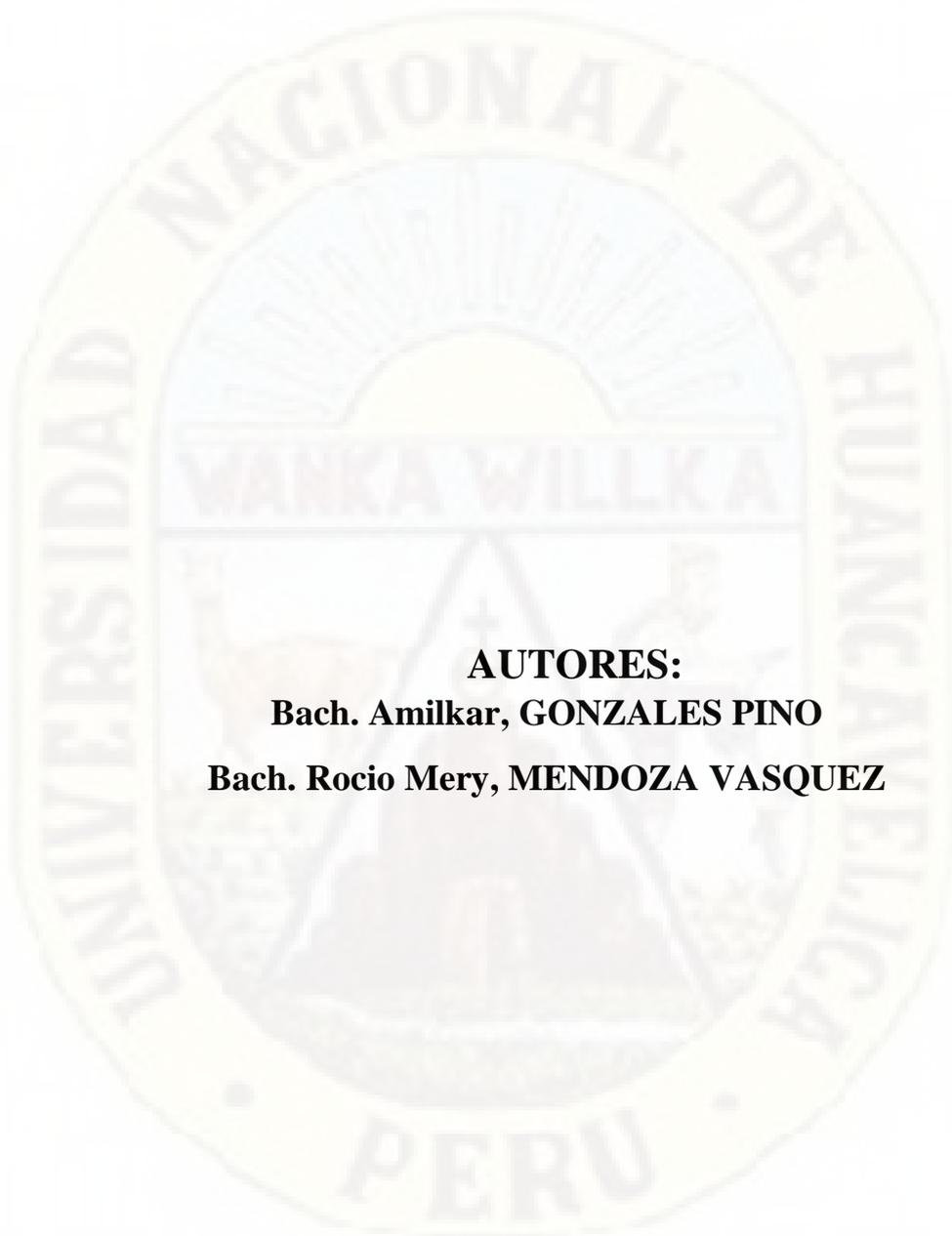
  
Dr. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO  
Secretario

  
Dr. Guillermo Gomer COTRINA CABELLO  
Vocal



**TÍTULO:**

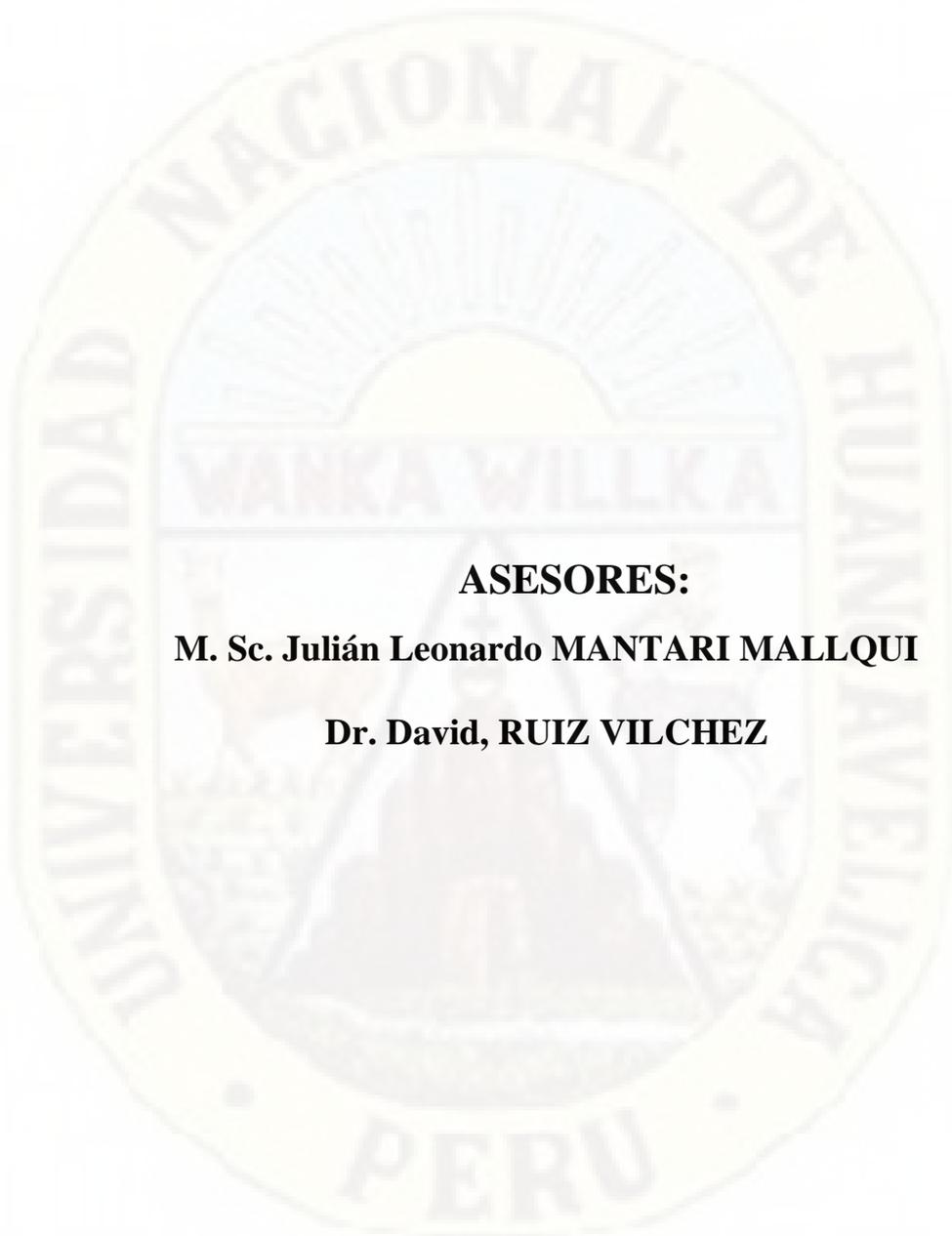
**DOSIMETRÍA MUTAGÉNICA EN GLADIOLO (*Gladiolus grandiflorus* L.) CON AZIDA DE SODIO**



**AUTORES:**

**Bach. Amilkar, GONZALES PINO**

**Bach. Rocio Mery, MENDOZA VASQUEZ**



**ASESORES:**

**M. Sc. Julián Leonardo MANTARI MALLQUI**

**Dr. David, RUIZ VILCHEZ**

## AGRADECIMIENTO

- ✓ A Dios porque ha estado con nosotros en todo momento.
- ✓ A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía por habernos aceptado y ser parte de ella al haber abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra carrera, así también a los docentes que nos brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.
- ✓ A nuestro asesor M. Sc. Julián Leonardo MANTARI MALLQUI, por apoyarnos en todo momento en la ejecución y elaboración del informe final del proyecto de tesis.
- ✓ A nuestros padres, hermanos y familiares, quienes a través de su esfuerzo y comprensión nos apoyaron para el cumplimiento de esta meta trazada en nuestras vidas

## INDICE

<b>TÍTULO:</b> .....	iii
<b>AUTORES:</b> .....	iv
<b>ASESORES:</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xvi
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.1.    Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1.    Objetivo general: .....	2
1.2.2.    Objetivos específicos:.....	2
1.3. Justificación.....	2
<b>CAPÍTULO II</b> .....	4
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	4
2.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL .....	4
2.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	6
2.3. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	7
2.3.1.    Origen.....	8
2.3.2.    Taxonomía.....	9
2.3.3.    Botánica morfológica .....	9
2.3.4.    Requerimientos edafoclimáticos.....	11
2.3.5.    Manejo agronómico.....	12
2.3.6.    Concepto de mutación .....	15
2.3.7.    Tipos de mutaciones .....	16
2.3.8.    Agentes mutagénicos.....	17
2.3.9.    Azida sódica .....	18
2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS POR INDUCCIÓN MUTAGÉNICA .....	19
2.5. BASES CONCEPTUALES.....	19
2.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	20

2.7. HIPÓTESIS .....	20
2.8. VARIABLES .....	21
2.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	21
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>23</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL .....	23
3.1.1. Ubicación geográfica.....	23
3.1.2. Factores Climáticos .....	23
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	24
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.4. LUGAR DE EXPERIMENTACIÓN .....	24
3.5. MATERIAL VEGETAL .....	24
3.6. TRATAMIENTO DE SEMILLAS.....	24
3.7. PARÁMETROS EVALUADOS .....	25
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
3.8.1. Método de investigación.....	27
3.8.2. Croquis experimental.....	27
3.8.3. Características del experimento .....	29
3.9. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	29
3.10. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	30
3.11. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	30
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>32</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
5.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE PLANTAS .....	32
5.2. ALTURA DE PLANTAS.....	35
5.3. DIÁMETRO DE TALLO.....	37
5.4. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA .....	39
5.5. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA .....	41
5.6. LONGITUD DE RAÍZ.....	43
5.7. EFECTO PROMEDIO DE ESTIMULACIÓN E INHIBICIÓN DE LA AZIDA DE SODIO .....	45
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>
<b>APÉNDICE1.....</b>	<b>53</b>

**APENDICE 2**.....56  
**Testimonio fotográfico**.....56



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables. ....	21
<b>Tabla 2.</b> Dosis de azida de sodio tratadas a los cormos de gladiolo. ....	31
<b>Tabla 3.</b> Cuadrados medios del porcentaje de emergencia de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al nivel de confianza del 95.0 %. .....	33
<b>Tabla 4.</b> Promedio de emergencia (%) de plantas de gladiolo, a diferentes días después de la siembra (DDS). ....	33
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza de la altura de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza. ....	35
<b>Tabla 6.</b> Comparación de promedios de altura de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan, $\alpha = 0.05$ ). ....	36
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza del diámetro de tallo de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza. ....	37
<b>Tabla 8.</b> Comparación de promedios del diámetro de tallos de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan, $\alpha = 0.05$ ). ....	38
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza <sup>1</sup> del número de tallos por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza. ....	39
<b>Tabla 10.</b> Comparación de promedios del número de tallos de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan, $\alpha = 0.05$ ). ....	40
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza <sup>1</sup> del número de hojas por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza. ....	41
<b>Tabla 12.</b> Comparación de promedios del número de hojas de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan, $\alpha = 0.05$ ). ....	42
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza. ....	44
<b>Tabla 14.</b> Comparación de promedios de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan, $\alpha = 0.05$ ). ....	44
<b>Tabla 15.</b> Efecto promedio de la azida de sodio en la estimulación o inhibición de caracteres morfológicos de plantas de gladiolo. ....	46



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfico 1.</b> Comportamiento del porcentaje de emergencia de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio, a diferentes fechas de evaluación.	34
<b>Gráfico 2.</b> Comportamiento de la altura de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.	37
<b>Gráfico 3.</b> Comportamiento del diámetro de tallos (cm) de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.	39
<b>Gráfico 4.</b> Comportamiento del número de tallos por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.	41
<b>Gráfico 5.</b> Comportamiento del número de hojas por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.	43
<b>Gráfico 6.</b> Comportamiento de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.	45

## ÍNDICE DE APÉNDICE 2

	<b>Pág.</b>
<b>Foto 1.</b> Preparación y llenado de sustrato a las macetas para la siembra de cormos.	56
<b>Foto 2.</b> Desinfección de cormos de gladiolo.	56
<b>Foto 3.</b> Remojo del corno de gladiolo de cada tratamiento con azida de sodio durante 1 hora.	57
<b>Foto 4.</b> Siembra de cormos de gladiolo.	57
<b>Foto 5.</b> Desarrollo de la planta de gladiolo.	58
<b>Foto 6.</b> Evaluación de la altura.	58
<b>Foto 7.</b> Evaluación del diámetro del tallo.	59
<b>Foto 8.</b> Evaluación de número de tallos.	59
<b>Foto 9.</b> Evaluación de número de hojas.	60
<b>Foto 10.</b> Evaluación de longitud de raíz.	60

## RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Comunidad Número Ocho, en distrito de Acobamba, región Huancavelica. El experimento se llevó a cabo en un ambiente protegido (invernadero rustico). El objetivo fue evaluar el efecto del agente mutagénico azida sódico para inducir mutaciones en los bulbos de gladiolo. El experimento se realizó utilizando el diseño estadístico DCA (Diseño Completamente al Azar), con nueve tratamientos y con 4 repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 bulbos, cada uno se evaluó emergencia de plántulas, altura de planta, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de foliolos. Asimismo, se empleó la prueba de comparación múltiple de Duncan manteniendo un nivel de significación de 5% para los promedios de las variables cuantitativas y se determinaron las medidas de centralización y de dispersión para evaluar los valores mínimos y máximos, así como para interpretar el coeficiente de variación. El efecto promedio de la azida de sodio en la estimulación o inhibición de caracteres morfológicos de las plantas se observó que el promedio más alto (10.17) se logró con la dosis de 3.0 mM. Los valores más bajos se encontraron con la dosis de 3.5 Mm (2.80) y el testigo Buffer (2.69). La dosis óptima de azida de sodio que provoca efectos los deseados en plantas de gladiolo fue de 3.0 mM.

**Palabra clave.** Gladiolo, azida de sodio, inducción mutagénica, agente mutagénico.

## ABSTRACT

This research was carried out in the comunidad numeri ocho, in the district of Acobamba, Huancavelica region. The experiment was carried out in a protected environment (rustic greenhouse). The objective was to evaluate the effect of the mutagenic agent sodium azide to induce mutations in gladiolus bulbs. The experiment was conducted using the statistical design DCA (Completely Randomized Design), with nine treatments and with 4 repetitions per treatment. Each experimental unit was conformed by 5 bulbs each one, it was evaluated seedling emergence, plant height, stem diameter, root length, number of leaflets. Also, it was used Duncan's multiple comparison test maintaining a significance level of 5% the averages of the quantitative variables and there were determined the centralization and dispersion measures to evaluate the minimum and maximum values, as well as to interpret the variation coefficient. The average effect of sodium azide in the stimulation or inhibition of morphological characters of plants was observed that the highest average (10.17) was achieved with the dose of 3.0 mM. The lowest values were found with the dose of 3.5 Mm (2.80) and the Buffer control (2.69). The optimal dose of sodium azide causing desired effects in gladiolus plants was 3.0 mM.

**Keyword.** Gladiolus, sodium azide, mutagenic induction, mutagenic agent

## INTRODUCCIÓN

El género *Gladiolus* aprecia unas 250 especies oriundas del área mediterránea Sudáfrica, Europa, Asia y África tropical, También podríamos decir que el cultivo de gladiolo podemos conocerlo por el tipo de flor que tiene en espigas y por renovación anual de sus cormos, que durante el periodo vegetativo dan lugar a multitud de cormillos. Aunque parecen tener alguna utilidad medicinal, los gladiolos silvestres se han recolectado tradicionalmente para decoraciones, como planta de flor cortada.

Las mutaciones se entienden hoy en día como una vía que acelera la obtención de cambios que, de una manera espontánea, tardarían demasiado tiempo en aparecer o que, en el peor de los casos, y por efectos directamente vinculados al azar, no aparecerían. Y en esta misma línea es correcto aclarar que la práctica científica de inducción a mutaciones en vegetales presenta una gran diversidad de métodos.

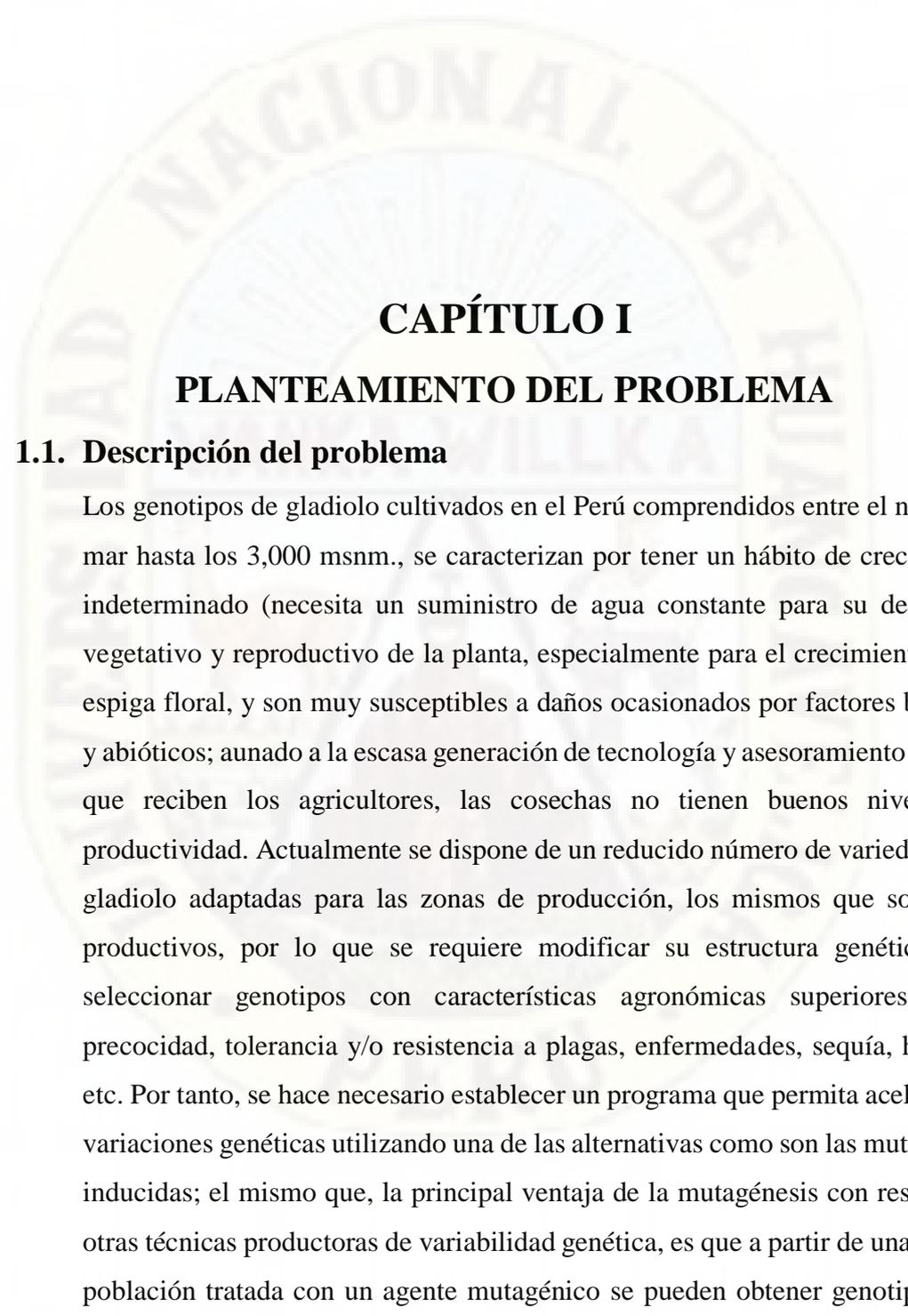
Es también sumamente importante saber o conocer el colorido y la resistencia del marchites una vez cortadas, de la inflorescencia gladiolo, tiene una mayor relevancia en el comercio como planta ornamental. Es perfecto entonces apuntar hacia los rasgos más llamativos con la intención de desarrollar y ampliar sus características novedosas. Entonces planteamos desarrollar métodos, ya sea por medio de selección tradicional y la inducción mutagénica como se trazará más adelante, que permitan extender el progreso y mejoramiento de dichas características.

Es exacto demostrar que hoy en día la inducción mutagénica pueda ser como una vía que acelera la obtención de cambios en el cultivo que, de una manera rápida o demorarían demasiado tiempo en aparecer o que, en el peor de los casos, no aparecerían ninguna alteración o cambio. Y en este mismo perfil podemos decir que la práctica científica de las inducciones a mutaciones en especies ornamentales presenta una gran diversidad de procesos. Las principales características de la práctica de inducción a mutaciones son dos: la aparición de cambios a simple vista y la aleatoriedad de dichos cambios. Justamente esta segunda característica es el más amplio que se encuentra, el trabajo de quien quiera realizar esta práctica, en la selección de aquellos individuos que muestren modificaciones propicias según el

objetivo propuesta, sobre algunas características preexistentes e igualmente deseables de la planta sin alterar otros rasgos.

La mutación inducida también es una herramienta que produce cambios tan favorables, eficaces, efectividad inmediata y efectividad relativa que a su vez es favorable para ser aplicado sobre especies ornamentales como en el cultivo de gladiolo, continuando en la misma línea es lógico que una planta perenne pueda tener mejor capacidad de fijación al suelo, resistir a épocas secas, resistir a plagas y enfermedades, mayores y más duraderas inflorescencias; podría ser mucho más llamativo para el consumidor final.

El presente trabajo de investigación buscó aprovechar y mejorar las características propias del gladiolo aplicando sobre ella técnicas de mutaciones inducidas para determinar aquellas dosis que permitan conseguir cambios favorables de cultivo de gladiolo que aumente el atractivo comercial de los consumidores.



# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema**

Los genotipos de gladiolo cultivados en el Perú comprendidos entre el nivel del mar hasta los 3,000 msnm., se caracterizan por tener un hábito de crecimiento indeterminado (necesita un suministro de agua constante para su desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta, especialmente para el crecimiento de la espiga floral, y son muy susceptibles a daños ocasionados por factores bióticos y abióticos; aunado a la escasa generación de tecnología y asesoramiento técnico que reciben los agricultores, las cosechas no tienen buenos niveles de productividad. Actualmente se dispone de un reducido número de variedades de gladiolo adaptadas para las zonas de producción, los mismos que son poco productivos, por lo que se requiere modificar su estructura genética para seleccionar genotipos con características agronómicas superiores como precocidad, tolerancia y/o resistencia a plagas, enfermedades, sequía, heladas, etc. Por tanto, se hace necesario establecer un programa que permita acelerar las variaciones genéticas utilizando una de las alternativas como son las mutaciones inducidas; el mismo que, la principal ventaja de la mutagénesis con respecto a otras técnicas productoras de variabilidad genética, es que a partir de una misma población tratada con un agente mutagénico se pueden obtener genotipos con alteraciones en genes muy diversos debido a su acción aleatoria en el genoma,

con lo cual se puede mejorar la calidad de las flores y por ende mejorar el ingreso económico de los floricultores.

### **1.1.1. Formulación del problema**

¿La inducción mutagénica mediante aplicación de azida de sodio a los bulbos de gladiolo, permitirá modificar su estructura genética y, por lo tanto, seleccionar fenotipos superiores en rendimiento?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general:**

Evaluar el efecto del agente mutagénico azida de sodio para inducir mutaciones en los bulbos de gladiolo.

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

1. Determinar la dosis óptima de azida de sodio que induzca variantes genéticas en esta especie.
2. Cuantificar la emergencia de las plántulas, longitud de raíz, altura de planta, número de foliolo, número de tallo y diámetro de tallo, sometidas a concentraciones crecientes de azida de sodio.

## **1.3. Justificación**

Por su parte Martínez y Ortega (2006) muestran que, las especies ornamentales son aquellas que se cultiva con propósitos decorativos por sus características estéticas, que incrementa el desarrollo económico de la sociedad y también proporcionan beneficios intangibles a pobladores de regiones forestales, y estas tienen mayor aceptabilidad para comercializar en diversos mercados tanto locales como regionales generando así recursos económicos que son aprovechados por los productores de este rubro pero de potencial crecimiento precisamente por las características resistentes que tiene el cultivo, periodo vegetativo relativamente precoz y atractivo de la inflorescencia que posee, además de la versatilidad que presenta en usos como flor de corte, atrayente de agentes polinizadores (Gilman, 1999); lo que se puede opinar como una ventana de oportunidad.

Por otra parte, podemos encontrar la posibilidad de desarrollar características nuevas resistentes a plagas, enfermedades y acortar el periodo vegetativo mediante inducción de mutaciones, o de resaltar las características deseables ya

existentes (tamaño de raíz, periodo de floración, color de inflorescencia, tamaño de planta, etc.), se presenta como una vía muy útil en este deseo de potenciar el cultivo y comercio de gladiolo.

La aplicación de agentes mutagénicos químicos exige el conocimiento de dosis adecuadas, que permitan, por un lado, la supervivencia de la mayor cantidad de los individuos sometidos al procedimiento de inducción de mutaciones y, de otro lado, que afirme una alta tasa de mutaciones en dichos individuos.

Dos son las características principales de la técnica de inducción a mutaciones: la aparición de cambios repentinos que se puede apreciar a simple vista todos los cambios fenotípicos y la aleatoriedad de dichos cambios. Justamente sobre este segundo rasgo es que se encuentra el amplio trabajo de quien quiera llevar a cabo esta práctica, en la clasificación de aquellos individuos que muestren modificaciones favorables (según el objetivo que se persiga) sobre algunas peculiaridades de la planta sin perturbar otros rasgos preexistentes e igualmente deseables. De esta manera la herramienta de la mutación vegetal inducida se presenta como una vía favorable y eficiente, por su inmediata efectividad relativa en ocasionar cambios para ser empleada sobre una especie ornamental como es gladiolo. Siguiendo en la misma línea es lógico pensar que una especie vegetal perenne con mejor capacidad de fijación al suelo, resistir a épocas secas, variados colores, mayores y mayor durabilidad de las inflorescencias; podría ser mucho más llamativo para el consumidor final. Por ultimo con todo lo mencionado y expuesto, queda indicar que el presente trabajo busca aprovechar las mejores características propias de gladiolo empleando sobre ella técnicas de mutaciones inducidas para saber aquellas dosis que permitan obtener cambios favorables que incrementen el atractivo comercial de la especie.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL**

Con el objetivo de determinar la dosis ideal de azida sódica para la inducción a mutaciones en semillas de *Sesamum indicum* var. *escoba blanca*, fueron sometidas a concentraciones crecientes de azida sódica. Se tomaron medida del porcentaje de germinación, la altura de la planta y la longitud de la raíz. En cuanto al porcentaje de germinación se destaca la disminución del mismo a dosis altas y la similitud entre la altura de la planta entre los tratamientos control y 0,3 mM de azida sódica. El tratamiento mutagénico más cercano al GR40 que sería de 2,71875 cm, está dado por el tratamiento 5 (T5) de 0,5. Se recomienda elaborar ensayos con mayores dosis de azida sódica a las empleadas y mayor tiempo de exposición al mismo, además de ampliar el número de muestras a estudiar (Carrillo, 2017).

Con el objetivo de evaluar el efecto de la azida de sodio para generar diversidad genética, sobre la regeneración de plantas en cultivo de tejidos de caña de azúcar, en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Se realizó un trabajo de investigación utilizando la variedad CG 03-025, donde se evaluaron las dosis de 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 mM durante 15 y 30 minutos y un testigo en medio de regeneración liquido durante 15 y 30 minutos y un testigo absoluto sin tratamiento alguno. Se utilizó el diseño experimental

completamente al azar, con once tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron porcentaje de sobrevivencia de callos, porcentaje de callos que regeneran plantas y número de plantas regeneradas. Entre los resultados del estudio obtenidos se concluye que el mutagénico azida de sodio en las dosis evaluadas no manifestó ningún efecto estadísticamente significativo para las variables registradas. Se recomienda evaluar el compuesto azida de sodio a mayores concentraciones y/o tiempos (Monroy, 2018).

Este compuesto se caracteriza por generar mutaciones puntuales al azar, sin producir daños cromosómicos (Sander y Muehlbauer, 1977), generando de ésta manera una gran variabilidad que a su vez se traduce en resultados que pueden ser útiles a la hora de obtener una variante que permita un mayor rendimiento del cultivo de interés (Al-Qurainy y Khan, 2009).

Un estudio con *Pisum sativum*, que utilizó ázida sódica como mutágeno, no demostró alteraciones en variables analizadas en relación a la raíz, sin embargo, si presentó variaciones en relación a altura de la planta y porcentaje de germinación (Divanli *et al.*, 2006).

Sander y Muehlbauer (1977) comprueban el efecto de la azida de sodio y la radiación gamma sobre semillas del género *Pisum*. Utilizan una concentración de 0.001 M (en un medio de pH 3) del agente químico comparada con radiaciones de 5, 10 y 20kR de rayos gamma. En los resultados se observaron aberraciones en las hojas de las plantas sometidas a radiación y no así en las tratadas con azida de sodio. Se determinó que la azida de sodio no causaba daño a nivel de cromosomas con esta dosis.

Según Mohana y Reddi (1986) se tiene la experiencia de inducción a mutaciones en el cultivo de arroz ejecutada con concentraciones de 1, 2, 4 y 5 mM de azida de sodio a un pH de 3 a 4. Se utilizaron tres diferentes cultivares de arroz, Jaya, IET 5656 y Fujiminori, donde (en todos ellos) la concentración de 5mM fue la más efectiva al inducir mutaciones morfológicas. Se indica además que las mutaciones morfológicas y fisiológicas aisladas incluyeron plantas altas, semienanas, enanas, temprana y tardía floración, riqueza proteica, entre otras muchas.

Nodarse *et al.* (1992) ejecutaron ensayos buscando conseguir subclones resistentes a la roya (*Puccinia melanocephala* H y P Sydow), para tal fin se utilizó caña de azúcar de la variedad C127-78. Se indujo la formación de cayos in-vitro (medio de cultivo Payan y Tarcón). Los cayos conseguidos fueron sometidos a diferentes mutágenos: a) Rayos X. 80; 100; 110 y 120 Kv. b) Rayos Gamma. 1000; 2000 y 3000 rad. e) Azida Sódica. 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 y 0,1 %. Finalmente, sólo los subclones obtenidos de aquellos cayos tratados con 80K v de rayos X mostraron resistencia a la roya, los demás mantenían la susceptibilidad.

## **2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Salas (2015) menciona que, al comparar las respuestas de las plantas de Salvia a los diferentes tratamientos (concentraciones de mM (T1), 3mM (T2), 5mM (T3) y 7mM (T4), con solución Buffer y otro Control), con el agente mutágeno químico azida de sodio (Salas, 2015), transmitió para el caso del porcentaje de germinación que se observaron diferentes resultados en todos los tratamientos, siendo T3 quien mostró, fuera del control, el porcentaje más alto (75.33). El tratamiento T4, el de mayor concentración, presentó el valor de porcentaje de germinación más bajo de (8.67) y el más elevado tanto en tamaño de planta medido en cm. (23.76) como en número de varillas florales (15). En cuanto a la longitud de radículas el único tratamiento que no demostró diferencias significativas respecto al control fue el T3, con una baja porcentaje del tamaño de radícula de 26.37.

Según los resultados obtenidos por Jiménez (1999), al desarrollar líneas mutantes de cebada, cabe mencionar que el efecto de los agentes mutagénicos en bajas concentraciones, cuando se emplean en conjunto dos agentes como azida y metil-nitrosoúrea (MNH), provoca mutaciones puntuales favorables.

Por distinta manera trabajando sólo con el agente químico azida de sodio, Chávez (1991), indica que obtuvo un 60% de eficacia (obtención de mutantes viables) de la mutagénesis inducida en cebada (poco menos de lo conseguido con rayos gamma en el mismo ensayo 65%).

Porta y Jiménez (2018) con el objetivo de determinar el efecto de dos agentes mutagénicos en la germinación de semillas de aguaymanto (*Physalis peruviana*

L.), instalaron dos experimentos independientes, los que fueron conducidos tanto en laboratorio como en vivero. En el primer experimento aplicaron a las semillas radiación gamma con dosis de 0 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, 250 Gy, 300 Gy, 350 Gy y 400 Gy. En el segundo experimento, remojaron las semillas con azida de sodio a dosis de 0,0; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 y 3,5 mM.; además, incluyeron una solución Buffer pH3. Ambos experimentos fueron conducidos en el diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Para la comparación de medias utilizaron la prueba de Duncan. Evaluaron % de germinación radicular, % de germinación cotiledonal, longitud de raíz (mm), % de emergencia y altura de plantas (mm). Los resultados obtenidos sugieren que la dosis de 300 Gy y 2,5 mM produjeron un efecto promedio de inhibición y estimulación para las variables estudiadas, entre 22,83% y 22,11% comparado con el control, los mismos que recomiendan para provocar cambios genéticos deseados en esta especie.

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo nativo de importancia en el Perú por su valor nutritivo y su adaptación a zonas marginales de la sierra peruana. Para complementar los métodos convencionales de mejoramiento genético que permitan obtener genotipos de quinua con características deseables, se ha considerado el uso de inducción de mutaciones. Se emplearon agentes mutagenicos físicos, como los rayos gamma a las dosis de 50, 100, 150, 250 Gy, y mutagenicos químicos como el Azida de sodio a la dosis de 1 y 2 nMl. Las diferentes generaciones desarrolladas fueron sembradas en condiciones de la Molina, Callejón de Huaylas y Valle del Mantaro. Dentro de las variedades tratadas destaca por su capacidad mutagenica el genotipo La Molina 89 habiéndose detectado mutaciones antocianicas, de ciclo de vida, altura de planta y mayor vigor. Los tratamientos más efectivos fueron 150 Gy de rayos gamma y 1 nMl de azida de sodio (Gomes, 2020).

### **2.3. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN**

Es un cultivo muy importante en Francia y Holanda. Los cormos son importados principalmente de Holanda, aunque, en los últimos años Brasil se ha convertido en un destacado productor de cormos. Gracias al desarrollo tecnológico de

conservación de cormos, en Holanda es posible el suministro de cormos en cualquier época del año. En México, esta especie ocupa el tercer lugar en importancia, con 2, 200 has, sembradas, después de la rosa y el crisantemo (SIAP, 2010). Los principales estados productores son: Puebla (San Martín Texmelucan y Atlixco) donde se siembra 26 % de la producción nacional, Estado de México (Chalma, Malinalco, Valle de Bravo y Villa Guerrero), Michoacán, Morelos y Veracruz. De estas regiones, San Martín Texmelucan en el Estado de Puebla, es la principal zona productora de gladiolo en el estado de Puebla, con 55 % de la superficie sembrada en 2009 (SIAP, 2010).

Los Principales países productores de variedades de gladiolos en importancia son: Holanda, Israel, Sud África y España y en América del Sur el primer productor es Argentina seguido de Perú y Chile, en estos países anualmente se cultivan alrededor de 80 hectáreas en su mayoría al aire libre y se obtienen 600 docenas/ha. y representa el 13% del área de producción dedicada al cultivo de flores de gladiolo; por otro lado, los principales países importadores de gladiolos son Suecia, Alemania y Estados Unidos de Norteamérica (Herbas, 1998).

Según (Benites, 2019) los resultados obtenidos sugieren que el tratamiento (T1) con 0.5 mM produjeron un efecto promedio (T2) con 1.0 Mm y Buffer comparado con las diferentes dosis de azida de sodio presentaron diferencia significativa para las variables evaluados, recomendando para provocar cambios genéticos deseados, ya que no existe diferencias estadísticas significativas con el tratamiento (T7) de 3.5 mM Azida sódico. Se señalar para la altura de la planta que T2 (1.0 Azida de sodio) no presentan diferencia significativa con respecto a T8, T1 y T9 (Control), de igual modo el tratamiento T6 (3.0 Azida de sodio) no presentan diferencia significativa con respecto a T5, T7 (3.5 Azida de sodio). Además, entre los tratamientos T3 (1.5 Azida de sodio) y T4 (2.0 Azida de sodio) tampoco existe diferencia significativa entre sí. Por otro lado, si existe diferencia significativa entre los tratamientos T8, T1, T3, T4, T5 y T7 con respecto a T9.

### **2.3.1. Origen**

El gladiolo es originario de la cuenca mediterránea y de África austral. Ya se cultivaba en la época de los griegos y de los romanos. Comprende 180 especies

nativas de África, Madagascar, Europa, Arabia y oeste de Asia, donde el gladiolo crece espontáneamente; aunque la mayor parte son de origen africano. Gladiolus es el diminutivo de gladius, que significaba "espada"; por un lado, se refiere a la forma de la hoja que es lanceolada terminando en punta y también al hecho de que la flor en la época de los romanos era entregada a los gladiadores que triunfaban en la batalla; por eso, la flor es el símbolo de la victoria. Los cultivares hortícolas del gladiolo se han obtenido desde comienzos del siglo XIX por cruzamientos entre diversas especies botánicas. Presentan gran diversidad de tamaños, colores y forma de las flores, así como de épocas de floración (InfoAgro, 2020).

### 2.3.2. Taxonomía

El gladiolo se clasifica según el NCBI (2017) en:

Reino	: Plantae
División:	: Mesangiospermae
Clase	: Liliopsida
Orden	: Liliales
Familia	: Iridaceae
Género	: Gladiolus
Especie	: Grandiflorus Hort.

### 2.3.3. Botánica morfológica

**Hojas:** las plantas de gladiolo presentan dos clases de hojas; las primeras hojas basales, brotan y forman entre 3 a 4 hojas cortas, que tienen la función de proteger a las subsiguientes y al escapo floral; estas permanecen en la planta, hasta tanto madure el nuevo cormo. Dentro de las hojas basales y cortas se desarrollan el segundo tipo de hojas; éstas se diferencian de las primeras por su color y forma, presentando forma alargada (de 50 a 60 cm de longitud), agudas en su tercio superior (este carácter les hace forma de espada), conjuntamente con la constricción que presenta su tercio inferior al abarquillarse en la zona de la vaina donde se superponen unas a otras alrededor del vástago florífero (Sánchez, 1980).

**Las hojas:** son estructuras alargadas, paralelinervias y lanceoladas, están recubiertas de una cutícula cerosa. Las hojas inferiores (basales) están reducidas a vainas y las superiores son dísticas, de lineares a estrechamente lanceoladas. Las hojas salen todas de la base y varían entre 1 a 12. Las bases secas de las hojas son persistentes (se mantienen hasta la cosecha), teniendo como función proteger el cormo de los factores del medio, evitando lesiones y reduciendo el índice de pérdidas del agua contenida por aquél. La túnica presenta coloración típica en las diferentes variedades, generalmente relacionada con la del cormo (Sánchez, 1980).

**Flores:** son inflorescencias con espatas, actinomorfas o cigomorfas, hermafroditas, con perigonio corolino, de 6 tépalos prolongados hacia abajo en un tubo más o menos largo. El androceo está compuesto por 3 estambres, con los filamentos libres o formando una columna en torno el estilo; anteras biloculares, extrosas y dehiscentes por líneas verticales. El gineceo es sincárpico, de ovario ínfero, tricarpelar, pluriovulado; estilo único, filiforme, con estigma trífido, cuyas ramas pueden permanecer indivisas o bifurcarse (Sánchez 1980).

**Cormo:** el cormo es la base hinchada de un vástago de tallo, envuelto por hojas secas de aspecto de escamas, y es una estructura sólida, cuyo tallo presenta nudos y entrenudos bien definidos. La mayor parte del cormo consiste en tejidos de reserva formado por células de parénquima (Hartman *et al*, 1999).

En un cormo se producen dos clases de raíces: un sistema radical fibroso que se desarrolla de la base del cormo madre y raíces engrosadas, carnosas y contráctiles en la base del cormo nuevo. Aparentemente, estas últimas raíces se desarrollan en respuesta a las temperaturas fluctuantes que se registran cerca de la superficie del suelo y con la exposición de las hojas a la luz. (Hartman *et al.*, 1999).

Generalmente los cormos son un: tubérculo caulinar de orientación vertical, de estructura sólida, forma redondeada algo ovada, con el ápice de crecimiento en el centro de la zona superior que normalmente está algo deprimida. Puede durar

uno o varios años, renovándose sobre el cormo anterior, cuyos restos permanecen en la base del nuevo. Está formada por varios nudos, de cuyas yemas axilares se forman nuevos cormos (Sánchez 1980).

#### **2.3.4. Requerimientos edafoclimáticos**

**Suelo:** Las plantas de gladiolos soportan una diversa gama de texturas que van desde las arenas hasta las arcillas. Los suelos con abundante materia orgánica, pueden producir espigas florales largas y fuertes, y cormos grandes (Salinger, 1991). El pH ideal debe estar comprendido entre 6.5 y 7, si es menor existe la necesidad de agregar cal agrícola (encalado) y utilizar fertilizantes adecuados. En suelos calizos y ácidos se tendrá deficiencias de nitrógeno (clorosis). Es fundamental tener en cuenta el contenido de potasio, porque la planta asimila gran cantidad de este nutrimento. Se necesita especial atención y cuidado de la concentración de sales en el suelo, conductividades eléctricas mayores a 4 mohos/cm son muy perjudiciales al gladiolo (Anónimo, 2010).

**Temperatura:** Durante la plantación del gladiolo, la temperatura del suelo debe estar comprendido entre 10 a 12 °C. Seis semanas más tarde, de 12 a 14 °C y puede ser elevada a 18 °C cuando la espiga se hace visible. Aproximadamente 40 días posterior a la plantación, la temperatura ambiental debe variar entre 13 a 14 °C, y al término de 4 a 6 semanas de plantación se puede aplicar calefacción de 15 a 20 °C, sin sobrepasar los 21 a 22 °C (Gutiérrez, 2014).

La formación del tallo floral tiene lugar desde los 12 °C hasta los 22°C. La diferenciación floral se produce después de la plantación de los cormos, cuando aparece la tercera o cuarta hoja, es decir después de 4 a 8 semanas; esta duración varía en función de la temperatura y no de la luz. La temperatura mínima biológica (cero de vegetación) es de 5 a 6 °C. Las temperaturas superiores a 30°C son perjudiciales, para el almacenaje de los cormos se recomienda de 3 a 4 °C (Gutiérrez, 2014).

**Iluminación:** El gladiolo es una planta heliófila (amante del sol). El período crítico es el de iniciación floral, si las deficiencias de la luz se dan al inicio del periodo habrá aborto de flores. El gladiolo florece adecuadamente cuando los

días son mayores de 12 horas, si ésta es insuficiente, las plantas no florecen, por lo que hay que aportar luz artificial. Un exceso de luminosidad provoca que las varas florales queden firmes, rígidas con muchas flores, pero cortas de tallo (Gutiérrez, 2014).

**Humedad:** Los requerimientos de humedad ambiental debe estar comprendido entre el 60 y 70 %. Humedades inferiores al 50 % provocan que el crecimiento sea más lento; contrariamente, un exceso de humedad produce alargamiento en la planta y se presentan pudriciones por enfermedades (Anónimo, 2010).

La baja humedad en el suelo reduce la floración. Las plantas son muy sensibles a los rocíos y lluvias. El periodo más crítico del gladiolo en cuanto a humedad, es de la tercera a séptima hoja, es decir, durante el desarrollo de la espiga (Buschman, 1985; Alcázar, 2019).

### 2.3.5. Manejo agronómico

El conocimiento de la fenología permite aplicar prácticas preventivas y oportunas, para hacer eficiente el proceso de producción y asegurar la alta calidad del producto. En gladiolo esto podría disminuir las pérdidas por estrés abiótico y biótico que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo. En particular, las pérdidas debido a fitopatógenos pueden alcanzar 70 % de la producción, y con frecuencia ocasionan la pérdida total (González *et al.*, 2009).

**Propagación:** La multiplicación (propagación) de la planta del gladiolo se realiza a través de la semilla botánica (sexual) o de cormo (asexual). La propagación a través de semilla botánica solo se emplea para preservar poblaciones de especies silvestres, o bien, para el mejoramiento genético; es decir, para la obtención de plantas con características distintas a las de sus progenitores (nuevos cultivares) y la propagación asexual se utiliza para mantener las características genéticas de una variedad y para la producción comercial de flores (García *et al.*, 2012; Alcázar, 2019).

**Plantación:** De acuerdo a García (2014), la plantación considera:

- **Época:** Considerando que la plantación depende de los cormos, clima, tipo de suelo y oportunidad de cosecha; se puede sembrar en cualquier época del año en regiones cálidas, (plantaciones tempranas y tardías); en zonas con

heladas y, en invierno, las plantaciones se pueden realizar para obtener flores desde verano hasta otoño.

- **Densidad:** en regiones de producción intensiva (comercial) la densidad de plantación es de 120 a 150,000 cormos por hectárea. Sin embargo, la densidad depende de la variedad, tamaño del cormo, época y sistema de producción.
- **Profundidad de plantación:** depende del tamaño del cormo, tipo de suelo, y época de plantación, en general en suelos arenosos la profundidad es mayor (10 cm) que en suelos arcillosos (5 cm).
- **Riego:** Según Reyes (2012) y Ramírez (2016), el cultivo requiere de permanente humedad, sobre todo en sus etapas críticas, la frecuencia de riego lo define la época del año y el tipo de suelo fundamentalmente. En suelos arcillosos es recomendable realizar riegos ligeros para no cubrir el lomo del surco, con el fin de evitar podredumbres y que se formen costras los cuales pueden ocasionar una reducción en la emergencia del coleóptilo del cormo. Las etapas más críticas del cultivo en donde la humedad debe ser eficaz son:
  - ✓ Inmediatamente posterior a la plantación, para asegurar una emergencia más rápida y uniforme de los brotes, como consecuencia del enraizamiento.
  - ✓ A partir del desarrollo de la tercera hoja con el propósito de evitar abortos o malformaciones de la inflorescencia.
  - ✓ Durante la cosecha o recolección de las inflorescencias del gladiolo, para evitar que las espigas pierdan turgencia y se doblen, además de favorecer el crecimiento del cormo.
  - ✓ Posterior a la floración, se debe continuar con el riego de las plantas, el objetivo de esta secuencia es propiciar el desarrollo de nuevos cormos en el suelo, y para que sigan desarrollándose eficazmente debe haber humedad, y así obtener cormos nuevos con buen tamaño.
- **Fertilización:** inicialmente, las plantas de gladiolos no son exigentes a grandes aportaciones de fertilizante, ya que gran parte de sus necesidades las

obtiene del cormo. Cuanto más grande sea éste, menores serán sus necesidades de fertilizante (Gutiérrez, 2014).

Las exigencias nutricionales de los gladiolos varían de acuerdo a la fertilización previa del cormo madre, pero en general un cultivo de gladiolo en condiciones de suelos arenosos debe tener de 90 a 135 kg de nitrógeno (abastecido en parte como  $\text{NO}_3$  y en parte como  $\text{NH}_3$ ), de 90 a 180 kg de fosfato (como  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) y de 110 a 180 kg de potasio (como  $\text{K}_2\text{O}$ ) por hectárea (Gutiérrez, 2014).

Los nutrientes secundarios (micronutrientes), tales como el Ca, Mg, Fe y B, pueden ser aplicados en forma de pequeñas cantidades durante la preparación del suelo. Es recomendable, cuando menos cuatro fraccionamientos de aplicaciones de fertilizantes: antes de la plantación (durante la preparación del suelo); aplicación lateral durante la etapa de dos o tres hojas; aplicación lateral durante la etapa de los vástagos (tallos secundarios) cuando la inflorescencia emerge de las hojas; y aplicación lateral unas dos semanas posteriores de la floración para desarrollar el nuevo cormo y cormillos (Larson, 2004).

- **Cosecha de las varas florales y de los cormos:** Las espigas (inflorescencias) del gladiolo pueden cosecharse de 60 a 100 días después de la siembra (plantación) dependiendo del cultivar y época del año. Se debe tener especial cuidado para no dañar las hojas que quedan en la planta ya que son imprescindibles para el desarrollo del nuevo cormo (Larson, 2004).

Las varas florales se cosechan con los botones florales cerrados cuando sean visibles el color de los pétalos de la primera flor, hasta que sobresalga un centímetro. El momento de corte depende de factores como son el clima, fecha de plantación y calibre de los cormos. El rendimiento es de una vara floral por cormo. Una vez cosechadas, se colocan en cámara frigorífica de 4 a 5 °C en agua (Gutiérrez, 2014; Ramírez, 2016).

Finalmente, los cormos se recolectan y se procede a su limpieza, clasificación y maduración, proceso que de forma natural suele durar unos 3 meses, aunque hay ciertas técnicas para acelerar la salida de latencia (Gutiérrez, 2014).

- **Almacenamiento y empaque:** Una vez cosechadas las varas florales, deberán ser transportadas al lugar de selección con iluminación e idealmente con cámara de frío. Las varas deben mantenerse en posición vertical para evitar su curvatura (Reyes, 2012).

La mejor forma es depositándolas en cubetas de 20 litros bien apretadas para evitar torceduras. Hecha la clasificación de las varas se procede a su empaque que tendrá diversas características según el mercado de destino. En el caso de varas destinadas a consumo local, es usual envolver los paquetes de flores en ramos de 12 unidades en papel (García y Alfaro, 1985). El envío a mayores distancias se lleva a cabo en cajas de cartón. Estos deben ser amarrados o/y envueltos en papel de seda o papel emparafinado o polietileno y ubicado en cajas con 280 unidades.

El almacenaje de los ramos envueltos o embalados para su conservación pos cosecha debe hacerse en cámara fría a 2 a 6 °C, con una humedad relativa de 70 a 80% y en ausencia de luz. El producto podrá mantenerse por un máximo de 2 días en seco, aunque se recomienda mantener los ramos en agua pura o con conservantes pos cosecha (Anónimo, 2010).

Los cormos se colocan en cámaras frigoríficas para retrasar la brotación a la salida de su latencia natural a una temperatura de 3 a 4°C con aireación hasta el momento en que se vayan hacer las plantaciones. Para acelerar la salida de latencia, los cormos se almacenan a temperaturas relativas elevadas (García y Alfaro, 1985).

### **2.3.6. Concepto de mutación**

De y Bhattacharjee (2011) define a la mutación como un cambio repentino heredable que ocurre en los organismos. Puede ser causado en forma natural o inducido y el mutante resultante muestra el cambio a nivel de un gen o cromosoma.

También existe consenso entre los investigadores al considerar a la mutación como un cambio repentino, brusco en el genotipo de un individuo y que tiene la característica de ser heredable, dichas mutaciones, además, pueden causar en el genotipo alteraciones que sean minúsculas o imperceptibles, puede

tratarse de la alteración del ADN en una (o unas pocas) base conocida como mutaciones de punto, o puede darse el caso de pérdidas, adiciones o traslocaciones de grandes porciones de ADN conocidas como mutaciones estructurales (Font Quer, 2001; Heros, 1999; Levitus, *et al.*, 2004).

Cabe mencionar que, pese a que su nombre de lugar a un mal concepto del mismo, es gracias a las mutaciones que actualmente existe una gran biodiversidad. Si no fuera por ellas y los cambios que causan en el ADN, no habría variabilidad genética, ni adaptación a los cambios ambientales. Por lo tanto, las mutaciones tienen su parte buena, como todo proceso biológico el cual tiene sus ventajas e inconvenientes en cualquier ser vivo (Levitus, *et al.*, 2004).

### 2.3.7. Tipos de mutaciones

Espaciociencia (2020) refiere que dependiendo de las consecuencias que tenga para el organismo y su descendencia, podemos hablar de:

- **Mutaciones morfológicas.** Son aquellas que tienen que ver con la forma o la apariencia de su cuerpo, una vez culminadas las etapas de desarrollo: coloración, forma, estructura, etc. Pueden producir mutaciones convenientes, como el de una polilla de color más acorde al entorno y por ende más propicia a camuflarse y sobrevivir, o bien pueden producir malformaciones o enfermedades.
- **Mutaciones letales y deletéreas.** En este grupo se encuentran las mutaciones que interrumpen procesos clave en el mantenimiento del organismo y que por ende pueden ocasionarle la muerte (letales) o una imposibilidad significativa para crecer y reproducirse (deletéreas).
- **Mutaciones condicionales.** Se llaman así a las que condicionan el desempeño del individuo en su comunidad biológica, pudiendo ocasionar condiciones permisivas (el producto del gen mutado es aún funcional) o condiciones restrictivas (el producto del gen mutado pierde su viabilidad).
- **Mutaciones bioquímicas o nutritivas.** Aquellas que afectan a la producción de un determinado compuesto bioquímico necesario para cumplir con funciones específicas, como enzimas, metabolitos u otros elementos necesarios, sobre todo, para la nutrición celular. Este tipo de organismos

requieren de la añadidura de dicha enzima o compuesto para poder realizar la función normalmente.

- **Mutaciones por pérdida de función.** Se trata de mutaciones que impiden el funcionamiento correcto de un gen, ocasionando que el organismo que la presenta pierda alguna función específica.
- **Mutaciones por ganancia de función.** Son mutaciones poco frecuentes, en las que un cambio en el ADN añade funciones al gen modificado y por ende al organismo que lo presenta. Así es como opera la resistencia a los antibióticos de algunas bacterias infecciosas, y es un caso típico de evolución.

### 2.3.8. Agentes mutagénicos

Un agente mutagénico o mutágeno es un agente que puede ser de diferente tipo que altera o hace diferente la información genética (normalmente la del ADN) de un organismo vivo, aumentando así la frecuencia de mutaciones por encima del umbral. No todas las mutaciones son causadas por mutágenos. Existen las llamadas «mutaciones aleatorias», las cuales están motivadas por errores en la reparación y la recombinación del ácido desoxirribonucleico (Espaciociencia, 2020).

Los agentes mutagénicos se pueden clasificar en:

- **Químicos:** Se tratan de diferentes compuestos químicos con la habilidad de alterar las estructuras del ADN de forma brusca, como puede ser el ácido nitroso (agente desaminizante), brominas, azida de sodio, ácido nitroso, metano sulfonato de etilo y algunos de sus compuestos.
- **Físicos:** Son radiaciones que pueden alterar la secuencia y la composición del ADN. Son ejemplos ciertos tipos de radiación (rayos X, rayos gamma, sobre todo las más dañinas como la ultravioleta), la cual origina dímeros de pirimidina (generalmente de timina), y la radiación gamma y la alfa que (que son ionizantes). También se consideran agentes físicos los llamados ultrasonidos, con 400.000 vibraciones/segundo, que han inducido mutaciones en regiones como *Drosophila* y en algunas plantas superiores, y centrifugación, que también producen variaciones cromosómicas de carácter estructural.

- **Biológicos:** Son aquellos organismos “vivos” que son capaces de alterar las secuencias del material genético de su hospedador; como, por ejemplo; virus, bacterias y hongos. Serían ejemplo los transposones (fragmentos autónomos de ADN) (Espaciociencia, 2020).

### 2.3.9. Azida sódica

El azida sódica es un mutágeno químico que se encuentra dentro de los agentes alquilantes, y consistente en una sustancia química que donan grupos alquilo o metilo a las bases nucleotídicas, produciendo transiciones y/o transversiones en la molécula de ADN (Olsen, 1993; Pierce, 2011).

En los años 70” iniciaron los primeros experimentos con azida sódica, donde se observó que la frecuencia de mutaciones aumentaba en un 80%, demostrando así ser más efectivo que la irradiación (Shu, 2009).

El azida sódica ( $\text{NaN}_3$ ) es un potente mutágeno químico en microorganismos y plantas, y levemente mutagénico en mamíferos y es ampliamente utilizado en el mejoramiento genético de cultivos en busca de variabilidad. Sus efectos son comparables a los agentes alquilantes (Gruszka *et al.*, 2012).

Es uno de los agentes mutagénicos preferidos a la hora de generar variabilidad por la facilidad de manejo que éste representa, generando mayormente transiciones AT GC y en menor medida GC AT, a nivel del ADN (Olsen *et al.*, 1993).

Estudios anteriores definen que la influencia del azida sódica en el porcentaje de germinación y en la altura de la planta están determinadas por la acidez de la solución amortiguadora con la que acciona el mutágeno, pues en soluciones buffer básicas, el azida sódica es inefectivo (Gruszka *et al.*, 2012).

Al trabajar con diferentes dosis de azida sódica hay que tener en cuenta la efectividad y eficiencia del mutágeno para determinar la dosis idónea para generar variabilidad; por lo que, en cuanto a efectividad se refiere, se tienen en cuenta las mutaciones puntuales producidas por el mutágeno, mientras que la eficiencia se refiere a las mutaciones puntuales relativas a efectos biológicos producidos por el mutágeno (Begum y Dasgupta, 2010) y por lo general se tienen en cuenta medidas de daño como esterilidad y letalidad.

## 2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS POR INDUCCIÓN MUTAGÉNICA

La mutagénesis inducida ha sido más exitosa en cultivos ornamentales. Tanto físico y mutágenos químicos se han utilizado para mejorar los caracteres deseados de muchos cultivos ornamentales incluyendo amarilis, asiáticos lirio híbrido, buganvillas, crisantemos, Dalia, gladiolo, hibisco, lantana, caléndula, rosa, nardo, gerbera, narciso, etc. (De y Bhattacharjee 2011).

Las mutaciones inducidas en plantas ornamentales comprenden rasgos, como caracteres florales alterados (color, tamaño, morfología, fragancia), hoja caracteres (forma, tamaño, pigmentación), crecimiento hábito (compacto, escalar, ramificar) y rasgos fisiológicos como cambios en respuesta fotoperiódica, floración temprana, libre floración, manteniendo la calidad y tolerancia a estreses bióticos y abióticos. La principal ventaja del mejoramiento por inducción de mutaciones en cultivos de propagación vegetativa, es la capacidad de cambiar uno o algunos caracteres de una variedad constituida sin alterar el total del genotipo (Datta, 2014).

## 2.5. BASES CONCEPTUALES

**Dosimetría.** La Dosimetría de radiación es el cálculo de la dosis absorbida en tejidos y materia como resultado de la exposición a la radiación ionizante, tanto de manera directa como indirecta. Es una subespecialidad científica, en el campo de la física de la salud y la física médica, la cual se enfoca en el cálculo de las dosis internas y externas de la radiación catódica

**Selección.** Seleccionadas deben ser compatibles con el clima en el que esté ubicado nuestro jardín vertical, ya que eso condicionará que se desarrollen adecuadamente. Tres factores que influyen en una selección de especies adecuada son: **su clasificación taxonómica, su morfología y su ubicación en el jardín vertical** (su entorno).

**Variación.** La variación es la primera magnitud que define el potencial evolutivo de una población. Sin variación no hay evolución. Aunque el grado de variación

existente en una población puede venir determinado por la selección natural, **la variación es un principio explicativo por sí misma**

**Fenotípica.** Se denomina fenotipo a la expresión del genotipo en función de un determinado ambiente. Los rasgos fenotípicos cuentan con rasgos tanto físicos como conductuales. Es importante destacar que el fenotipo no puede definirse exclusivamente como la "manifestación visible" del genotipo, pues a veces las características que se estudian no son visibles en el individuo, como es el caso de la presencia de una enzima.

## 2.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

**Mutación.** Dependiendo en qué lugar se origina el cambio genético. Es una modificación que se produce en los datos genéticos de un organismo viviente. Dicha alteración, que puede resultar hereditaria, implica una modificación de sus características.

**Irradiación.** Es la exposición de todo o parte de un organismo a la acción de ciertos rayos u otra energía que puede alterar el funcionamiento normal de las células del organismo.

**Genotipo.** Conjunto de los genes que existen en el núcleo celular de cada individuo.

**Generación M<sub>1</sub>.** Población de plantas (primera generación) provenientes de semillas irradiadas con radiación gamma.

**Mutante.** El uso más habitual del concepto de mutante está asociado a los organismos que mutan debido a un cambio en su estructura o su composición.

**Mutación inducida.** Son cambios aleatorios que se producen en el ADN de un organismo ocasionado por un agente mutagénico (mutágeno).

## 2.7. HIPÓTESIS

**H<sub>0</sub>:** A través del ensayo de dosimetría se puede identificar la dosis capaz de modificar la morfología de plantas de gladiolo, cuando se somete a azida sódica.

**H<sub>a</sub>:** A través del ensayo de dosimetría no se puede identificar la dosis capaz de modificar la morfología de plantas de gladiolo, cuando se somete a azida sódica.

## 2.8. VARIABLES

**Variable independiente:** dosis de azida de sodio

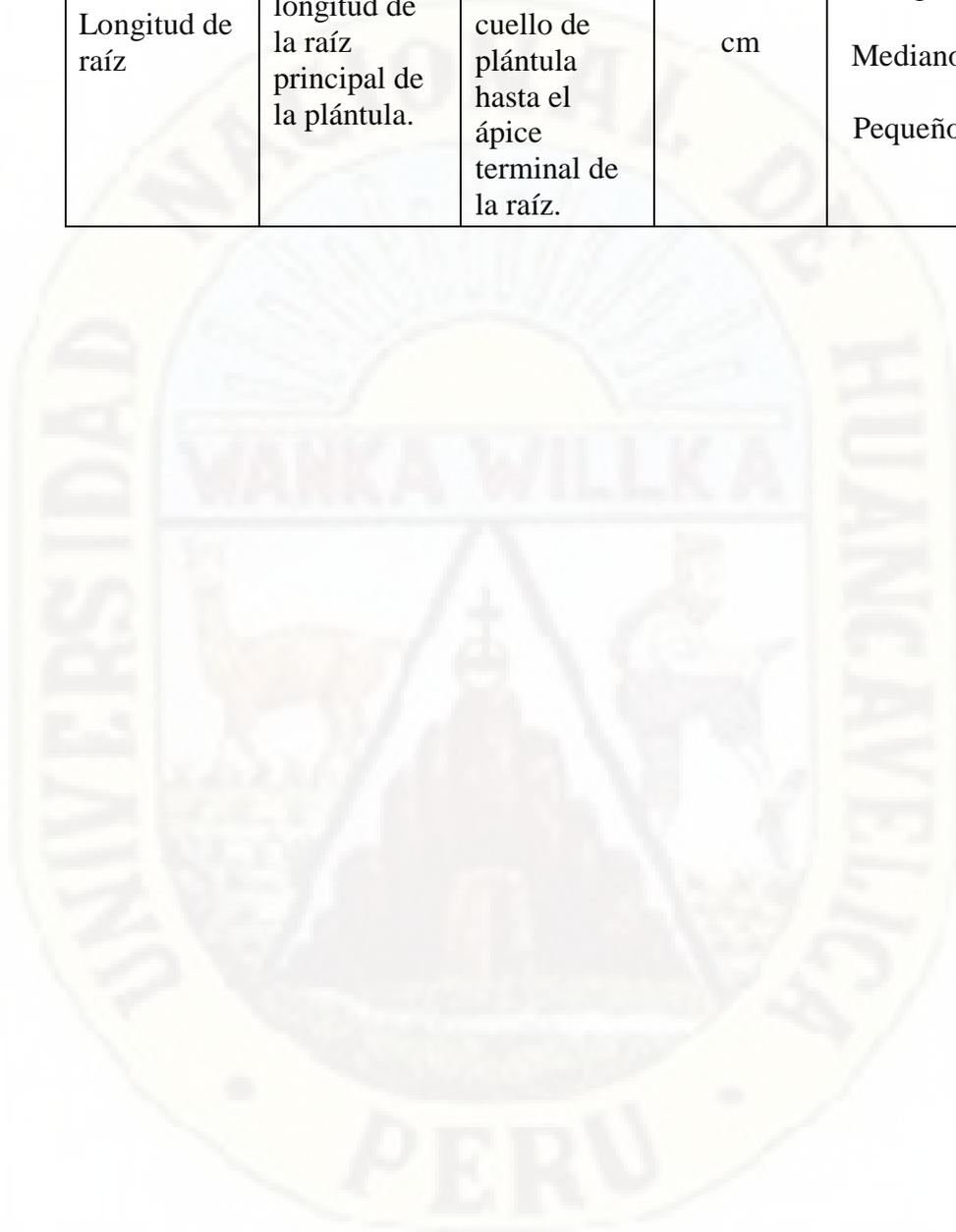
**Variable dependiente:** respuesta fenotípica (porcentaje germinación, longitud de raíz, altura de plantas, número de foliolo y diámetro de tallo)

## 2.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Emergencia de plántulas	Cantidad de bulbos emergidas	Se contará la cantidad de plántulas emergidas por unidad experimental y por regla de tres simple se calculará el porcentaje total.	Porcentaje	Alto Medio Bajo	> 95.0 90 – 95 < 90.00
Altura de planta	Incremento constante en el tamaño de un organismo determinado por procesos de morfogénesis y diferenciación.	Se medirá la altura de plantas desde el cuello de planta hasta el ápice.	cm	Alto Medio Bajo	> 20 10 – 19 < 10
Diámetro de tallo	Referido a la longitud del diámetro de tallo de la plántula.	Se medirá el diámetro del tallo de plántula.	mm	Muy Grueso Grueso Delgado Muy Delgado	> 12 9 – 12 6 – 9 < 6

Longitud de raíz	Referido a la longitud de la raíz principal de la plántula.	Se medirá la longitud de la raíz, desde el cuello de plántula hasta el ápice terminal de la raíz.	cm	Muy largo	> 25
				Largo	20 – 25
				Mediano	15 – 20
				Pequeño	< 15



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

Lugar	: Acobamba
Sede Física:	Comunidad Número Ocho
Distrito	: Acobamba
Provincia	: Acobamba
Departamento	: Huancavelica

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 12° 48' 11" de la línea ecuatorial
Longitud Oeste	: 74° 34' 10" Meridiano de Greenwich.
Altitud	: 3,423 msnm.

##### 3.1.2. Factores Climáticos

Precipitación pluvial promedio anual	: 650 mm.
Humedad relativa	: 60 %
Temperatura promedio anual	: 11 °C.

**Fuente:** Estación meteorológica SENAMHI – Acobamba 2018.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El trabajo de investigación es considerado de tipo experimental. Para el presente trabajo de investigación se utilizó el método inductivo, el mismo que sugiere obtener conclusiones generales a partir de premisas particulares.

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Es una investigación de nivel básico.

### **3.4. LUGAR DE EXPERIMENTACIÓN**

El trabajo de investigación se desarrolló en el Comunidad Número Ocho, de la provincia de Acobamba, región de Huancavelica. Ubicado a una altura aproximada de 3,423 msnm con coordenadas Latitud Sur: 12° 48' 11" de la Línea Ecuatorial y Longitud Oeste: 74° 34' 10" del Meridiano de Greenwich, entre los meses de julio a diciembre del 2019. El experimento se desarrolló en un ambiente protegido (invernadero rústico).

### **3.5. MATERIAL VEGETAL**

El material vegetal utilizado fue cormos de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) variedad amarilla, el cual fue obtenido de una cosecha en la parcela de un agricultor de la ciudad de Tarma, Junín.

### **3.6. TRATAMIENTO DE SEMILLAS**

#### **Paso N° 1. desinfección de materiales y área de trabajo.**

Se realizó la limpieza correspondiente del área de trabajo, materiales de vidrio y equipos, se utilizó lejía, alcohol, detergente y entre otros esto se realizó en laboratorio, en invernadero se realizó limpieza, nivelación del área, utilizando pico, pala, mantada.

#### **Paso N° 2. pesado de cormos.**

Se realizó el pesado de las semillas de cormo 9 muestras cada una en la balanza digital, luego se vació a un costalillo fabricado de tela tul para su respectivo tratamiento.

#### **Paso N° 3. remojo de cormos de gladiolo en las diferentes dosis de azida de sodio.**

### **3.7. PARÁMETROS EVALUADOS**

**Porcentaje de emergencia.** Se calculó mediante un conteo simple de plantas que emergieron sobre la superficie del suelo, del cual por regla de tres simple respecto al total de cormos sembrados se calculó el porcentaje de prendimiento.

**Altura de planta (cm).** En la parte aérea se midió la altura en 10 plantas, a los 90 días después de la siembra. Los resultados se expresan en promedio.

**Diámetro de tallo (mm).** Se midió el diámetro de tallo en 10 plantas a los 90 días después de la siembra. Los resultados se expresan en promedio.

**Longitud de raíz (cm).** A los 90 días después de la siembra, se midió el tamaño de las raíces en 10 plantas, para lo cual fueron desprendidos del macetero. Los resultados se expresan en promedio.

**Número de foliolo (unidad).** Se evaluó el número de foliolo en 10 plantas a los 90 días después de la siembra. Los resultados se expresan en promedio.

**Número de tallo (und).** Se evaluó el número de tallo en 10 plantas a los 90 días después de la siembra. Los resultados se expresan en promedio.

### **3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El experimento fue conducido en el diseño estadístico DCA (Diseño Completamente al Azar), con nueve tratamientos y con 4 repeticiones por

tratamiento. Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 plantas. El diseño estadístico tuvo las siguientes características:

**Modelo Aditivo Lineal:**  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

$i = 1, 2, 3, \dots, 9$        $j = 1, 2, 3 \text{ y } 4$

Donde:

**$Y_{ij}$**  = Valor observado en el i-ésimo tratamiento (dosis de azida), de la j-ésima repetición.

**$\mu$**  = Efecto de la media general

**$T_i$**  = Efecto del i-ésimo tratamiento (dosis de azida)

**$E_{ij}$**  = Efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento (dosis de azida) de la j-ésima repetición.

#### Tratamientos:

Tratamiento	Característica	Clave
1	Cormos de gladiolo sin azida de sodio 0 mM	<b>SAD</b>
2	Cormos de gladiolo con solución Buffer	<b>CGB</b>
3	Tratamiento de cormos gladiolo en, solución de azida de sodio al 0.5 mM	<b>CAS 0.5</b>
4	Tratamiento de cormos gladiolo en, solución de azida de sodio al 1.0 mM	<b>CAS 1.0</b>
5	Tratamiento de cormos gladiolo en, solución de azida de sodio al 1.5 mM	<b>CAS 1.5</b>
6	Tratamiento de cormos gladiolo en solución de azida de sodio al 2.0 mM	<b>CAS 2.0</b>
7	Tratamiento de cormos gladiolo, en solución de azida de sodio al 2.5 mM	<b>CAS 2.5</b>

8	Tratamiento de cormos gladiolo, en solución de asida de sodio al 3.0 mM	<b>CAS 3.0</b>
9	Tratamiento de cormos gladiolo, en solución de asida de sodio al 3.5 mM	<b>CAS 3.5</b>

### 3.8.1. Método de investigación

El método de la investigación a emplearse en el trabajo fue el método, científico experimental. implico experimentar el efecto de azida de sodio en Emergencia de plántulas, Altura de planta, Número de foliolos, Numero de tallos, Diámetro de tallo, Longitud de raíz en gladiolo de color amarillo.

### 3.8.2. Croquis experimental

T5	T1	B	T3	T6	T0	T7	T2	T4
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●

<b>T0</b>	<b>T6</b>	<b>T1</b>	<b>B</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>	<b>T5</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●

<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T0</b>	<b>T2</b>	<b>B</b>	<b>T7</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T0</b>
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●

<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T3</b>	<b>B</b>	<b>T1</b>
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●

### 3.8.3. Características del experimento

<b>CARACTERISTICAS</b>	
<b>a. UNIDAD EXPERIMENTAL (U.E)</b>	
Capacidad de las macetas	4,00 kg
Diámetro de la maceta	0,70 m
Profundidad de maceta	0,30 m
N° de plantas por macetas	1 cormo
<b>b. CAMPO EXPERIMENTAL</b>	
Numero de macetas	180
Área del invernadero	28 m <sup>2</sup>

### 3.9. POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población.** Estuvo constituida por 20 bulbos tratadas con azida de sodio en gladiolos por cada dosis.

**Muestra.** Para la evaluación de las variables se utilizó 5 plántulas por cada tratamiento (por cada dosis de azida) en cada unidad experimental.

**Muestreo.** Se utilizó el muestreo aleatorio simple, el mismo que indica que cada unidad experimental tendrá la misma posibilidad de ser elegido e incluido en la muestra.

### 3.10. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó entre otros instrumentos, vernier, regla de precisión, termómetro, contómetro, etc. Los datos que integran los parámetros de campo, se recopilarán con una frecuencia de 10 días, a partir de la siembra y durante 80 días de crecimiento y desarrollo de las plantas de gladiolo.

Variable	Técnica	Instrumento
Emergencia de plántulas	Observación, conteo y calculo	Ficha de registro y formula $PE = N^{\circ}$ cormos sembrados - $N^{\circ}$ de cormos emergidos por 100
Altura de planta	Medición	Escalimetro
Diámetro de tallo	Medición	Vernier
Longitud de raíz	Medición	Regla graduada con aproximación en mm
Numero de foliolos	Conteo	Ficha de registro

### 3.11. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Las variables evaluadas al final del trabajo, se sometieron a un análisis descriptivo e inferencial a través del análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), utilizando Excel.

**Tratamientos:**

**Tabla 2.** Dosis de azida de sodio tratadas a los cormos de gladiolo.

<b>Tratamientos</b>	<b>Característica</b>
T1	Buffer
T2	0.0 mM
T3	0.5 mM
T4	1.0 mM
T5	1.5 mM
T6	2.0 mM
T7	2.5 mM
T8	3.0 mM
T9	3.5 mM

**Análisis estadístico:**

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) para todos los caracteres cuantitativos con la finalidad de analizar las diferencias significativas que se pudieron presentar entre las nueve dosis. También se empleó la prueba de comparación múltiple de Duncan manteniendo un nivel de significación de 5% para comparar los promedios de las variables cuantitativas y se determinaron las medidas de centralización y de dispersión para evaluar los valores mínimos y máximos, así como para interpretar el coeficiente de variación. Para el desarrollo de estos análisis se utilizó el programa estadístico Excel.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE PLANTAS**

En la Tabla 3 se presenta los cuadrados medios del análisis de varianza de la emergencia de plantas (%), a 30, 40, 50 y 60 días después de la siembra (DDS). Se puede observar que para la fuente de variación de tratamientos (dosis de azida) no se detectó diferencias estadísticas significativas (Apéndice 1) en el porcentaje de emergencia de plantas, al nivel de confianza del 95.0 % de probabilidad. Esta homogeneidad en la emergencia de plantas, se explica posiblemente por la uniformidad morfológica (tamaño) y fisiológica de los cormos al momento de la siembra, humedad uniforme del sustrato y por la igualdad de condiciones ambientales que proporcionó el invernadero (Temperatura, luminosidad, humedad relativa). Al respecto, Porta y Jiménez (2018) reportaron resultados similares, quienes no observaron diferencias significativas en la emergencia de plantas de aguaymanto por efecto de los diferentes tratamientos (niveles de azida de sodio)); sin embargo, apreciaron una ligera disminución en el porcentaje de emergencia de plantas a medida que se incrementaron las concentraciones del mutagénico azida de sodio. Por lo tanto, podemos mencionar que, en el experimento, no se pudo detectar diferencias estadísticas en el porcentaje de emergencia de plantas por efecto de las diferentes dosis de azida de sodio.

También se puede observar en la Tabla 3, que el coeficiente de variación ha ido disminuyendo al transcurrir los días de evaluación desde 22.44 % hasta 4.68 %, traducido en un mejor control del error experimental y por lo tanto una mayor confiabilidad de los resultados.

**Tabla 3.** Cuadrados medios del porcentaje de emergencia de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al nivel de confianza del 95.0 %.

Fuente de Variación	GL	CM		CM		CM		CM	
		30 DDS	NS	40 DDS	NS	50 DDS	NS	60 DDS	NS
Tratamientos	8	1.9959	NS	1.2694	NS	0.2291	NS	0.3096	NS
Error experimental	27	1.7039		1.3456		0.7157		0.2064	
CV (%)		22.44		14.93		9.3		4.68	

**CM** = Cuadrado Medio

**DDS** = Días después de la siembra

**NS** = Diferencia no significativa

**CV** = Coeficiente de variación

**GL** = Grados de libertad

Al comparar los diferentes porcentajes promedios de emergencia de plantas de gladiolo por efecto de las dosis de azida de sodio para las respectivas fechas de evaluación se infiere que de 30 a 60 DDS varió de 35.56 a 94.44 %, el mismo que significa que la tasa de incremento en la emergencia de plantas fue de 0.98 % por día. Los cormos que no fueron tratadas con azida de sodio (testigo = 0.0 mM) presentaron la mayor tasa de emergencia de plantas por día con 1.27 %. Contrariamente, el tratamiento a 2.5 mM mostró la menor tasa con 0.75 % por día. Existe la tendencia que conforme se incrementa la dosis de azida de sodio, disminuye la tasa de emergencia, a excepción de las dosis de 2.0 y 3.0 mM que estimula la tasa de emergencia de plantas (tabla 4).

**Tabla 4.** Promedio de emergencia (%) de plantas de gladiolo, a diferentes días después de la siembra (DDS).

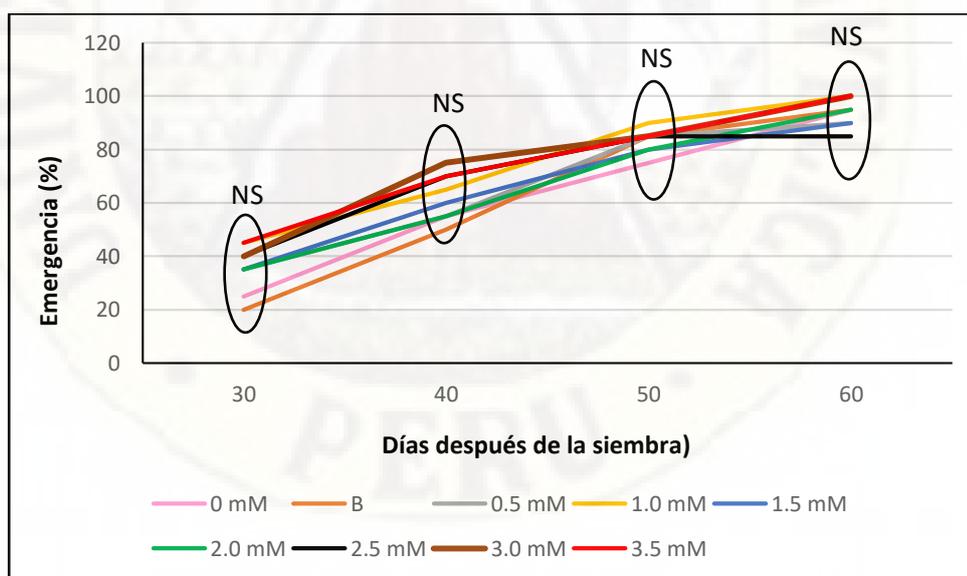
Dosis de azida de sodio	Emergencia de plantas (%)				Tasa de incremento/día (%)
	30 DDS	40 DDS	50 DDS	60 DDS	
0 mM	25	55	75	95	1.27

Buffer	20	50	85	95	1.25
0.5 mM	35	55	85	90	0.92
1.0 mM	45	65	90	100	0.92
1.5 mM	35	60	80	90	0.92
2.0 mM	35	55	80	95	1.00
2.5 mM	40	70	85	85	0.75
3.0 mM	40	75	85	100	1.0
3.5 mM	45	70	85	100	0.92
Promedio	35.56	61.67	83.33	94.44	0.98

**B:** Buffer

**DDS:** Días después de la siembra

El Gráfico 1 representa el comportamiento de los valores medios de la emergencia de plantas en cuatro oportunidades de evaluación (30, 40, 50 y 60 días después de la siembra) por efecto de las diferentes concentraciones de azida aplicada a los cormos de gladiolo. Observándose que, aun existiendo diferencias numéricas en el porcentaje de emergencia de plantas para cada fecha de evaluación, no existe diferencias estadísticas al nivel de 95.0 % de probabilidad.



**Gráfico 1.** Comportamiento del porcentaje de emergencia de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio, a diferentes fechas de evaluación.

## 5.2. ALTURA DE PLANTAS

En la Tabla 5 se muestra el análisis de varianza de la altura de plantas de gladiolo, el mismo que indica que se detectó diferencias estadísticas significativas al nivel de confianza del 95.0 % por efecto de las dosis de azida de sodio. Esto significa que las diferentes concentraciones de azida de sodio afecta diferencialmente en la altura de plantas. Es decir, que las diferencias en los tamaños de plantas entre los tratamientos, se deben a la inhibición o estímulo de los procesos bioquímicos y fisiológicos de la azida de sodio, lo cual depende de la dosis. Resultados que es confirmado por **Salas (2015)** en Salvia farinácea y **Benito (2019)** en trigo, quienes refieren haber encontrado diferencias significativas en altura de plantas entre los diferentes tratamientos de azida de sodio. En el mismo sentido, **Porta y Jiménez (2018)** tratando a semillas de aguaymanto con azida de sodio, reportaron diferencias significativas para la misma variable. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que plantea que existe diferencias significativas en altura de plantas por efecto de las diferentes dosis de azida de sodio.

Por otro lado, el coeficiente de variación del 9.39 % explica que el manejo del experimento fue homogéneo traduciéndose en un buen control del error experimental de acuerdo a Calzada (1983).

**Tabla 5.** Análisis de varianza de la altura de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
Dosis de azida de sodio	8	1563.62529	195.45316	10.502	2.305	*
Error experimental	27	502.47947	18.61035			
Total	35	2066.10476				

$$\bar{X} = 45.94 \quad S = 4.314 \quad CV = 9.39 \%$$

**X** = Promedio

**S** = Desviación estándar

**CV** = Coeficiente de variación

\* = Diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ )

En la tabla 6 se presenta los resultados de la comparación de promedios de la altura de plantas por el método de Duncan,  $\alpha = 0.05$ , por efecto de las diferentes concentraciones de azida de sodio. Se obtuvo un promedio general de 45.94 cm, con una tendencia de disminuir el crecimiento de plantas desde 52.52 cm hasta 31.74 cm con respecto al testigo conforme se incrementa la dosis de azida de sodio, a excepción del tratamiento 0.5 mM que incrementó ligeramente la altura de planta en 0.13 cm, pero estadísticamente igual respecto al testigo.

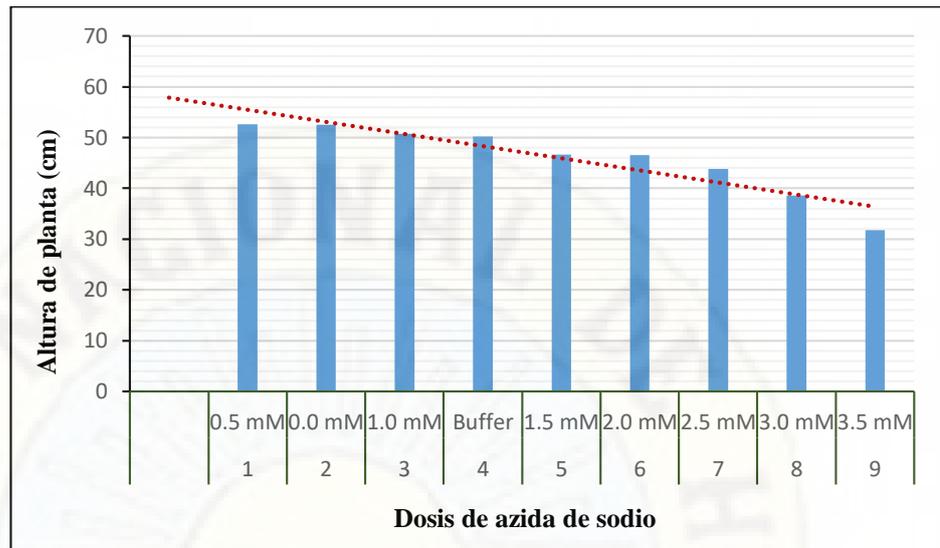
La mayor reducción en altura de planta se produjo a la dosis de 3.5 mM de azida de sodio, lo que concuerda con lo reportado por Salas (2015), Vargas (2016), Porta y Jiménez (2018) en semillas de Salvia, Café y aguaymanto respectivamente.

**Tabla 6.** Comparación de promedios de altura de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Orden Mérito	Dosis de azida de sodio	Altura de planta (cm)	Significación <sup>1</sup>
1	0.5 mM	52.65	a
2	0.0 mM	52.52	a
3	1.0 mM	50.69	b
4	Buffer	50.2	b
5	1.5 mM	46.68	c
6	2.0 mM	46.58	c
7	2.5 mM	43.86	d
8	3.0 mM	38.53	e
9	3.5 mM	31.74	f
Promedio		45.94	

<sup>1</sup> = Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

En el gráfico 2 se presenta comportamiento de los valores medios de la altura de plantas por efecto de las diferentes concentraciones de azida aplicada a los cormos de gladiolo, observándose la tendencia de disminución de la altura de plantas al incrementarse la dosis de azida de sodio.



**Gráfico 2.** Comportamiento de la altura de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.

### 5.3. DIÁMETRO DE TALLO

En la Tabla 7 se muestra el análisis de varianza del diámetro de tallos de plantas de gladiolo, el mismo que indica que se detectó diferencias estadísticas significativas al nivel de confianza del 95.0 % por efecto de las dosis de azida de sodio. Este resultado sugiere que el diámetro de tallo en el girasol es afectado por la aplicación de azida de sodio. Resultados similares fueron reportados por Benito (2019) en trigo. Consecuentemente se acepta la hipótesis de que las concentraciones de azida afecta diferencialmente al diámetro de tallo de las plantas de girasol.

Por otro lado, el coeficiente de variación del 12.52 % explica que el manejo del experimento fue homogéneo traduciéndose en un buen control del error experimental de acuerdo a Calzada (1983).

**Tabla 7.** Análisis de varianza del diámetro de tallo de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
Tratamientos	8	0.81197	0.10150	3.293	2.305	*
Error experimental	27	0.83221	0.03082			
Total	35	1.64418				

$$X = 1.40$$

$$S = 0.176$$

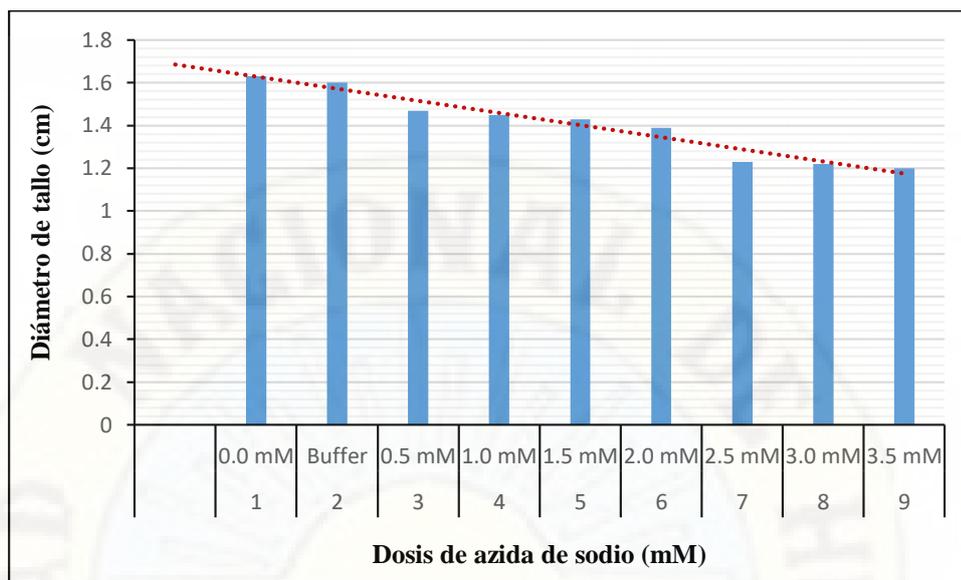
$$CV = 12.52 \%$$

En la Tabla 8 se presenta los resultados de la comparación de promedios del diámetro de tallos de plantas de gladiolo por el método de Duncan,  $\alpha = 0.05$ , por efecto de las diferentes concentraciones de azida de sodio. Se obtuvo un promedio general de 1.40 cm. También se puede observar que el mayor diámetro (1.63 cm) se obtuvo con el testigo (0.0 mM), y el menor diámetro (1.20 cm) se obtuvo con el tratamiento 3.5 mM. El resto de los valores se hallan comprendido entre estos valores.

**Tabla 8.** Comparación de promedios del diámetro de tallos de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Orden Mérito	Dosis de azida de sodio	Diámetro de tallo (cm)	Significación
1	0.0 mM	1.63	a
2	Buffer	1.6	a
3	0.5 mM	1.47	b
4	1.0 mM	1.45	b
5	1.5 mM	1.43	b
6	2.0 mM	1.39	c
7	2.5 mM	1.23	d
8	3.0 mM	1.22	d
9	3.5 mM	1.20	d
Promedio		1.40	

El Gráfico 3 representa gráficamente el comportamiento de los valores medios del diámetro de tallos de plantas de gladiolo por efecto de las diferentes concentraciones de azida aplicada a los cormos de gladiolo. Observándose la tendencia de disminución del diámetro de tallos al incrementarse la dosis de azida de sodio. Resultados similares fueron reportados por Benites (2019) en trigo.



**Gráfico 3.** Comportamiento del diámetro de tallos (cm) de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.

#### 5.4. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA

En la Tabla 9 se muestra el análisis de varianza del número de tallos por planta de gladiolo, el mismo que indica que no se detectó diferencias estadísticas significativas al nivel de confianza del 95.0 % por efecto de las dosis de azida de sodio. Consecuentemente estos resultados permiten aceptar la hipótesis de que el número de tallos por planta no es afectado por la aplicación de azida de sodio. Por otro lado, el coeficiente de variación del 8.99 % explica que el manejo del experimento fue homogéneo traduciéndose en un buen control del error experimental de acuerdo a Calzada (1983).

**Tabla 9.** Análisis de varianza<sup>1</sup> del número de tallos por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
Tratamientos	8	0.11303	0.01413	1.128	2.305	NS
Error experimental	27	0.33834	0.01253			
Total	35	0.45137				

$$X = 1.24 \quad S = 0.112 \quad CV = 8.99 \%$$

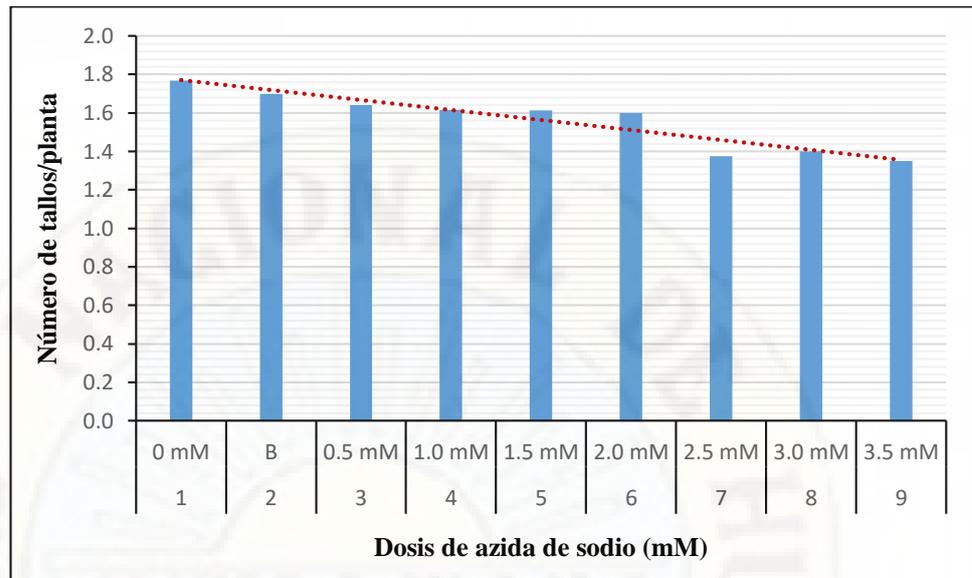
<sup>1</sup> = Datos transformados

En la Tabla 10 se presenta los resultados de la comparación de promedios del número de tallos por planta de gladiolo por el método de Duncan,  $\alpha = 0.05$ , por efecto de las diferentes concentraciones de azida de sodio. Se obtuvo un promedio general de 1.56 tallos/planta. También se puede observar que el mayor número (1.8) se obtuvo con el testigo (0.0 mM), y el menor con 1.4 se obtuvo con el tratamiento 3.5 mM. El resto de los valores, estadísticamente iguales, se hallan comprendido entre estos valores.

**Tabla 10.** Comparación de promedios del número de tallos de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Orden Mérito	Dosis de azida de sodio	Número de tallos	Significación
1	0 mM	1.8	a
2	B	1.7	a
3	0.5 mM	1.6	a
4	1.0 mM	1.6	a
5	1.5 mM	1.6	a
6	2.0 mM	1.6	a
7	2.5 mM	1.4	a
8	3.0 mM	1.4	a
9	3.5 mM	1.4	a
Promedio		1.56	

En el Gráfico 4 se presenta el comportamiento de los valores medios del número de tallos por planta de gladiolo por efecto de las diferentes concentraciones de azida aplicada a los cormos de gladiolo. Observándose la tendencia de disminución del número de tallos por planta al incrementarse la dosis de azida de sodio.



**Gráfico 4.** Comportamiento del número de tallos por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.

## 5.5. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA

En la Tabla 11 se muestra el análisis de varianza del número de hojas por planta de gladiolo, el mismo que indica que se detectó diferencias estadísticas significativas al nivel de confianza del 95.0 % por efecto de las dosis de azida de sodio. Estos resultados indican que la variable número de hojas por planta es afectado por la aplicación de azida de sodio. Consecuentemente en base a estos resultados se acepta la hipótesis de que el número de hojas es afectado por la azida de sodio. Por otro lado, el coeficiente de variación del 8.91 % explica que el manejo del experimento fue homogéneo traduciéndose en un buen control del error experimental de acuerdo a Calzada (1983).

**Tabla 11.** Análisis de varianza<sup>1</sup> del número de hojas por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
Tratamientos	8	1.81351	0.22669	3.837	2.305	*
Error experimental	27	1.59510	0.05908			
Total	35	3.40861				

$$X = 2.73 \quad S = 0.243 \quad CV = 8.91 \%$$

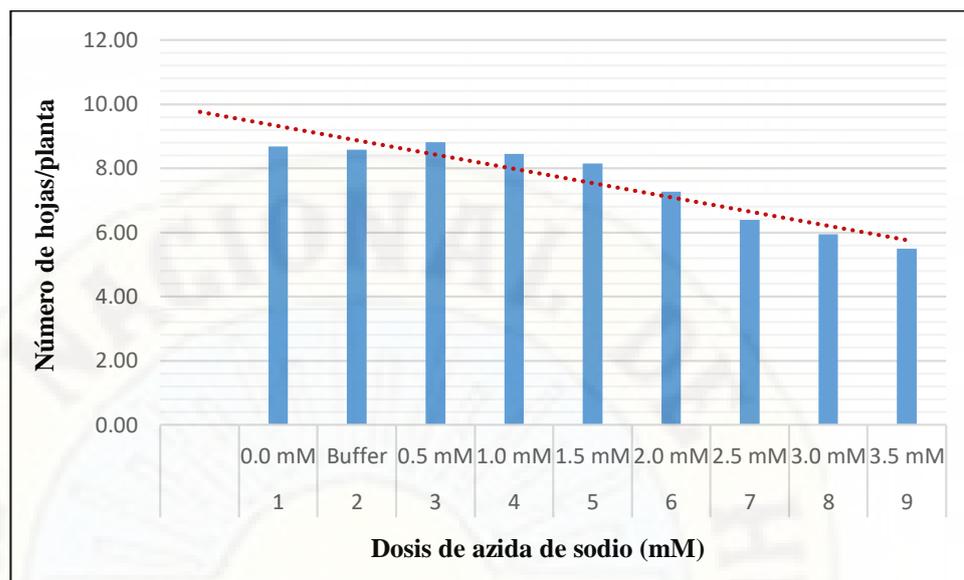
<sup>1</sup> = Datos transformados

En la Tabla 12 se presenta los resultados de la comparación de promedios del número de hojas por planta de gladiolo por el método de Duncan,  $\alpha = 0.05$ , por efecto de las diferentes concentraciones de azida de sodio. Se obtuvo un promedio general de 7.53 hojas/planta. También se puede observar que el mayor número (8.81) se obtuvo con el tratamiento (0.5 mM), y el menor con 5.50 se obtuvo con el tratamiento 3.5 mM. El resto de los valores, se hallan comprendido entre estos valores.

**Tabla 12.** Comparación de promedios del número de hojas de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Orden Mérito	Dosis de azida de sodio	Número de hojas	Significación
1	0.5 mM	8.81	a
2	0.0 mM	8.68	a
3	Buffer	8.59	a
4	1.0 mM	8.45	a
5	1.5 mM	8.15	a
6	2.0 mM	7.28	b
7	2.5 mM	6.39	c
8	3.0 mM	5.95	d
9	3.5 mM	5.50	d
Promedio		7.53	

El Gráfico 5 representa el comportamiento de los valores medios del número de hojas por planta de gladiolo por efecto de las diferentes concentraciones de azida aplicada a los cormos de gladiolo. Observándose la tendencia de disminución del número de hojas por planta al incrementarse la dosis de azida de sodio.



**Gráfico 5.** Comportamiento del número de hojas por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.

## 5.6. LONGITUD DE RAÍZ

En la Tabla 13 se muestra el análisis de varianza de la longitud de raíz de plantas de gladiolo, el mismo que indica que se detectó diferencias estadísticas significativas al nivel de confianza del 95.0 % por efecto de las dosis de azida de sodio. Los resultados indican que las concentraciones de azida afectan diferencialmente en la longitud de raíz en plantas de gladiolo. Resultados similares fue reportado por Carrillo (2017) en sésamo y Benites (2019) en trigo. Consecuentemente se acepta la hipótesis de que existe diferencias significativas en la longitud de tallos por efecto de la aplicación de azida de sodio.

Por otro lado, el coeficiente de variación del 10.51 % explica que el manejo del experimento fue homogéneo traduciéndose en un buen control del error experimental de acuerdo a Calzada (1983).

**Tabla 13.** Análisis de varianza de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio al 95.0 % de confianza.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
Tratamientos	8	386.33187	48.29148	4.876	2.305	*
Error experimental	27	267.38393	9.90311			
Total	35	653.71580				

$$X = 29.95$$

$$S = 3.147$$

$$CV = 10.51 \%$$

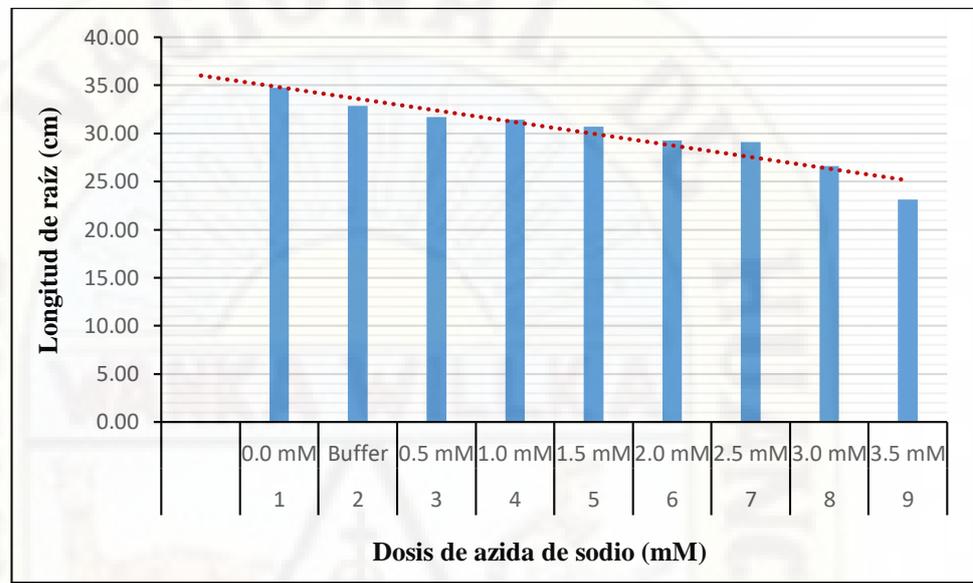
En la Tabla 14 se presenta los resultados de la comparación de promedios de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por el método de Duncan,  $\alpha = 0.05$ , por efecto de las diferentes concentraciones de azida de sodio. Se obtuvo un promedio general de 29.95 cm. También se puede observar que el mayor número (34.74 cm) se obtuvo con el tratamiento (0.5 mM), y el menor con 23.11 cm se obtuvo con el tratamiento 3.5 mM. El resto de los valores, se hallan comprendido entre estos valores.

**Tabla 14.** Comparación de promedios de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Orden Mérito	Dosis de azida de sodio	Longitud de raíz (cm)	Significación
1	0.0 mM	34.74	a
2	Buffer	32.89	b
3	0.5 mM	31.70	c
4	1.0 mM	31.42	c d
5	1.5 mM	30.72	d
6	2.0 mM	29.29	e f
7	2.5 mM	29.12	f
8	3.0 mM	26.60	g
9	3.5 mM	23.11	h
Promedio		29.95	

El Gráfico 6 representa gráficamente el comportamiento de los valores medios de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por efecto de las diferentes concentraciones de azida aplicada a los cormos de gladiolo. Observándose la

tendencia de disminución de la longitud de raíz de plantas al incrementarse la dosis de azida de sodio. Resultados similares fueron reportados por Benito (2019) en trigo.



**Gráfico 6.** Comportamiento de la longitud de raíz de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio.

## 5.7. EFECTO PROMEDIO DE ESTIMULACIÓN E INHIBICIÓN DE LA AZIDA DE SODIO

La Tabla 15 muestra los efectos estimulación<sup>1</sup> e inhibición<sup>2</sup> en los parámetros medidos con azida de sodio comparados con el testigo. El menor efecto promedio se obtuvo con el Buffer (2.69 %) y el mayor efecto (10.17 %) se produjo con 3,0 mM de azida de sodio.

Los resultados obtenidos indican que a la dosis 2.5 mM. produjeron un efecto promedio de 19.28 % comparado con el control respectivamente, el mismo que es la recomendable para provocar efectos deseados siguiendo la recomendación de Maluszynski *et al.* 1995, quien señala que para obtener cambios genéticos favorables en especies cultivadas se debe tener en cuenta aquella dosis cuyo efecto promedio de los parámetros evaluados se acerque al 20%. Al respecto Salas (2015) determinó que la dosis de azida de sodio que puede generar cambios

genéticos en *Salvia* se encuentra en el rango de 1.0 mM que provoca un efecto promedio de 18.65 %.

**Tabla 15.** Efecto promedio de la azida de sodio en la estimulación o inhibición de caracteres morfológicos de plantas de gladiolo.

Tratamiento	Emergencia de plantas	Altura de planta	Diámetro de tallo	Número de tallos	Número de hojas	Longitud de raíz	Promedio
0 mM	95	100	100	100	100	100	
B	0.00	4.40	1.54	3.77	1.10	5.35	2.69
0.5 mM	5.00	4.66 <sup>2</sup>	7.94	3.30	2.54 <sup>2</sup>	3.41	4.47
1.0 mM	5.00 <sup>2</sup>	3.48	11.93	8.49	2.69	9.58	6.86
1.5 mM	5.00	11.11	11.06	8.73	6.14	11.58	8.94
2.0 mM	0.00	11.31	14.90	9.43	16.22	15.70	11.26
2.5 mM	10.00	16.49	24.42	22.17	26.44	16.18	<b>19.28</b>
3.0 mM	5.00 <sup>2</sup>	26.64	25.04	20.75	31.48	23.45	22.06
3.5 mM	5.00 <sup>2</sup>	39.56	26.27	23.58	36.66	33.49	27.43

1 = Efecto de estimulación

2 = Efecto de inhibición

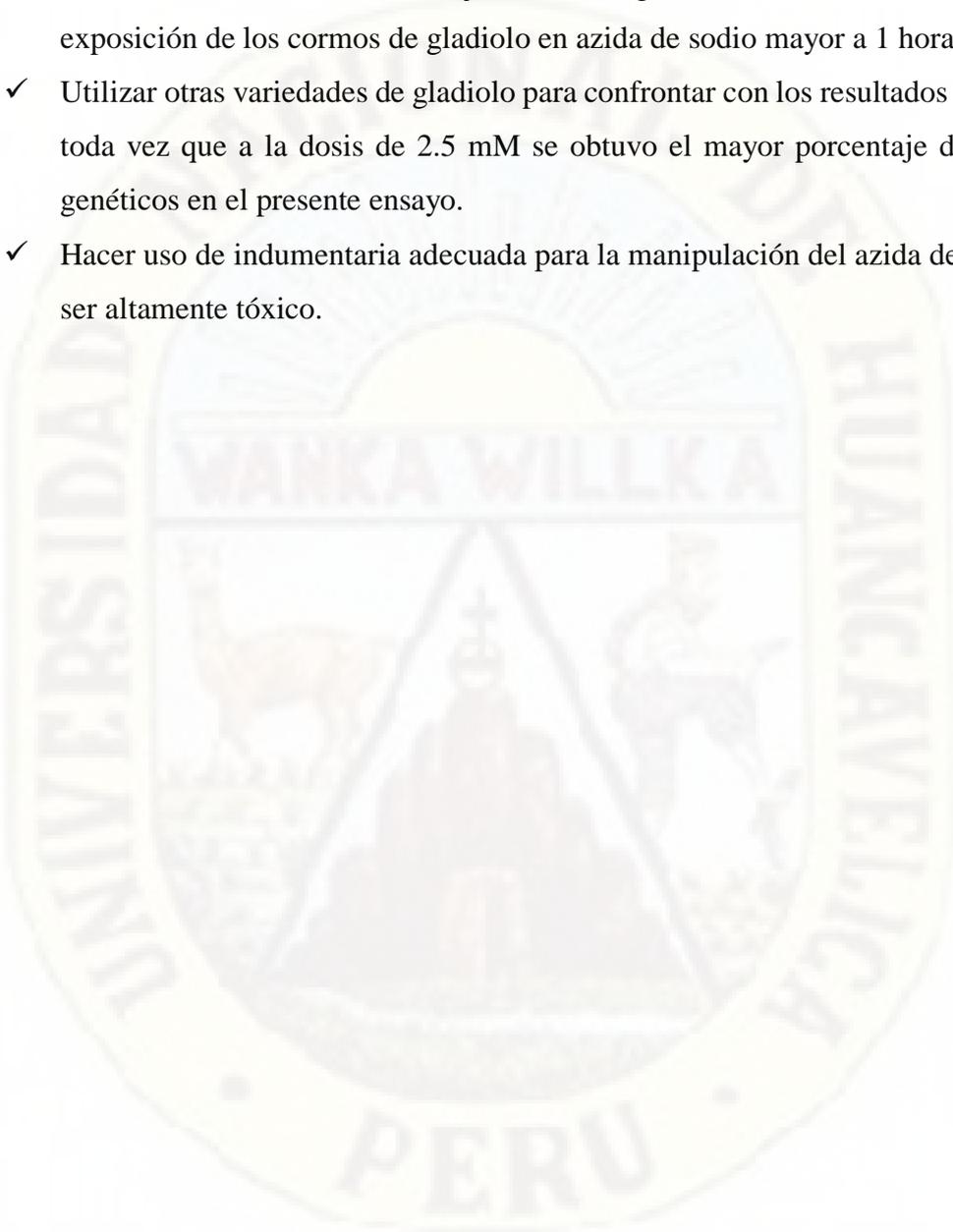
B = Buffer

## CONCLUSIONES

- ✓ Se encontró diferencias significativas tanto en inhibición y estimulación por efecto de las dosis de azida de sodio.
- ✓ Respecto a la emergencia de plantas y el número de tallos por planta, no se encontró diferencias estadísticas significativas por efecto de las diferentes dosis de azida de sodio.
- ✓ Sin embargo, el T7 para la altura de planta, diámetro de tallos, número de hojas y longitud de raíz alcanzo un valor de promedio de 19.28%, mientras que el T2 y T3 alcanzaron un promedio de 2.69 y 4.47 %; donde Maluszynski *et al.* 1995; señala que para obtener cambios genéticos favorables en especies cultivadas se debe tener en cuenta aquella dosis cuyo efecto promedio de los parámetros evaluados se acerque al 20%.
- ✓ La dosis óptima de azida de sodio que provoca efectos deseados en plantas de gladiolo es 2.5 mM.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda desarrollar trabajos de investigación incrementando el tiempo de exposición de los cormos de gladiolo en azida de sodio mayor a 1 hora.
- ✓ Utilizar otras variedades de gladiolo para confrontar con los resultados obtenidos, toda vez que a la dosis de 2.5 mM se obtuvo el mayor porcentaje de cambios genéticos en el presente ensayo.
- ✓ Hacer uso de indumentaria adecuada para la manipulación del azida de sodio por ser altamente tóxico.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Qurainy, F. y Khan, S. (2009).** Mutagenic effects of sodium azide and its application in crop improvement. *World Applied Science Journal*, 6(12), 1589–1601.
- Alcázar, F. (2019).** Efecto de la densidad de siembra y el tamaño de cormo, en la producción de flores de gladiolo (*Gladiolus spp.*) en Saylla Cusco. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 123 p.
- Anónimo, (2010).** Cultivo de Gladiolo. Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria. Unidad Técnica Nacional. Región Altos de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 36 p.
- Begum, T.; Dasgupta, T. (2010).** A comparison of the effects of physical and chemical mutagens in sesame (*Sesamum indicum L.*). 761 – 766 p.
- Benites, C. (2019).** “Modificación de la estructura genética del trigo (*Triticum aestivum L.*) por inducción mutagenico con azida de sodio” 76p.
- Buschman, J. (1997).** El gladiolo como flor cortada en zonas subtropicales y tropicales. Hillegom: Centro Internacional de Bulbos e Flores. 32p.
- Calzada, J. (1983).** Métodos estadísticos para la investigación científica. Editorial Jurídica. 643 p.
- Carrillo, V. (2017).** Concentración óptima de azida sódica en semillas de *Sesamum indicum* var. escoba blanca para inducción a mutaciones. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Asunción, Paraguay. 49 p.
- Centro Nacional de Biotecnología (2017).** Disponible en:  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=49747&lvl=3&p=mapview&p=has\\_linkout&p=blast\\_url&p=genome\\_blast&link=f&keep=1&srchmode=1&unlock](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=49747&lvl=3&p=mapview&p=has_linkout&p=blast_url&p=genome_blast&link=f&keep=1&srchmode=1&unlock). Fecha de Consulta: 18 de Octubre de 2017.
- Chávez-Tafur, J. (1991).** Efecto comparativo de diferentes fuentes mutagénicas en cebada *Hordeum vulgare* variedad Buenavista. Universidad Nacional Agraria La Molina. 81 pp.
- Datta, S. (2014).** Induced mutagenesis: basic knowledge for technological success. National Botanical Research Institute (NBRI-CSIR), Lucknow, Uttar Pradesh, India. 97-139.

- De, L.; Bhattacharjee, S. (2011).** Ornamental crop breeding. Aavishkar Publishers, Distributors, Jaipur, India. 40 - 41.cg
- Divanli, A.; Mahmood, K. y Yasar, C. (2006).** Effects of mutagenic sodium azide (NaN<sub>3</sub>) on in vitro development of four pea (*Pisum sativum* L.) Cultivars. International Journal of Agriculture and Biology, 3, 349–353.
- Espaciociencia, (2020).** Genética: Mutaciones y tipos de Mutaciones. Consultado el 13 de marzo del 2020 en: <https://espaciociencia.com/aleatoriedad-genetica-restringida/>.
- Font Quer, P. (2000).** Diccionario de Botánica. Ediciones Península, España. 1244 pp.
- García, M.; Gomes, J.; Robles, B.; Heredia, G. (2012).** Efecto de la poda Foliar Post Cosecha en la producción de corno de gladiolo.
- Gilman, E.; Howe, T. (1999).** Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultura Sciences. University of Florida. Fact Sheet FPS-522. <http://edis.ifas.ufl.edu/fp523> (Tomado el 1 de septiembre de 2014).
- González, E. P., Yáñez M. J., Ortega, H. M. E. y Velázquez J. M. (2009).** Análisis comparativo entre especies fúngicas patógenas que causan la pudrición del corno del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) En México. Revista Mexicana de Fitopatología. 27:45-52 p.
- Gómez Pando L.; Romero M.; Jiménez Dávalos J.; Roldan Chávez A.; De La Barra E. FAO (2020).** Mejoramiento de la quinua (*Chenopodium quinoa*) mediante mutaciones inducidas.
- Gruszka, D.; Szarejko, I.; Maluszynski, M. (2012).** Sodium Azide as a Mutagen, January. 1: 159 –166 p.
- Gutiérrez, R. (2014).** Producción de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.) Tesis de licenciatura. UAMEX. 189 p.
- Hartmann, H.; Kester, D. (1998).** Propagación de plantas; principios y prácticas. Sexta Edición. Editorial Continental. Ciudad de México, México. 785 p.
- Herbas, A. (1998).** Excrecencias de las flores de los gladiolos (*Gladiolus* sp.) en Patacamaya, La Paz. Bolivia. Sociedad Boliviana de Historia Natural. 1: 13 – 16.
- Heros, E. (1999).** Mejoramiento genético de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), mediante la inducción de mutaciones. Tesis Maestría. Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina. 101p.

**Infoagro, (2020).** <https://www.infoagro.com/flores/flores/gladiolo.htm/>. Consultado el 13 de marzo del 2020.

**Jiménez, J. (1999).** Desarrollo de líneas mutantes dobles haploides de cebada (*Hordeum vulgare* L.) mediante el cultivo "in vitro" de anteras y su evaluación en condiciones de campo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 87pp.

**Larson, R. (1992).** Introduction to Floriculture. 2da Ed. Academic Press. San Diego, California, USA. 636 p. Levitus, G.; Echenique, V.; Rubinstein, C.; Hopp, E.; Mroginski, L. 2004. INTA, Argentina. 647p.

**Levitus, G.; Echenique, V.; Rubinstein, C.; Hopp, E.; Mroginski, L. (2004).** INTA, Argentina. 647p.

**Nodarse, O.; Santana, L.; Chinae, A.; Carbó, L.; Días, A. y Hemández, C. (1992).** Obtención y selección de sub-clones de caña de azúcar resistentes a la roya a partir de la variedad c127-78 mediante cultivo de tejidos. Revista Científica Caña de azúcar. Cuba. 10(2). Páginas 61-70.

**Martínez, M. y Ortega, Y. (2006).** Taller de formación para el cultivo de plantas ornamentales, dirigido a los prepasantes de la mención producción agrícola de la Escuela Técnica Robinsoniana Carlos Sanda, Parroquia Canoabo del Municipio Bejuma Estado Carabobo. Trabajo especial de grado. UNESR.

**Mohana, R. and Reddi, T. (1986).** Azide mutagenesis in rice. Indian Academy of Science (Plant science). India. 96 (3). Páginas 205-215.

**Monroy, M. (2018).** Evaluación del efecto de dosis de azida de sodio sobre la generación de callo en caña de azúcar. Prácticas de Licenciatura. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar. Escuintla. Guatemala. 53 p.

**Olsen, O.; Wang, X.; Wettstein, D. (1993).** Sodium azide mutagenesis: Preferential generation of A T - > GC transitions in the barley Ant. gene. 1: 8043–8047.

**Pierce, B. (2011).** Fundamentos de genética: conceptos y relaciones. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 536 p.

**Porta, R.; Jiménez, J. (2018).** Efecto de agentes mutagénicos en la germinación de semillas de aguaymanto *Physalis peruviana* L. Scientia Agropecuaria 9(2): 231 – 238.

**Ramírez, S. (2016).** Evaluación de la aplicación de humus de lombriz en el cultivo de gladiolo (*Gladiolus* sp) en la comunidad Chacoma municipio de Patacamaya de la provincia Aroma La Paz. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. 60 p.

- Reyes, A. (2012).** Comportamiento de cinco variedades de gladiolo (*Gladiolus spp.*) en la zona serrana de Nuevo León. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 67 p.
- Salas, L. (2015).** La azida de sodio aplicada a las semillas de *Salvia farinacea* Benth. variedad blue bedder para cambios genéticos. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. 74 p.
- Salinger, J. (1991).** Producción comercial de flores. Editorial Acriba. España. 371 p.
- Sánchez, S. 1980.** La flora del valle de México Editorial Herrero S.A. Sexta edición. México. 109 – 110 p.
- Sander, C.; Muehlbauer, F. J. (1977).** Mutagenic effects of sodium azide and gamma irradiation in *Pisum*. Environmental and Experimental Botany.
- Shu, Q.; Forster, B.; Nakagawa, H.; Nakagawa, H. (2012).** Plant Mutation Breeding and Biotechnology. CABI. United Kingdom. 608 p.
- SIAP, (2014).** Anuario estadístico de la producción agrícola en México. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-porestado/>. Fecha de consulta: 13 de octubre del 2019.

## APÉNDICE 1

1: Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plantas de gladiolo por influencia de diferentes dosis de azida de sodio.

1.1 Análisis de varianza a los 30 días después de la siembra (DDS).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>SIG.</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	8	15.96747	1.99593	1.171	2.305	NS
<b>ERROR EXPERIMENTAL</b>	27	46.00661	1.70395			
<b>TOTAL</b>	35	61.97408				

$$X = 5.82 \qquad S = 1.305 \qquad CV = 22.44$$

1.2 Análisis de varianza a los 40 días después de la siembra (DDS).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>SIG.</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	8	10.15546	1.26943	0.943	2.305	NS
<b>ERROR EXPERIMENTAL</b>	27	36.33313	1.34567			
<b>TOTAL</b>	35	46.48859				

$$X = 7.77 \qquad S = 1.160 \qquad CV = 14.93$$

1.3 Análisis de varianza a los 50 días después de la siembra (DDS).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>SIG.</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	8	1.83253	0.22907	0.320	2.305	NS
<b>ERROR EXPERIMENTAL</b>	27	19.32398	0.71570			
<b>TOTAL</b>	35	21.15651				

$$X = 9.10 \qquad S = 0.846 \qquad CV = 9.30$$

1.4 Análisis de varianza a los 60 días después de la siembra (DDS).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>SIG.</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	8	2.47680	0.30960	1.500	2.305	NS
<b>ERROR EXPERIMENTAL</b>	27	5.57281	0.20640			
<b>TOTAL</b>	35	8.04961				

$$\bar{X} = 9.71$$

$$S = 0.454$$

$$CV = 4.68$$



## 1.5. Constancia de autorización de uso de azida de sodio



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
Programa de Investigación y Proyección Social en Cereales y Granos Nativos

La Molina, 04 de octubre del 2019

### A QUIEN CORRESPONDA:

El laboratorio de biotecnología del PIPS en Cereales y Granos Nativos ha tratado los bulbos de (*Gladiolus sp*) con el agente mutagénico azida de sodio ( $\text{NaN}_3$ ), en las siguientes dosis:

- a) 0.5mM
- b) 1.0 mM
- c) 1.5 mM
- d) 2.0 mM
- f) 2.5 mM
- g) 3.0 mM
- h) 3.5 mM
- i) Solución buffer pH:3

Que se utilizó para iniciar los trabajos de inducción de mutaciones en dicha especie ornamental, en la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Huancavelica, bajo la supervisión del Ing. Mg. Sc. Rolando Porta Chupurgo.

Es lo que informo a solicitud del interesado.



**Dr. Jorge Eduardo Jiménez Dávalos**  
Jefe del PIPS en Cereales y Granos Nativos.  
Facultad de Agronomía - UNALM

## APENDICE 2

### Testimonio fotográfico



**Foto 1.** Preparación y llenado de sustrato a las macetas para la siembra de cormos.



**Foto 2.** Desinfección de cormos de gladiolo.



**Foto 3.** Remojo del cormo de gladiolo de cada tratamiento con azida de sodio durante 1 hora.



**Foto 4.** Siembra de cormos de gladiolo.



**Foto 5.** Desarrollo de la planta de gladiolo.



**Foto 6.** Evaluación de la altura.



**Foto 7.** Evaluación del diámetro del tallo.



**Foto 8.** Evaluación de número de tallos.



**Foto 9.** Evaluación de número de hojas.



**Foto 10.** Evaluación de longitud de raíz.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TEMA: DOSIMETRÍA MUTAGÉNICA EN GLADIOLO (*Gladiolus grandiflorus* L.) CON AZIDA DE SODIO.**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
<p><b>Formulación del problema</b> ¿La inducción mutagénica mediante aplicación de azida de sodio a los bulbos de gladiolo, permitirá modificar su estructura genética y, por lo tanto, seleccionar fenotipo superior en rendimiento?</p>	<p><b>Objetivos:</b> <b>Objetivo general:</b> Evaluar el efecto del agente mutagénico azida de sodio para inducir mutaciones en los bulbos de gladiolo. <b>Objetivos específicos:</b> 3. Determinar la dosis óptima de azida de sodio que induzca variantes genéticas en esta especie. 1. Cuantificar la emergencia de</p>	<p><b>Hipótesis</b> Entre las diferentes concentraciones del agente mutagénico azida de sodio, se encontrará la dosis adecuada que cause modificaciones en las características fenotípicas, el mismo que posibilitará la selección de genotipos superiores en rendimiento.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> <b>Dosis de azida de sodio</b> 0 mM testigo Buffer 0.5 mM 1.0 mM 1.5 mM 2.0 mM 2.5 mM 3.0 mM 3.5 mM <b>Variable Dependiente</b></p>	<p><b>Tipo de Investigación.</b> Aplicada <b>Nivel de Investigación.</b> Explicativo <b>Metodología de la Investigación.</b> Experimental inductivo. <b>Diseño experimental</b> El experimento se conducirá con un Diseño Completamente al azar, con 9 tratamientos y 4 repeticiones. <b>Población.</b> Constituye 20 plantas de gladiolo por unidad experimental. <b>Muestra.</b> Se considera 05 plantas en cada unidad experimental. <b>Muestreo</b></p>

	<p>las plántulas, longitud de raíz, altura de planta, número de foliolo sometidas a concentraciones crecientes de azida de sodio.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Emergencia de plántulas</li> <li>✓ Altura de plántula</li> <li>✓ Diámetro de tallo</li> <li>✓ Longitud e raíz</li> <li>✓ N° de foliolos</li> </ul>	<p>Se utilizará el muestreo aleatorio simple, el mismo que indica que cada unidad experimental tendrá la misma posibilidad de ser elegido e incluido en la muestra.</p> <p><b><i>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Emergencia de plántulas- conteo-ficha de registro</li> <li>✓ Altura de planta-medición-cinta métrica</li> <li>✓ Diámetro de tallo-medición-vernier</li> <li>✓ Longitud de raíz-medición-cinta métrica</li> <li>✓ N° de foliolos-conteo-ficha de registro.</li> </ul> <p><b><i>Técnicas de procesamiento y análisis de datos.</i></b></p> <p>Las variables evaluadas al final del trabajo, se someterán a un análisis descriptivo e inferencial a través del análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Tukey (<math>P \leq 0,05</math>), utilizando el paquete estadístico R</p>
--	---	--	---	---

