

## “Dosimetría Mutagénica en Gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) con Azida de Sodio”

**Rossana Judith Pérez Bejarano**

[jbejarano@unicscjsa.edu.pe](mailto:jbejarano@unicscjsa.edu.pe)

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central  
Juan Santos Atahualpa.

**Amilkar Gonzales Pino**

[almikar.gonzales@umh.edu.pe](mailto:almikar.gonzales@umh.edu.pe)

Universidad Nacional de Huancavelica

**Rocio Mery Mendoza Vasquez**

[rocio.mendoza@umh.edu.pe](mailto:rocio.mendoza@umh.edu.pe)

Universidad Nacional de Huancavelica

**Guillermo Gomer Cotrina Cabello**

[guicoca64@gmail.com](mailto:guicoca64@gmail.com)

Universidad Nacional de Huancavelica

### 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

## **“Mutagenic Dosimetry in Gladiolus (*Gladiolus grandifloras* L.) with Sodium Azide”**

### **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

Artículo recibido: 05 de Abril 2021

Aceptado para publicación: 28 de Mayo 2021

Correspondencia: [jbejarano@unicscjsa.edu.pe](mailto:jbejarano@unicscjsa.edu.pe)

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

## INTRODUCCION

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

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar de ejecución**

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).

### **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.

### **Nivel de investigación**

Es una investigación de nivel básico.

### **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

**Tabla N°1. Tratamientos en estudio**

| Trat | Característica   | Clave   |
|------|--|---------|
| 1    | Cormos de gladiolo sin azida de sodio 0 mM                               | SAD     |
| 2    | Cormos de gladiolo con solución Buffer                                   | CGB     |
| 3    | Tratamiento de cormos gladiolo en, solución de azida de sodio al 0.0.5mM | CAS 0.5 |
| 4    | Tratamiento de cormos gladiolo en, solución de azida de sodio al 1.0 mM  | CAS 1.0 |
| 5    | Tratamiento de cormos gladiolo en, solución de azida de sodio al 1.5 mM  | CAS 1.5 |
| 6    | Tratamiento de cormos gladiolo en solución de azida de sodio al 2.0 mM   | CAS 2.0 |
| 7    | Tratamiento de cormos gladiolo, en solución de asida de sodio al 2.5 mM  | CAS2.5  |
| 8    | Tratamiento de cormos gladiolo, en solución de asida de sodio al 3.0 mM  | CAS3.0  |
| 9    | Tratamiento de cormos gladiolo, en solución de asida de sodio al 3.5 mM  | CAS3.5  |

### Método de investigación

El método de la investigación a emplearse en el trabajo fue el método, científico experimental. implicó 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.

### Población, Muestra y Muestreo

**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.

### RESULTADO Y DISCUSIONES

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 N°2. 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    | 40 DDS    | 50 DDS    | 60 DDS    |
| 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 3).

**Tabla N°3. Promedio de emergencia (%) de plantas de gladiolo, a diferentes días después de la siembra (DDS).**

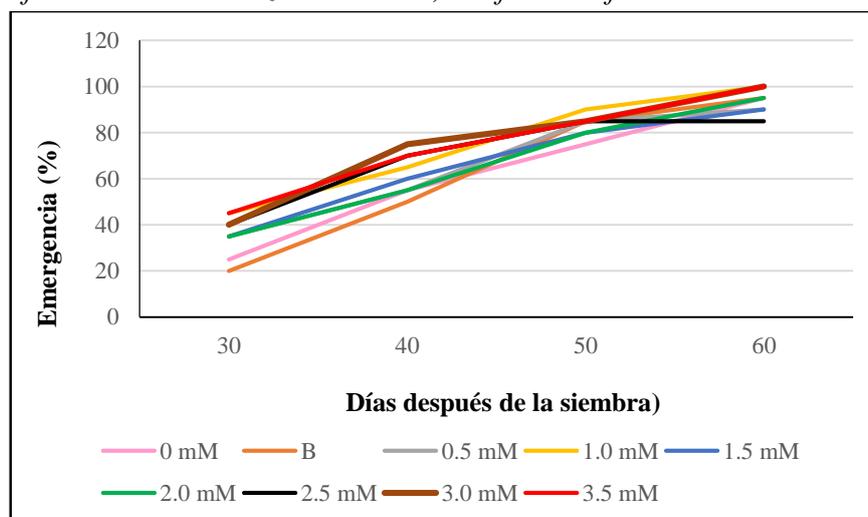
| Dosis de azida de sodio | Emergencia de plantas (%) |        |        |        | Tasa de incremento/día (%) |
|-------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|----------------------------|
|                         | 30 DDS                    | 40 DDS | 50 DDS | 60 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.

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



**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 afectan 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 farinacea* 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 N°4. 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         |           |        |       |      |
| <b>X = 45.94</b>        | <b>S = 4.314</b> | <b>CV = 9.39 %</b> |           |        |       |      |

**X** = Promedio

**S** = Desviación estándar

**CV** = Coeficiente de variación

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

En la tabla 5 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.

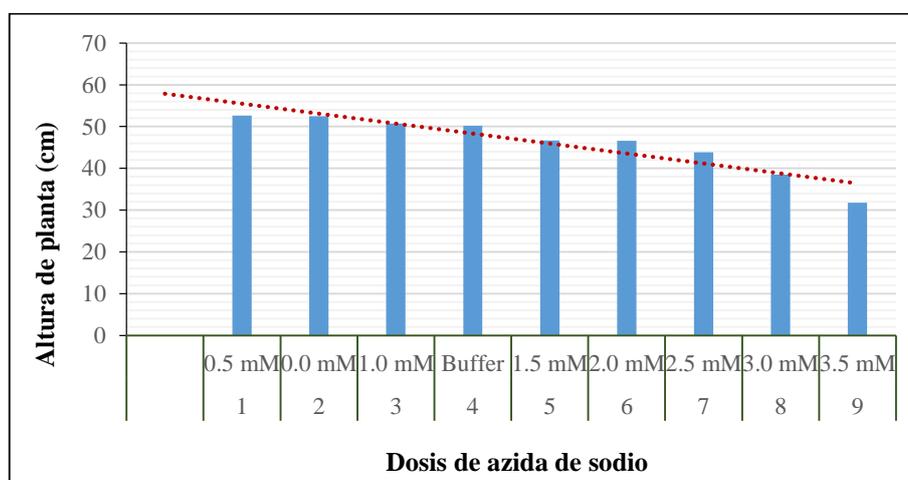
La mayor reducción en altura de planta se produjo a la dosis de 3.5 mM de azida de sodio, lo que concuerda con lo reportado por **Salas (2015)**, **Vargas (2016)**, **Porta y Jiménez (2018)** en semillas de Salvia, Café y aguaymanto respectivamente.

**Tabla N°5. 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 la **Figura 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.



**NUMERO DE TALLOS POR PLANTA**

En la Tabla 6 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 N°6. 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 | S =     | 0.112   | CV =  | 8.99 % |      |

<sup>1</sup> = Datos transformados

En la Tabla 7 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 N° 1. 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 |
|----------|------|

**NUMERO DE HOJAS POR PLANTA**

En la Tabla 8 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 N° 8. 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            | S = 0.243 |         | CV = 8.91 % |       |       |      |

<sup>1</sup> = Datos transformados

En la Tabla 9 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.

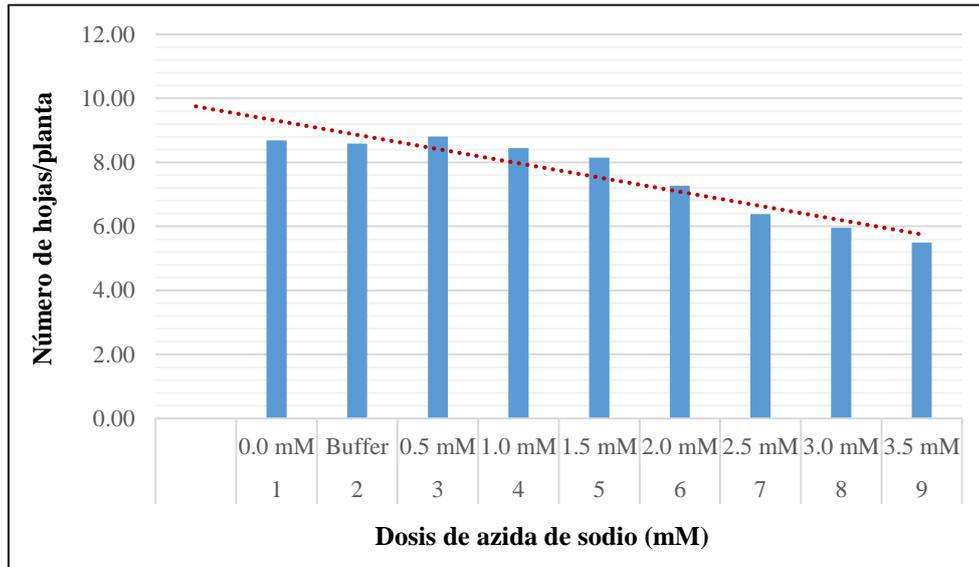
**Tabla N° 9. Comparación de promedios del número de hojas de plantas de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio (duncan,  $\alpha = 0.05$ ).**

| 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 |   |

**Figura 3.** 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.

**Figura 3. Comportamiento del número de hojas por planta de gladiolo por efecto de diferentes dosis de azida de sodio**



**Efecto promedio de estimulación e inhibición de la azida de sodio**

La Tabla 10. 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 N°10. 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.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

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 ssp.) 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).** *“MODIFICACION DE LA ESTRUCTURA GENETICA DEL TRIGO (Triticum aestivum L) POR INDUCCION 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&lin=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&lin=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.
- 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 cormo de gladiolo*.
- Gilman, E.; Howe, T. (1999).** Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture 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 cormo 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.; China, A.; Carbó, L.; Días, A. y Hernández, 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. 53p.
- 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 Salvia farinacea Benth. variedad blue bedder para cambios genéticos. Tesis Ing. Agrónomo.* Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. 74p.
- 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.