

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Propagación Sexual de Rosa Laurel (*Nerium oleander* L.) estimulada por Ácido Giberélico utilizando el método de germinación “rollo de papel”.

Por:

**HILARIO SALAZAR GUERRERO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México  
Febrero 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Propagación Sexual de Rosa Laurel (*Nerium oleander* L.) estimulada por Ácido  
Giberélico utilizando el método de germinación "rollo de papel".

Por:

**HILARIO SALAZAR GUERRERO**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:


**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
PhD Pedro Cano Ríos  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
MC. Verónica García Mendoza  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Luis Reyes Carrillo  
Vocal suplente

  
\_\_\_\_\_  
ME. Javier López Hernández  
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Febrero 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Propagación Sexual de Rosa Laurel (*Nerium oleander* L.) estimulada por Ácido  
Giberélico utilizando el método de germinación "rollo de papel".

Por:

**HILARIO SALAZAR GUERRERO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
PhD Pedro Gano Rios  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
MC. Verónica García Mendoza  
Asesor Principal Externo

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Luis Reyes Carrillo  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
M.E. Javier López Hernández  
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Febrero 2019



## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme la bendición de estar en este lugar, dándome una segunda oportunidad de vida. Por haberme regalado una familia ejemplar y agradables amistades, gracias.

**A mi familia**. Por el esfuerzo y confianza que supieron brindarme durante todo este trayecto, dándome siempre palabras de aliento y superación, gracias.

A **MI ALMA TERRA MATER**, que me brindo el espacio y oportunidad de llegar a ser un profesional, gracias.

Al **Dr. Pedro Cano Ríos**, por toda su paciencia, dedicación y esmero que puso para la realización de esta investigación. De igual manera por la aportación a mi desarrollo profesional compartiéndome sus grandiosos conocimientos, por esa magnífica persona que representa, gracias.

Al **MC. Verónica García Mendoza**, por ese interés, paciencia y tiempo dedicado para la realización de esta investigación, gracias.

A **Laura Haziél Puentes Parra**, por ese apoyo incansable e incondicional, en llevar acabo esta investigación siendo un pilar importante para mí vida, gracias

A mis amigos, **Saúl Labra, Luis Alonso ortega, José Luis puntiagudo y Uriel Trejo**. Que me brindaron su apoyo incondicional, gracias.

## DEDICATORIA

A mis padres, **J Dolores Salazar Lorenzo y Paula Guerrero Cristóbal** por haber dedicado parte de su vida desde el día en que nací, desde ese momento e incluso antes que eso, ya estaban buscando maneras de ofrecerme lo mejor. Yo adueñándome de su tiempo y su espacio supieron brindarme siempre lo mejor, dejando en ellos huellas de esfuerzo y cansancio, y sin importar el costo de dicho esfuerzo siempre tenían una sonrisa que ofrecer a su familia.

A mis hermanos, **Martin, José Dolores, Sheila, Eduardo y Juan Rubén** por su apoyo siempre incondicional pues las ayudas que me han brindado han formado bases de gran importancia para mi formación personal y profesional.

Jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha,  
sacrificio y esfuerzo constante.  
Solo deseo que entiendan que mis esfuerzos son inspirados  
en ustedes y mi único ideal son ustedes.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	IX
RESUMEN.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Hipótesis.....	3
1.2. Objetivo general.....	3
1.2.1. Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. <i>Nerium oleander</i> L.....	4
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.2. Descripción botánica.....	5
2.1.3. Origen, condiciones ecológicas y edáficas.....	5
2.1.4. Períodos de floración y fructificación.....	6
2.1.5. Polinización.....	7
2.1.6. Plagas y enfermedades.....	10
2.1.7. Toxicidad.....	10
2.1.8. Usos.....	11
2.2. Reguladores de crecimiento vegetal.....	12
2.2.1. Giberelinas.....	13
2.2.2. Procesos fisiológicos controlados por las giberelinas.....	14

<b>2.3. Concepto de Semilla .....</b>	<b>16</b>
2.3.1. Dormancia.....	16
2.3.2. Dormancia y la semilla.....	17
2.3.3. Germinación.....	18
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1. Ubicación del estudio.....	19
3.1.1. Características de la casa sombra.....	19
3.2. Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	19
3.2.1. Clima.....	20
3.3. Procedimiento experimental.....	20
3.3.1. Recolección de semillas de <i>Nerium oleander</i> L.....	20
3.3.2. Selección y contabilidad de semillas.....	21
3.3.3. Elaboración y aplicación de tratamientos.....	21
3.3.4. Contabilidad de semillas germinadas y trasplante a charolas.....	23
3.3.5. Evaluación del desarrollo vegetativo.....	24
3.3.6. Trasplante y evaluación de materia en verde.....	25
3.4. Tratamientos.....	25
3.4.1. Material vegetal.....	25
3.4.2. Diseño experimental.....	26
3.4.3. Variables evaluadas.....	26
3.4.4. Herramientas de medición.....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Porcentaje de geminación.....	27
4.2. Desarrollo vegetativo.....	28
4.3. Peso de la planta en verde.....	32
4.3.1. Peso completo.....	32
4.3.2. Peso del tallo.....	33

<b>4.3.3. Peso de la raíz.....</b>	<b>34</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. APÉNDICE.....</b>	<b>45</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pagina
<b>Figura 1</b>	Diagrama de la cabeza del pistilo de <i>Nerium oleander</i> L.....	7
<b>Figura 2</b>	La flor de <i>Nerium oleander</i> L.....	9
<b>Figura 3</b>	Casa sombra de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizado en el experimento. UAAAN – UL, 2018.....	19
<b>Figura 4</b>	Recolección de semillas. UAAAN – UL, 2017, 2018.....	20
<b>Figura 5</b>	Conteo y distribución de semillas, colocadas en papel secante. UAAAN – UL, 2018.....	21
<b>Figura 6</b>	Elaboración de las soluciones para los tratamientos. UAAAN – UL, 2018.....	22
<b>Figura 7</b>	Aplicación de las soluciones a los rollos de papel. UAAAN – UL, 2018.....	23
<b>Figura 8</b>	Conteo de semillas germinadas. UAAAN – UL, 2018.....	23
<b>Figura 9</b>	Plántulas puestas en charolas de germinación. UAAAN – UL, 2018.....	24
<b>Figura 10</b>	Medición de plántulas. UAAAN – UL, 2018.....	24
<b>Figura 11</b>	Toma de peso de la materia en verde. UAAAN – UL, 2018.....	25
<b>Figura 12</b>	Efecto del ácido giberélico en el genotipo color blanco de <i>Nerium oleander</i> . UAAAN – UL, 2018.....	29
<b>Figura 13</b>	Efecto del ácido giberélico en el genotipo color rojo de <i>Nerium oleander</i> . UAAAN – UL, 2018.....	30
<b>Figura 14</b>	Efecto del ácido giberélico en el genotipo color rosa de <i>Nerium oleander</i> . UAAAN – UL, 2018.....	31

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pagina</b>
<b>Cuadro 2.1.</b> Períodos de floración de <i>Nerium oleander</i> en forma silvestre según distintas regiones.....	<b>6</b>
<b>Cuadro 3.1.</b> Composición garantizada del producto utilizado.....	<b>21</b>
<b>Cuadro 3.2.</b> Descripción de los tratamientos utilizados. UAAAN – UL, 2018.....	<b>25</b>
<b>Cuadro 4.1.</b> Medidas para porcentaje de germinación en tres genotipos de semillas de <i>Nerium oleander</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico, utilizando el método de germinación rollo de papel. UAAAN – UL, 2018.....	<b>28</b>
<b>Cuadro 4.2.</b> Alturas del genotipo color blanco bajo el efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico a los 5, 15 y 25 ddt. UAAAN – UL, 2018.....	<b>29</b>
<b>Cuadro 4.3.</b> Alturas del genotipo color rojo bajo el efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico a los 5, 15 y 25 ddt. UAAAN – UL, 2018.....	<b>30</b>
<b>Cuadro 4.4.</b> Alturas del genotipo color rosa bajo el efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico a los 5, 15 y 25 ddt UAAAN – UL, 2018.....	<b>31</b>
<b>Cuadro 4.5.</b> Pesos completos de la materia en verde de tres genotipos de <i>Nerium oleander</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.....	<b>33</b>

<b>Cuadro 4.6.</b> Pesos del tallo en verde de tres genotipos de <i>Nerium oleander</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.....	<b>34</b>
<b>Cuadro 4.7.</b> Pesos de la raíz en verde de tres genotipos de <i>Nerium oleander</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.....	<b>35</b>

## ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

	<b>Pagina</b>
<b>Cuadro 1A.</b> Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en semillas de <i>Nerium oleanders</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico. UAAAN – UL, 2018.....	<b>45</b>
<b>Cuadro 2A.</b> Análisis de varianza para la variable pesos completos de la materia verde de tres genotipos de <i>Nerium oleander</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.....	<b>45</b>
<b>Cuadro 3A.</b> Análisis de varianza para la variable pesos del tallo en verde de tres genotipos de <i>Nerium oleander</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.....	<b>46</b>
<b>Cuadro 4A.</b> Análisis de varianza para la variable pesos de la raíz en verde de tres genotipos de <i>Nerium oleander</i> sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.....	<b>46</b>

## RESUMEN

*Nerium oleander* L. también conocida como rosa laurel, adelfa, laurel de adorno o trinitaria es una especie utilizada en muchas partes del mundo como planta de fines ornamentales, aunque existen investigaciones de las cuales la información es deficiente, mencionando que los extractos de *Nerium oleander* pueden ser utilizados como una alternativa antimicrobiana, antifúngica e insecticida. El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna dentro de una casa sombra del departamento de Horticultura, durante el período invernal del año 2017 - 2018 y primavera - verano de 2018. El experimento tiene como objetivo determinar el nivel óptimo de ácido giberélico (GA3) sobre la emergencia en tres distintos genotipos de semillas de *Nerium oleander* L. El diseño experimental utilizado para la prueba de germinación fue un bloques al azar, con un arreglo factorial, generando 12 tratamientos de estudio y 24 unidades experimentales donde el factor "A" corresponde a tres genotipos de estudio y el factor "B" lo conforman tres distintas dosis de ácido giberélico más un testigo. En los resultados se pudo apreciar con claridad que la mejor combinación fue el genotipo color blanco y la dosis 400 ppm obteniendo un 98 % de germinación, mientras que la combinación del genotipo color blanco y la dosis 600 ppm mostro un 30.5 % de germinación siendo este el más bajo porcentaje. Se evaluaron alturas (desarrollo vegetativo) y pesos en verde de la planta completa, parte vegetativa y raíz, en donde se obtuvieron resultados controversiales entre dichas evaluaciones, debido a que concentraciones altas de ácido giberélico promueven positivamente el desarrollo vegetal, pero ello no se ve reflejado en el peso, dado que los mejores resultados para esta prueba se obtuvieron con 0 concentraciones de ácido giberélico.

**Palabras clave:** *Nerium oleander*, Ácido giberélico, Genotipos, Tratamiento, Experimento

## I. INTRODUCCIÓN

*Nerium oleander* L. del griego “Nerium” origen del latín *Nerium* asociados a Nereo dios de mar y padre de las Nereidas, *oleander* de latín “Olea, olivo por la semejanza de sus hojas y de *dendron* árbol, es la única especie perteneciente al género *Nerium* incluida en la familia Apocináceas. Rosa laurel conocida también como adelfa, laurel de adorno o trinitaria es una planta arbustiva que se puede considerar como árbol de porte pequeño y debido a sus características morfológicas es utilizada como planta ornamental en parques, jardines o cercos. Originaria de la zona mediterránea y actualmente extendida en varios países de clima tropical y subtropical (Cabrera, 2008; Fazzio, 2007; Tejedor, 2010). Las plantas ornamentales son aquellas que se han utilizado desde tiempos inmemorables por los seres humanos para la decoración o adorno de su entorno más inmediato (viviendas, calles, entre otros) o de todos aquellos lugares que por diversos motivos (religiosos, festivos o históricos) debían ser engalanados (Rendón, 2007; Orozco, 2003).

La propagación de algunas semillas con fines ornamentales presenta una complicación, debido a que existe la impermeabilidad en las cubiertas de algunas de ellas, siendo esta una de las causas más comunes de la dormancia en semillas. Debido a la existencia de tejidos que no pueden embeberse éstas permanecen deshidratadas con lo que la germinación no es posible, sólo con el transcurso del tiempo las cubiertas se desgastan y la impermeabilidad cede, entonces la semilla estará en condiciones de germinar (Flores, 2017). Semillas de *Nerium oleander* L. presentan esta problemática debido a que contienen una especie de tejido que repele el agua siendo este un problema para su germinación.

La introducción y el uso de nuevas y mejores técnicas de germinación son una buena opción para la propagación de plantas ornamentales, ya que existen muchos tipos de semillas que aun dándose las condiciones ambientales adecuadas (clima) la germinación no tiene lugar, ello está motivado por un estado fisiológico de la semilla denominado dormancia (también llamado latencia, letargo o resto). Por ello la importancia de esta investigación, de implementar nuevas técnicas de germinación ya que son una excelente opción tal es el caso del método; “rollo de

papel”, así como la utilización de hormonas reguladoras de crecimiento conocidas también como fitohormonas que favorecen en la germinación de algunas especies de plantas ornamentales (Celis, 2008; Flores, 2017; Sanabria, 2001).

Los reguladores de crecimiento vegetal o fitohormonas, son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que actúan a muy bajas concentraciones en sitios distantes a donde son producidos, interviniendo en muchos procesos fisiológicos como el desarrollo de tejidos, crecimiento del tallo y la caída de hojas, entre otros. Son usados ampliamente en la agricultura, horticultura y biotecnología para modificar y controlar el desarrollo y crecimiento de las plantas (Castillo, 2007). Existen siete clases de reguladores de crecimiento vegetal tales como las auxinas, giberelinas, citoquininas, brasinosteroides, ácido abscísico, etileno y ácido jasmónico, las cuales participan en la regulación y desarrollo de la planta. Las giberelinas (GAs) son reguladores de crecimiento de las plantas superiores que regulan numerosos aspectos de desarrollo vegetal asociadas a la promoción de la germinación de las semillas, crecimiento de tallo, inducir la brotación de yemas y el desarrollo de los frutos. Existen varios tipos de giberelinas, siendo las más comunes: GA1, GA3, GA4, GA7 y GA9 (Celis, 2008).

El GA3 es el único de uso comercial y se conoce como ácido giberélico. Las giberelinas están implicadas directamente en el control y promoción de la germinación de las semillas actuando fundamentalmente sobre el RNA desinhibiendo genes. Esta acción está bien caracterizada con respecto a dos genes que en ausencia de giberelinas están reprimidos:  $\alpha$ -amilasa y los genes para el alargamiento normal de los entrenudos del tallo. Existe un receptor para las giberelinas en la capa de aleurona de la semilla. El GA3 induce la síntesis de  $\alpha$ -amilasa, que es la enzima que toma parte en la desintegración de las reservas de almidón durante la germinación de las semillas. Debido a esta función, el ácido giberélico puede romper la latencia de las semillas y remplazar la necesidad de estímulos ambientales, tal como luz y temperatura (Araya, 2000; Magnitskly, 2007; Saldivar, 2010).

### **1.1. HIPOTESIS**

El método “rollo de papel” y la utilización de ácido giberélico aumentará el número de semillas germinadas multiplicando considerablemente la propagación de *Nerium oleander L.*

### **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el nivel óptimo de ácido giberélico (GA3) sobre la emergencia en tres distintos genotipos de semillas de *Nerium oleander L.*

#### **1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1) Evaluar el nivel adecuado de ácido giberélico en la germinación de tres distintos genotipos de *Nerium oleander*.

2) Evaluar el efecto del ácido giberélico en el desarrollo vegetativo de la planta según los genotipos utilizados.

3) Evaluar el efecto del ácido giberélico sobre el desarrollo vegetativo y radicular de los distintos genotipos utilizados.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. *Nerium oleander* L.

*Nerium oleander* es conocido desde tiempos antiguos, ya que es una planta ornamental muy deseable, por sus llamativos colores de flores, fácilmente visible desde grandes distancias. *Nerium oleander* ha sido ampliamente cultivado en áreas templadas y cálidas en todo el mundo debido a su valor ornamental y su capacidad para aclimatar los períodos de sequía. En contraste, en relación con la susceptibilidad a las heladas, *Nerium oleander* se encuentra entre las especies más sensibles de los paisajes mediterráneos; es decir que tolera heladas leves, mas sin embargo no es una planta ornamental de temperaturas bajas. La especie florece en el campo, y con ello exhibe un período de floración prolongado, desde finales de la primavera hasta el otoño (Kumar, 2017; Atay, 2018).

*Nerium oleander* tiene un alto valor estético debido a sus hojas variadas y sus grandes flores y coloridas. Más de 400 cultivares diferentes se cultivan en áreas cálidas, en paisajes, jardines, parques y a lo largo de las carreteras. Los genotipos cultivados varían en sus características morfológicas, pero la especie muestra poca variabilidad en la naturaleza, ya que es autocompatible y rara vez polinizada por insectos, debido que solo cierto tipo de insectos son capaces de llevar acabo la polinización. La estructura de la hoja de la adelfa es un ejemplo clásico de adaptaciones anatómicas xeromórficas, que se cree que son en parte responsables de la conocida resistencia a la sequía de esta especie. Las hojas coriáceas se cubren con una cutícula gruesa, y los estomas se ubican en la superficie inferior de las hojas y se hunden en depresiones cubiertas por pelos microscópicos para reducir la pérdida de agua (Argiropoulos, 2013).

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica

Cabrera (2008) clasifica a *Nerium oleander* L. de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Gentianales

Familia: Apocynaceae

Subfamilia: Apocynoideae

Tribu: Wrightieae

Género: *Nerium*

Especie: *Nerium oleander* L.

### **2.1.2. Descripción botánica**

Cabrera (2008) menciona que *Nerium oleander* es un arbusto alto y frondoso de 2 a 6 metros de altura, poco ramificado, corteza lisa, verde y después grisácea. Hojas estrechas y coriáceas, normalmente en verticilos de tres, de oblongo-lanceolados a linear-lanceolados, de 5-20 x 1-4 cm, con base cuneada o decurrente en el peciolo, el margen entero y el ápice agudo o acuminado; son de textura coriácea, glabras, de color verde intenso por el haz y más pálidas por el envés, con el nervio central amarillento o blanquecino y bien destacado. Peciolos de 5-10 mm de largo. Inflorescencias terminales, con numerosas flores fragantes, de color rosa, salmón, amarillas, rojo o púrpura, blanco o crema, las flores pueden tener una o dos capas de pétalos, lo que les da aspecto simple o compuesto, formando ramilletes en el extremo de las ramas. Cáliz con los sépalos estrechamente triangulares o estrechamente ovados, de 3-10 mm de largo; corola con el tubo de 1.2 a 2.2 cm de longitud y el limbo con los cinco lóbulos obovados, de 1.3 a 3.0 cm de largo. Corona corolina con apéndices de hasta 8 mm de longitud. Folículos subleñosos, de 8-16 cm de longitud, cilíndricos, conteniendo numerosas semillas oblongas, cubiertas de pelos marrones, con un coma de alrededor de 1 cm de largo.

### **2.1.3. Origen, condiciones ecológicas y edáficas**

Rosa laurel es originaria de Europa (cuenca mediterránea) y de Asia (oriente medio y sudoeste asiático), aunque también se ha naturalizado y extendido como

planta ornamental en muchas partes del mundo: Indochina, norte de África y en varias áreas de las zonas subtropicales de América (Omer, 2018).

Es una planta de clima cálido, aunque puede tolerar o soportar heladas, si se cultiva en climas muy fríos es mejor tenerlas en contenedores o macetas para poder resguardarla. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud en forma silvestre. En cierta manera es indiferente al tipo de suelo, aunque es apta para terrenos áridos, arenosos con buen drenaje, siempre y cuando disponga de humedad freática o de algún período de lluvia, aunque sea corto, también se adapta a ambientes secos, suelos alcalinos e incluso a la salinidad ambiental, más no así a la salinidad edáfica (Kumar, 2017; Omer, 2018).

#### 2.1.4. Períodos de floración y fructificación

Pérez (1994) menciona que *Nerium oleander* conforma una amplia variedad de especies por lo que el período de floración se extiende durante todo el año, siendo a finales de primavera hasta el otoño donde se presenta con mayor visibilidad este fenómeno.

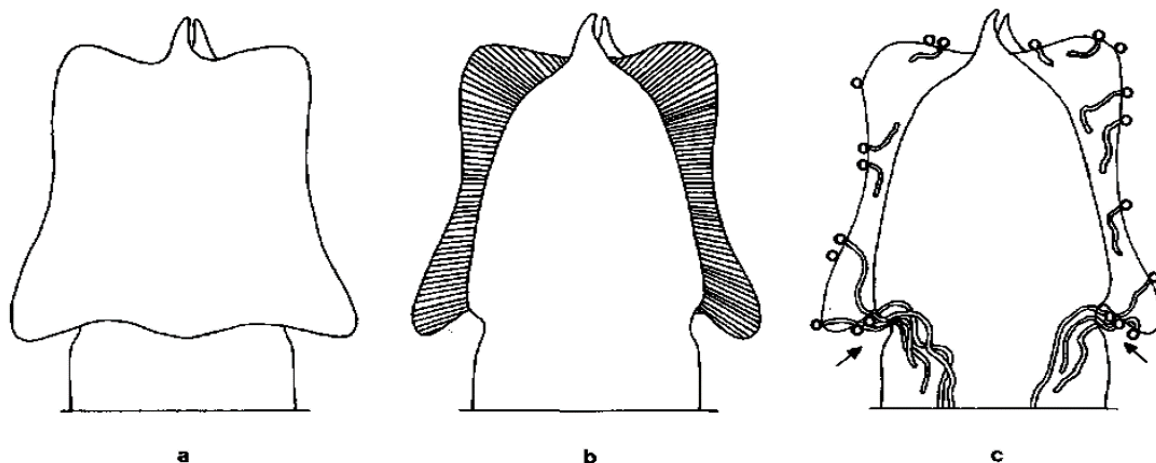
**Cuadro 2.1.** Períodos de floración de *Nerium oleander* en forma silvestre según distintas regiones.

Regiones	Período de floración
1. Sur de Francia y norte de Italia	Junio – Septiembre
2. Portugal, España, sur de Italia, Malta, Yugoslavia, Albania, Grecia, Turquía y Chipre	Mayo – Septiembre
3. Marruecos, Argelia, Túnez, Níger y Libia	Marzo – Octubre
4. Siria, Líbano, Israel, Jordania e Irak	Abril – Noviembre
5. Omán, Emiratos Árabes Unidos, Irán, Afganistán, Pakistán, India, Nepal y China	Casi todo el año

Las frutas se pueden encontrar en las plantas en cualquier época del año en todas las regiones. En primavera y verano solo hay frutos secos.

### 2.1.5. Polinización

La flor de *Nerium oleander* presenta un pistilo con una morfología altamente diferenciada (figura 1.).



**Figura 1.** Diagrama de la cabeza del pistilo de *Nerium oleander* L. a) pistilo a simple vista sin ampliación; b) en la sección transversal la forma específica parece estar determinada por la longitud de los pelos, como lo sugieren las líneas rayadas; c) Los granos de polen germinarán en cualquier parte de la cabeza del pistilo, pero la penetración es posible exclusivamente en el área indicada por las flechas.

Toda la cabeza del pistilo está cubierta de pelos erizados, lo que determina su longitud y la forma específica de la cabeza del pistilo. La parte cilíndrica central de la cabeza del pistilo está cubierta con pelos bastante cortos, que se insertan en un epitelio glandular que produce un adhesivo. En el borde superior de la parte cilíndrica, los pelos son más largos, apuntando hacia afuera y hacia arriba, formando así un anillo o una corona de flores. En la parte inferior de la cabeza del pistilo, los pelos largos apuntan hacia abajo, están dispuestos en una línea sinuosa alrededor del cilindro formando un collar. Debajo de este collar que cuelga de la cabeza del pistilo, hay una depresión circular que marca la transición al estilo. La cabeza del pistilo está coronada por dos apéndices erectos cortos. Esta diferenciación morfológica se acompaña de una diferenciación funcional análoga. Solo las áreas

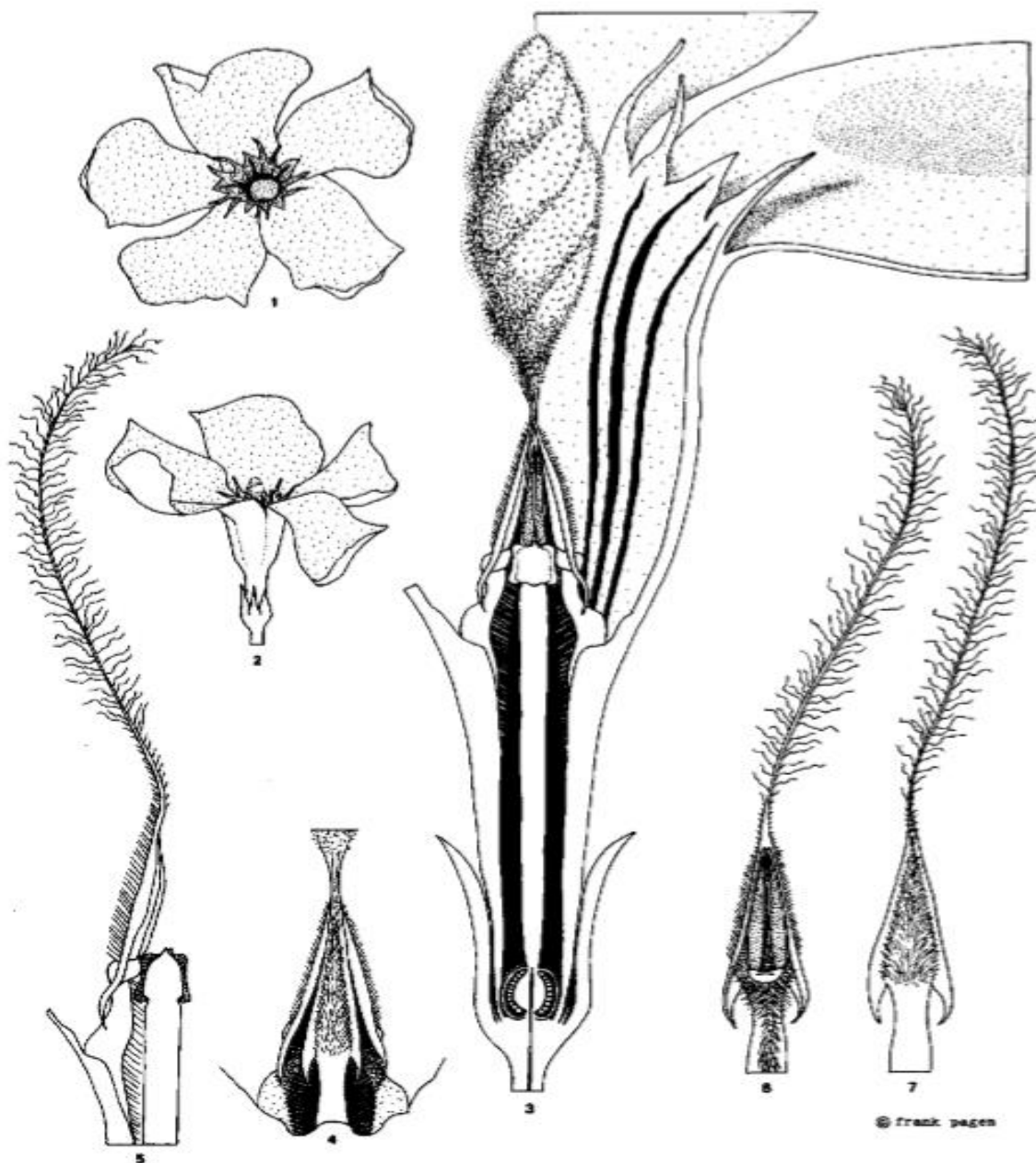
específicas en la cabeza del pistilo tienen una función estigmática y son receptivas para los tubos de polen (Pagen, 1988).

### **Mecanismo**

La flor *Nerium oleander* L. tiene una construcción intrincada, conectada con un mecanismo de polinización distinguido. Las líneas longitudinales en la garganta de la corola apuntan a los nectarios alrededor del ovario en la base del tubo de la corola en forma de embudo. Sin embargo, gran parte del paso está bloqueado por los lóbulos de la corona y por el tapón lanudo formado por los apéndices entrelazados de las anteras. Los estambres de pelo corto se insertan en el centro del tubo de la corola. Las anteras tienen placas firmes sagitadas en el exterior y están introvertidos, se adhieren a la cabeza del pistilo y forman un cono en el centro de la flor. El polen se arroja dentro del cono de anteras y se acumula en la parte superior de la cabeza del pistilo, completamente aislado del área estigmática debajo del collar en la parte inferior de la cabeza del pistilo (Lara, 2011; Pagen, 1988).

Entre las cinco anteras triangulares hay grietas, que se estrechan hacia la parte superior del cono. La lengua del insecto se puede insertar en el tubo a través de estas grietas o a través de las aberturas entre los filamentos. En cualquier caso, cuando se retira la lengua, se atasca entre las anteras adyacentes. Se necesita un fuerte tirón para liberar la lengua y en esta acción la lengua se mueve a lo largo de la parte cilíndrica de la cabeza del pistilo, donde se cubre con adhesivo, y luego a través de la cámara de polen, donde los granos de polen se pegan a la lengua. El insecto es probablemente perturbado y deja la flor. En otra flor de adelfa se repite el procedimiento y, cuando se retira la lengua, pasa el collar que cuelga de la cabeza del pistilo. Por lo tanto, el polen se deposita debajo del collar, exactamente en el área estigmática receptiva. Moviéndose hacia arriba, la lengua pasa nuevamente a lo largo de la parte cilíndrica de la cabeza del pistilo y a través de la cámara de polen. La lengua se cubre nuevamente con polen y el insecto está listo para polinizar otra flor de adelfa (Lara, 2011; Pagen, 1988).

*Nerium oleander* L. tienen un mecanismo de polinización preciso: Melitofilia (polinización por abejorros y abejas de lengua larga) y Sphingofilia (polinización por *Sphingidae*), debido a la longitud del tubo de la corola (Lara, 2017).



**Figura 2.** La flor de *Nerium oleander* L. 1) corola desde arriba; 2) vista lateral; 3) sección longitudinal del tubo de la flor, 2 anteras retiradas; 4) cono de anteras; 5) posición de la antera y la cabeza del pistilo; 6) antera, vista adaxial; 7) Vista abaxial.

### 2.1.6. Plagas y enfermedades

Una de las plagas que se presenta con regularidad en rosa laurel, son los pulgones o áfidos. Los pulgones se alimentan de las plantas picando y succionando su jugo o savia, al hacer esto secretan una mielecilla que es un medio de cultivo para que se presente lo que comúnmente se conoce como “fumagina” produciendo un mal aspecto en las plantas. Debido a condiciones de excesiva humedad pueden presentarse algunas enfermedades de origen fungoso, como las ocasionadas por *Fusarium spp*, *Rhizoctonia spp* y *Pythium spp* (Cabrera, 2008).

### 2.1.7. Toxicidad

*Nerium oleander* contiene glucósidos cardíacos muy tóxicos, estructuralmente similares a los compuestos digitálicos como oleandrina, nerina, digitoxigenina, oleondrosida y los derivados de su metabolismo en el organismo. Todas las partes de la planta son tóxicas para humanos, animales y algunos insectos, aunque los niveles más altos se encuentran en las raíces y las semillas, incluso el humo producido por la combustión, ya que el calor no inactiva a los glucósidos (Couteur, 2008; Di Paolo, 2010). Se afirma que la ingestión de una hoja o cuatro gramos de ella puede producir la muerte de un niño. Casos fatales de intoxicación se han reportado en muchas partes del mundo. La circunstancia más frecuente que ocasiona cuadros de intoxicación en los rumiantes es por el desecho de los productos de la poda de *Nerium oleander* a sitios donde tienen acceso los animales, como por ejemplo potreros o corrales. Situaciones menos comunes son la ingestión de hojas mezcladas con el alimento o de hojas verdes directamente de la planta, cabe remarcar que las hojas secas retienen su toxicidad (Fazzio, 2007; Khan, 2010).

Camplesi (2017) afirma que Los primeros signos de intoxicación son gastrointestinales; náuseas y vómitos. Le siguen signos neurológicos; vértigo, excitación nerviosa seguida de depresión, convulsiones Y en seguida aparecen signos cardíacos en aumento, lo que comúnmente se conoce como taquicardia. Los signos cardiovasculares se originan debido a la actividad de los glucósidos cardíacos. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la bomba de sodio-potasio (Na / K-ATPasa), lo que resulta en el agotamiento del potasio intracelular y

el aumento del nivel de sodio intracelular. Estos cambios celulares conducen a la acumulación de calcio citoplásmico, responsable del efecto cardíaco inotrópico positivo. El desequilibrio electrolítico modifica la conducción eléctrica en el corazón. En estas condiciones, la respuesta simpática aumenta, sensibilizando así el miocardio y aumentando la toxicidad de los glucósidos de *Nerium Oleander* L.

### 2.1.8. Usos

Gracias a su espectacular floración *Nerium oleander* L. es una especie muy cultivada en jardines, camellones de autopista y orillas de carreteras. Actualmente existen numerosas variedades utilizadas en jardinería, caracterizadas por tener flores con un número variable de pétalos y diferentes coloraciones que incluyen el de color rosa, salmón, amarillas, rojo o púrpura, blanco o crema y, más recientemente el amarillo pálido. La importancia ornamental de *Nerium oleander* L. principalmente se debe a su facilidad de usarla como árbol pequeño, arbusto, seto, planta para maceta, etc., por tener un follaje abundante y perene, sorprendente y alargada floración desde primavera hasta otoño. La adelfa es una especie rústica que se adapta bien al bajo uso de insumos, sumándole su elevada tolerancia al déficit hídrico, sin mostrar síntomas externos y con capacidad de recuperar su aspecto normal tras 30 días de sequía. (Cabrera, 2008; Fazio, 2007; Roca, 2013)

Estudios realizados recientemente mencionan que la aplicación general de extractos florales de *Nerium oleander* en varias concentraciones suprime los parámetros relacionados con la germinación y el crecimiento de algunas especies vegetativas, así que, se puede utilizar para reducir la población de varias especies de maleza (Díaz, 2017; Uslu, 2018). Además la composición química del aceite esencial extraído de las flores contienen compuestos volátiles, que presentan actividades antimicrobianas, antifúngicas e insecticidas (Derwich, 2010). Así mismo el extracto de esta planta se puede usar como un remedio biológico para controlar la población de mosquitos, que es una gran amenaza para la transmisión de enfermedades y considerar así para el uso en futuras estrategias de manejo integrado de *Culex pipiens* (Akhal, 2015; Sayed, 2016). *Nerium oleander* es una de las plantas más venenosas que contiene numerosos compuestos tóxicos y puede



proporcionar una alternativa al uso actual de pesticidas para el control de plagas, ya que constituye una fuente rica de químicos bioactivos, resultados demostraron la posibilidad de usar extracto de esta planta contra el escarabajo rojo de la harina (*Tribolium. Castaneum*) pero aún se requieren estudios adicionales para determinar el mecanismo del efecto de *Nerium oleander* en distintas plagas (Ghannoum, 2015).

La medicina tradicional usa partes de esta planta para el tratamiento de diversas enfermedades humanas. Extractos de la flor y hoja se usan contra enfermedades inflamatorias, diurética, antibacteriana y también es eficaz contra las mordeduras de serpientes; la raíz se utiliza para curar diferentes tipos de cánceres, úlceras y lepra (Atay, 2018; Singhal, 2011). De igual manera se ha demostrado que *Nerium oleander* posee una actividad antioxidante efectiva, así como, la acción relajante muscular de una molécula contenida en esta planta (Mohadjerani, 2012; Tirumalasetti, 2015).

## **2.2. Reguladores de crecimiento vegetal**

Los reguladores de crecimiento vegetal o fitohormonas, son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que actúan a muy bajas concentraciones en sitios distantes de donde son producidos, interviniendo en muchos procesos fisiológicos como el desarrollo de tejidos, crecimiento de tallo y la caída de hojas, entre otros (Jordán, 2006). Estos reguladores están directamente involucrados en procesos metabólicos o en el proceso de desarrollo, tal es el caso de la producción de amilasa y la inducción de la floración entre otros, pero al actuar en bajas concentraciones modifican dichos procesos, donde sus efectos varían según su interacción con otros reguladores de crecimiento vegetal, de esta forma regulan o influyen en un rango de procesos celulares y fisiológicos entre los que se cuentan la división celular, diferenciación celular, desarrollo de frutos, tropismos, dormancia de semillas, germinación de semillas, senescencia, abscisión de las hojas, entre otras (Castillo, 2007; Jordán, 2006).

Son usados ampliamente en la agricultura, horticultura y biotecnología para modificar y controlar el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Existen siete clases de reguladores de crecimiento vegetal entre los cuales se encuentran auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, ácido abscísico, brasinosteroides y ácido jasmónico. Dentro de los reguladores que promueven una respuesta fisiológica, existen cuatro grupos principales de compuestos que ocurren de forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluye auxinas, giberelinas, citoquininas y etileno, mientras que los que inhiben el crecimiento o lo retardan se encuentra el ácido abscísico con una estructura particular y actuando a muy bajas concentraciones dentro de la planta (Tanimoto, 2005).

Gallegos (2008) menciona que los reguladores actúan de una u otra manera en todos los procesos de desarrollo, en donde según la acción se pueden clasificar de la siguiente manera:

- De correlación, como multiplicación y alargamiento celular, dominancia apical, actividad de las yemas, letargo y abscisión de órganos.
- De sensibilidad o movimiento como los tropismos.
- De reproducción como floración, polinización y desarrollo de fruto.

### **2.2.1. Giberelinas**

Las giberelinas (GAs) son reguladores de crecimiento de las plantas superiores que regulan numerosos aspectos del desarrollo vegetal. Se han aislado y caracterizado 121 GAs, la mayoría de ellas a partir de especies vegetales superiores. Al estudiar dichos compuestos se determinó su estructura, revelando su capacidad como reguladores de crecimiento vegetal, por lo que pueden afectar, regular o modular un amplio rango de respuestas de crecimiento vegetal ya sea en la germinación de semillas, la estimulación del crecimiento del tallo o raíces ( Azcon, 2000)

A nivel fisiológico y biológico, muy pocos compuestos pertenecientes a la gran familia de las giberelinas poseen la capacidad de influir en el desarrollo vegetal, el resto son precursores o productos inactivados laterales o finales, también como reservas de las rutas que sintetizan las GAs activas (Gallegos, 2008).

Las giberelinas son determinantes en el control de la elongación del tallo, también modifican sustancialmente los procesos reproductivos de los vegetales, participando en el control de la inducción de la floración, en la producción, crecimiento y desarrollo de los frutos. A si mismo sustituyen los requerimientos de luz o frio que precisan muchas de las semillas para germinar (Azcon, 2000).

### **2.2.2. Procesos fisiológicos controlados por las giberelinas**

El crecimiento se entiende como el aumento irreversible del tamaño de una célula, órgano, tejido u organismo. El crecimiento se debe a dos acontecimientos a nivel celular: 1) división, en el cual una célula madura se divide en dos células hijas, 2) expansión o aumento de tamaño celular de las células procreadas en la división celular (Salisbury, 1992).

#### **Crecimiento del tallo**

Richards (2001) asegura que elevados niveles de giberelinas en plantas están asociados con plantas altas y bajos niveles de GAs relacionados con enanismo. Las giberelinas inducen la elongación mediante la división y expansión celular, siendo este último proceso el que mayormente contribuye al incremento en la altura de la planta (Hooley, 1994). Se ha demostrado que las GAs promueven la división celular porque estimulan que las células que se encuentran en la fase G1 entren en la fase S y también a que esta fase sea más corta de lo normal, del mismo modo promueven el crecimiento celular debido a un incremento en la hidrólisis de almidón, sacarosa y fructanos, con lo que se origina moléculas de fructosa y glucosa. Estas hexosas proporcionan energía vía respiración, la cual contribuye a la formación de la pared celular y también hacen momentáneamente más negativo el potencial hídrico de la planta. Como resultado de esta disminución del potencial, el agua penetra con mayor rapidez, provocando la expansión celular y diluyendo los azúcares (gallego, 2008).

#### **Crecimiento de raíces**

Las proteínas DELLA inhiben el crecimiento de la raíz y las GAs promueven dicho crecimiento mediante la degradación de esta proteína. Se ha encontrado que

el contenido de GAs en el ápice radical y en raíces laterales es mayor que en las demás zonas radiculares, indicando así que el contenido de giberelinas es importante en zonas de crecimiento activo de este órgano. Se ha demostrado también que la respuesta de las giberelinas medidas por la proteína DELLA, controla el crecimiento de la raíz regulando específicamente la elongación de las células de la endodermis de este tejido (Fu, 2003; Tomás, 2005).

### **Germinación de semillas**

Las giberelinas tienen un papel importante en la estimulación de la germinación en un amplio número de especies (Thomas, 2005). Las giberelinas estimulan la germinación mediante la degradación de las proteínas DELLA. Esta degradación de las proteínas DELLA conlleva a la activación del factor de transcripción GAMYB (factor de tipo MYB que se induce por GAs) el cual activa la expresión de  $\alpha$ -amilasa y otras enzimas hidrolíticas o proteasa, que degradan las reservas del endospermo. De esta manera se promueve la movilización de las reservas de las semillas y se estimula la expansión del embrión. (Gubler, 2002). Cabe mencionar que El GA3 es el único de uso comercial y se conoce como ácido giberélico, el cual puede romper la latencia de las semillas y reemplazar la necesidad de estímulos ambientales, tal es el caso de luz y temperatura (Saldívar, 2010).

### **Inducción de la floración**

El éxito reproductivo de una planta depende de que la floración tenga lugar en el momento más adecuado de su desarrollo y cuando las condiciones ambientales sean favorables. Las plantas en un estadio concreto de su ciclo vital, pasan de la fase vegetativa a la fase reproductiva. El cambio de esta fase se denomina transición floral. La transición floral involucra el cambio de identidad del meristemo apical el cual deja de producir hojas y en su lugar comienza a formar flores. En la fase juvenil o desarrollo vegetativo la planta es incapaz de florecer, ya que el estímulo floral solo es percibido cuando las plantas están en la fase adulta. Los tratamientos que aceleran el tiempo de floración, son los fotoperíodos, vernalización (exposición a bajas temperaturas) o tratamientos con giberelinas activas, suelen acelerar el cambio de fase de vegetativa a reproductiva (Gallego, 2008).

Existen tres tipos de plantas en función de su respuesta al fotoperíodo: plantas de día largo, que requieren días largos para florecer, plantas de día corto, que requieren días cortos y plantas independientes o neutras. Las plantas que normalmente requieren inducción floral son las de día largo. La importancia de las giberelinas en la inducción de la floración se pone de manifiesto por la capacidad de estas hormonas para inducir estos procesos en condiciones de día cortos. Sin embargo, el efecto positivo de las giberelinas en la inducción floral no puede generalizarse en todas las plantas, tanto en especies dependientes o independientes de fotoperíodo, ya que en vez de promover la floración, promueven la elongación del tallo y las plantas no florecen (Eriksson, 2006; King, 2003).

### **Formación de flores y frutos**

Las giberelinas son necesarias para el desarrollo normal de la flor, ya que en plantas androestériles se muestra un desarrollo incompleto de estambres y pétalos, el cual puede solucionarse con la aplicación de giberelinas. Estudios afirman que las giberelinas estimulan la germinación de polen y el crecimiento del tubo polínico (Gallego, 2008).

Las giberelinas también son importantes en la formación de frutos. La aplicación de giberelinas promueve la fructificación y afecta en el desarrollo de frutos en algunas especies.

### **2.3. Concepto de Semilla**

La semilla es la unidad funcional que produce una planta; es la estructura mediante la cual se realiza la propagación de plantas por ello se les llama espermatofitas (plantas con semillas). La semilla se produce por la maduración de un ovulo de una gimnosperma o de una angiosperma. Una semilla contiene un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta bajo condiciones apropiadas (Meróla, 2012)

#### **2.3.1. Dormancia**

Se llama dormancia (dormición, latencia, letargo o resto) a un período en el ciclo biológico de un organismo en el que el crecimiento, desarrollo y actividad física

se suspenden temporalmente. Esto reduce drásticamente la actividad metabólica permitiendo que el organismo conserve energía. La dormancia tiende a estar íntimamente relacionada con las condiciones ambientales. Los organismos pueden sincronizar su fase de dormancia con el medio ambiente en formas llamadas predictivas o consecuentes. Dormancia predictiva ocurre cuando un organismo entra en la fase de dormancia antes de la llegada de las condiciones adversas y la dormancia consecuente tiene lugar cuando un organismo entra en dormancia después de la llegada de las condiciones adversas (Flores, 2017).

### **2.3.2. Dormancia y la semilla**

El fenómeno de la dormancia es común, principalmente en semillas de hortalizas, forrajes, frutales y ornamentales, que no germinan después de la cosecha debido a los mecanismos internos, de su naturaleza física o fisiológica, que bloquean la germinación. Estos mecanismos son genéticos y acontecen durante el ciclo de vida de la especie, durante la maduración de la semilla, de modo que, después de la dispersión, la semilla todavía no estará apta para germinar (Pérez, 2014).

Las semillas durmientes son aquellas que, más allá de que estén vivas y sobre condiciones de ambiente que normalmente favorecen el proceso de germinación, no germinan por causa de alguna restricción interna, la cual impide el desarrollo del embrión. La germinación solamente ocurrirá cuando tal restricción sea superada, lo que en la naturaleza puede llevar días, meses o años, dependiendo de la especie (Muños, 2004).

La dormancia en semilla es un importante estadio del ciclo de vida de las plantas, caracterizada por la ausencia temporaria de la capacidad de germinación, permitiendo que las especies vegetales sobrevivan a las adversidades, principalmente a aquellas que dificulten o impidan el crecimiento vegetativo de la planta. Se trata, por lo tanto, de un fenómeno fundamental para la perpetuación y la sobrevivencia de muchas especies vegetales en los más variados ecosistemas (muños 2004).

La dormancia o latencia permite en las angiospermas eludir los períodos de sequías o de fríos inadecuados para el crecimiento vegetal.

También es gracias a la dormancia que semillas de muchas especies, estas no germinan en el fruto cuando este está todavía prendido a la planta, pues, luego de la maduración fisiológica, y en condiciones ambientales favorables a la germinación (como, por ejemplo, aumento de la humedad por el exceso de lluvias), semillas sin bloqueos al crecimiento del embrión podrán germinar en la planta madre (Sánchez, 2002).

### **2.3.3. Germinación**

La germinación es el proceso que consiste en la absorción de agua por parte de la semilla seca (imbibición) y termina cuando una parte de ésta (eje embrionario en dicotiledóneas o radícula en monocotiledóneas y gimnospermas) se extiende y atraviesa (emergencia) las estructuras que la rodean. En el caso de semillas endospermicas, la resistencia que oponen los tejidos envolventes del embrión (testa y endospermo) es tan importante que para que se produzca la emergencia se requiere la degradación enzimática de ciertas zonas envolventes (Pérez, 2014).

La germinación puede ser clasificada en dos tipos: 1) la fanerocotilar en donde los cotiledones emergen de la semilla y 2) criptocotilar en la cual los cotiledones no emergen de la semilla, sin embargo esta clasificación no indica si los cotiledones llegan a sobresalir del suelo (Zevallos, 2003). Por esta razón existen autores mencionando a la germinación como epigea cuando los cotiledones salen de la semilla y se exponen fuera del suelo, y la germinación hipogea cuando los cotiledones permanecen dentro de la testa de las semillas y no emergen a la luz (Conesa, 2006; Zevallos, 2003).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del estudio

El experimento se realizó en la casa sombra del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL, ubicada en la carretera Santa Fe km 4, Torreón, Coahuila México. La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna se localiza en las coordenadas geográficas de 103° 25' 55" de longitud Oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud Norte con una altura de 1123 msnm.

##### 3.1.1. Características de la casa sombra utilizada

Es una casa sombra cuadrangular (Figura 3) cubierta, por el techo con malla al 50 %, las paredes con malla antiáfidos, con una estructura metálica. Cuenta con sistema de riego por aspersión automatizado compuesto por un tinaco de agua de reserva, motor de bombeo y centro de mando. Con dimensiones de: 12 m de ancho, 12 m de largo y 3 m de alto; además cuenta con un piso de grava.



**Figura 3.** Casa sombra de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizado en el presente experimento. UAAAN – UL, 2018.

#### 3.2. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada al suroeste de Coahuila y al noroeste del estado de Durango, localizándose bajo las siguientes coordenadas



101°40' y 104° 45' longitud Oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 24° 10' y 25° 35' de latitud Norte, teniendo además una altura promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

### 3.2.1. Clima

La Comarca Lagunera tiene un clima de tipo desértico, con una precipitación promedio de 200 a 300 mm anuales en la mayor parte de la región, con una evaporación anual promedio de 2600 mm. Una temperatura media anual de 20° C, en los meses de noviembre a marzo la temperatura oscila entre los 13.6° y 9.4° C, mientras que el resto del año podremos presenciar temperaturas de entre los 18° a 38° C. La humedad relativa varía en el año, en primavera tiene un valor promedio de 30.1 %, en otoño de 49.3 % finalmente en invierno un 43.1 %.

### 3.3. Procedimiento experimental

#### 3.3.1. Recolección de semillas de *Nerium oleander* L.

La recolección de semillas se realizó durante el invierno de 2017 - 2018 en los meses de diciembre, enero y febrero respectivamente (Figura 4). Seleccionando ejemplares de plantas con buen aspecto físico, tomando semillas de tres distintos genotipos; rojo, blanco y rosa, de donde se obtuvieron semillas suficientes para el experimento.



**Figura 4.** Recolección de semillas. UAAAN – UL 2017, 2018.

### 3.3.2. Selección y contabilidad de semillas

Debido a la toxicidad que presenta *Nerium oleander* L. se utilizó guantes y cubre bocas para evitar cualquier riesgo toxico. Con ayuda de pinzas seleccionamos 800 semillas por cada genotipo tomando de ellas las de mejor porte, distribuyendo 200 para cada tratamiento y en base al método de germinación “rollo de papel”, se colocaron 100 semillas por rollo (Figura 5).



**Figura 5.** Conteo y distribución de semillas, colocadas en papel secante. UAAAN – UL 2018.

### 3.3.3. Elaboración y aplicación de tratamientos

Para la estimación y cálculo de la cantidad exacta de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) se tomó en consideración la composición del envase del producto a utilizar (Cuadro 3.1), para realizar los cálculos correspondientes para los tratamientos.

**Cuadro 3.1.** Composición garantizada del producto utilizado.

Componentes	Porcentaje en peso
Ácido giberélico (GA <sub>3</sub> )	10.0 %
Diluyentes y acondicionadores	90.0 %
Total	100.0 %

## Cálculos

$$\text{Formula: } ppm = \frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} = \frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ litro agua}}$$

$$200 \text{ ppm} = \frac{x \text{ mg}}{0.5 \text{ lts agua}} \rightarrow x \text{ mg} = 200 \times 0.5 = 100 \rightarrow x \text{ mg} = 100 \times 10 = 1,000 \text{ mg} \rightarrow x = \mathbf{1 \text{ gramo de ácido giberélico}}$$

$$400 \text{ ppm} = \frac{x \text{ mg}}{0.5 \text{ lts agua}} \rightarrow x \text{ mg} = 400 \times 0.5 = 200 \rightarrow x \text{ mg} = 200 \times 10 = 2,000 \text{ mg} \rightarrow x = \mathbf{2 \text{ gramo de ácido giberélico}}$$

$$600 \text{ ppm} = \frac{x \text{ mg}}{0.5 \text{ lts agua}} \rightarrow x \text{ mg} = 600 \times 0.5 = 300 \rightarrow x \text{ mg} = 300 \times 10 = 3,000 \text{ mg} \rightarrow x = \mathbf{3 \text{ gramo de ácido giberélico}}$$

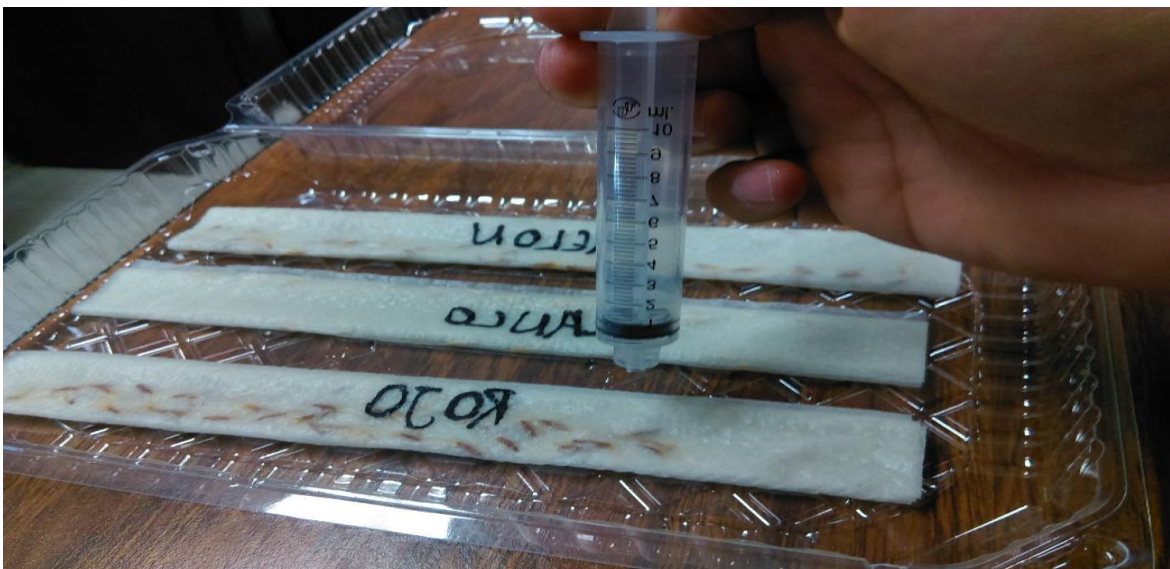
En base a los cálculos, en el laboratorio de suelos se tomaron los pesos correspondientes del ácido giberélico para realizar las soluciones correspondientes al experimento (Figura 6), tomando en cuenta un testigo (agua de garrafón).



**Figura 6.** Elaboración de las soluciones para los tratamientos. UAAAN – UL, 2018.

Posteriormente ese mismo día (02/05/2018) con ayuda de una jeringa se aplicaron cuidadosamente las soluciones correspondientes, utilizando 10 ml de solución por cada rollo de papel (Figura 7) y de este modo esperar la emergencia de las semillas.





**Figura 7.** Aplicación de las soluciones a los rollos de papel. UAAAN – UL 2018.

### 3.3.4. Contabilidad de semillas germinadas y trasplante a charolas

Ocho días después de haber aplicado las soluciones se llevó a cabo el conteo definitivo de semillas germinadas por tratamiento (Figura 8).



**Figura 8.** Conteo de semillas germinadas. UAAAN – UL, 2018

Las plántulas obtenidas se colocaron en charolas de germinación y así observar el desarrollo de los ejemplares, marcando 20 plantas al azar para llevar a cabo el monitoreo de las mismas de las cuales se evaluó el desarrollo vegetativo respectivamente (Figura 9).



**Figura 9.** Plántulas puestas en charolas de germinación. UAAAN – UL, 2018

### 3.3.5. Evaluación del desarrollo vegetativo

Con ayuda de una cinta métrica se realizaron 5 evaluaciones, cada 5 días de las plántulas marcadas, tomando de ellas la longitud de crecimiento (Figura 10).



**Figura 10.** Medición de plántulas. UAAAN – UL, 2018.



### 3.3.6. Trasplante y evaluación materia en verde.

Al término de las 5 mediciones correspondientes, trasplantamos los ejemplares de *Nerium oleander* L. a macetas. Donde un mes después seleccionamos 10 plantas completamente al azar para tomarles el peso en verde; considerando peso completo, peso de la parte vegetativa y peso radicular (Figura11).



**Figura 11.** Toma de peso de la materia en verde. UAAAN – UL, 2018.

### 3.4. Tratamientos.

**Cuadro 3.2.** Descripción de los tratamientos utilizados. UAAAN – UL, 2018.

Tratamientos	Blanco	Rojo	Rosa
Testigo (0 ppm)	200 s	200 s	200 s
200 ppm	200 s	200 s	200 s
400 ppm	200 s	200 s	200 s
600 ppm	200 s	200 s	200 s

**S = semillas**

#### 3.4.1. Material vegetal

Las variedades utilizadas en el experimento son:

Genotipo 1 (G1): color blanco

Genotipo 2 (G2): color rojo

Genotipo 3 (G3): color rosa

### 3.4.2. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado para la prueba de germinación fue un bloques al azar, con un arreglo factorial, donde el factor “A” corresponde a tres genotipos de estudio y el factor “B” lo conforman tres distintas dosis de ácido giberélico mas un testigo, realizando 2 repeticiones, resultando  $3 \times 4 \times 2 = 24$  unidades experimentales.

Para la prueba de pesos se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial, donde el factor “A” corresponde a tres genotipos de estudio y el factor “B” conformado por tres distintas dosis de ácido giberélico mas un testigo, realizando 10 repeticiones.

### 3.4.3. Variables evaluadas.

**Germinación de semillas:** se utilizaron 800 semillas de cada genotipo, distribuyendo 200 por cada tratamiento, poniendo 100 semillas por repetición utilizando el método de germinación “rollo de papel”, de las cuales se tomó el dato real de semillas germinadas ocho días después de estimular la germinación.

**Desarrollo vegetativo:** se realizaron 5 evaluaciones en intervalos de 5 días, midiendo la plántula al ras del suelo hasta el ápice de crecimiento, para lo cual se tomaron 20 plántulas por tratamiento. El muestreo se realizó a partir de los 5 días después del trasplante hasta los 25 ddt.

**Peso de planta en verde:** un mes después de la última evaluación del “desarrollo vegetativo” se tomaron en cuenta 10 ejemplares por tratamiento para la toma de su peso en verde; tomando así el peso total de la planta, peso de la raíz y peso de la parte vegetativa respectivamente.

### 3.4.4. Herramientas de Medición.

Para tomar los datos de las diferentes variables como lo fue la germinación, alturas y pesos, se utilizaron materiales tales como pinzas, cinta métrica y báscula de precisión. Antes de usarse dichas herramientas fueron evaluadas y calibradas para un uso adecuado de las mismas y de este modo asegurar que los datos levantados sean de mayor precisión.

## IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Porcentaje de germinación

El Cuadro 1A del apéndice nos muestra el análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación, el cual muestra que existe diferencia significativa entre genotipos (Factor A), mientras que en el ácido giberélico (Factor B) y la interacción de ambos factores muestra una diferencia altamente significativa. En el Cuadro 4.1 se observan las medias de los porcentajes obtenidos para esta variable, en donde se puede apreciar que el mejor resultado fue la combinación del genotipo color blanco y la dosis 400 ppm obteniendo un 98 % de germinación, mientras que el genotipo de color rojo obtuvo el mejor resultado con la dosis 200 ppm alcanzando un 95 % y el genotipo de color rosa logró el mejor resultado en combinación con la dosificación 200 ppm logrando un 90.5 %, siendo estos los resultados más altos.

Saldívar (2010) menciona en su experimento que, conforme se aumenta la concentración de ácido giberélico, se incrementa el porcentaje de germinación, en donde obtuvo un 30.33 % de germinación con una dosificación de 50 mg/L y con una aplicación de 250 mg/L de ácido giberélico obtuvo un 87 % en la germinación de *Jaltomata procumbens*. De este modo asegura que es posible mejorar este proceso con aplicaciones de ácido giberélico.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los resultados obtenidos por Saldívar (2010) ya que los mejores porcentajes de germinación se obtuvieron con dosis de 200 y 400 ppm, haciendo mención que el porcentaje más bajo fue con una dosis de 600 ppm. Lo cual se puede deber a que esta última concentración es demasiado alto para las semillas de *Nerium oleander*.

Cabe mencionar que para cada genotipo utilizado de *Nerium oleander* se obtuvieron distintas concentraciones óptimas de ácido giberélico; en donde la combinación del genotipo blanco con 400 ppm fue el mejor resultado, a diferencia de los genotipos de color rojo y rosa en donde el mejor resultado visto fue en combinación con la dosificación de 200 ppm.



**Cuadro 4.1.** Medias para el porcentaje de germinación en tres genotipos de semillas de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico, utilizando el método de germinación rollo de papel. UAAAN – UL, 2018.

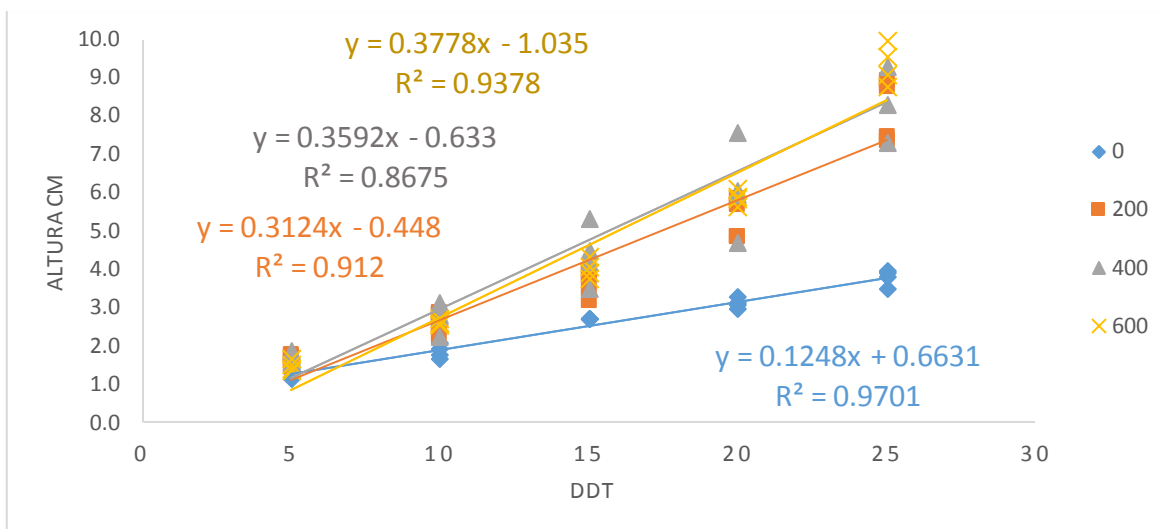
<b>Genotipo (<i>Nerium oleander.</i>)</b>	<b>Acido giberélico (ppm).</b>	<b>Media (Porcentaje)</b>	
Blanco	400	98.000	a
Rojo	200	95.000	ab
Rosa	200	90.500	ab
Rojo	400	87.000	bc
Blanco	0	79.000	cd
Rosa	600	78.500	cd
Blanco	200	77.500	cde
Rojo	600	76.000	de
Rosa	400	67.000	ef
Rosa	0	62.500	f
Rojo	0	56.500	f
Blanco	600	30.5	g

**DMS (0.05): 10.921**

#### **4.2. Desarrollo vegetativo.**

Se tomó la altura de 20 plantas de cada tratamiento, a partir de los cinco ddt hasta los 25 ddt. En las Figura 12, 13 y 14 se muestran los resultados obtenidos para esta variable. Donde se puede observar la dinámica de crecimiento de los tres distintos genotipos con la acción de distintas dosis de ácido giberélico.

La Figura 12 muestra el comportamiento del genotipo blanco donde se observa una mayor respuesta en conjunto con el tratamiento 600 ppm de ácido giberélico como se muestra en el Cuadro 4.2, donde la ecuación  $y = 0.3778x - 1.035$  reporta que a los 25 ddt alcanzó una altura de 8.41 cm.



**Figura 12.** Efecto del ácido giberélico en el genotipo color blanco de *Nerium oleander*. UAAAN – UL, 2018.

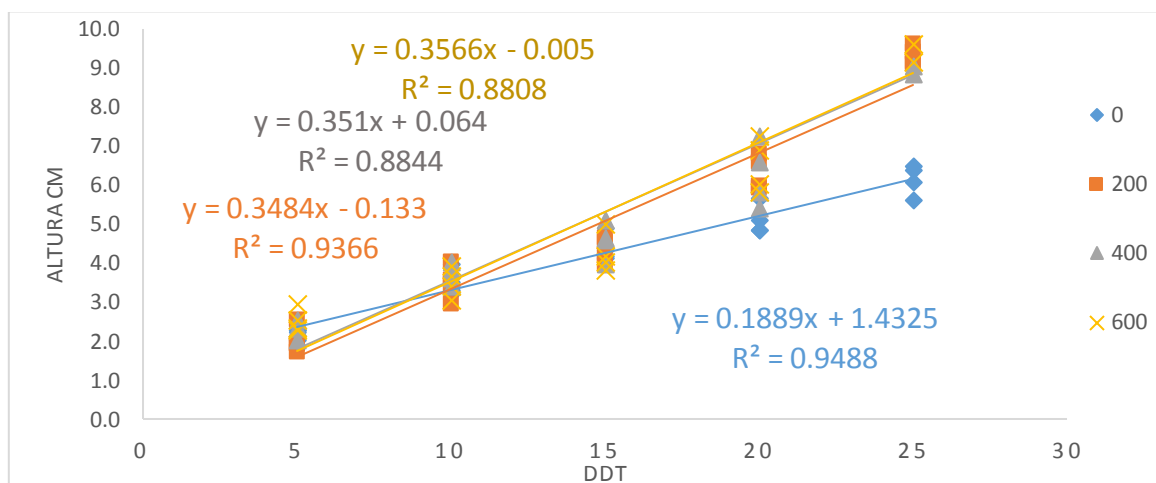
El Cuadro 4.2 muestra las estimaciones de las alturas de plántulas de *Nerium oleander* donde podemos observar que el tratamiento de 600 ppm de AG presenta el mayor incremento de 0.3778 cm por día, seguido de la dosis de 400 ppm con 0.3592 cm por día, estos dos tratamientos obtuvieron alturas parecidas a los 25 días de 8.41 y 8.347 cm para los tratamientos de 600 y 400 ppm respectivamente.

**Cuadro 4.2.** Estimación de alturas del genotipo color blanco bajo el efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico a los 5, 15 y 25 ddt. UAAAN – UL, 2018.

Genotipo	AG (ppm)	Modelo (Ecuación)	R <sup>2</sup>	Altura (cm)		
				5	15	25
Blanco	0	$y = 0.1248x + 0.6631$	0.9701	1.2871	2.5351	3.7831
Blanco	200	$y = 0.3124x - 0.448$	0.912	1.114	4.238	7.362
Blanco	400	$y = 0.3592x - 0.633$	0.8675	1.163	4.755	8.347
Blanco	600	$y = 0.3778x - 1.035$	0.9378	0.854	4.632	8.41

De la misma forma el genotipo de color rojo (Figura 13) se observa mayor respuesta en combinación con el tratamiento de 600 ppm, como se muestra en el

Cuadro 4.3, donde la ecuación  $y = 0.3566x - 0.005$  reporta que a los 25 ddt alcanzó una altura de 8.91 cm.



**Figura 13.** Efecto del ácido giberélico en el genotipo color rojo de *Nerium oleander*. UAAAN – UL, 2018.

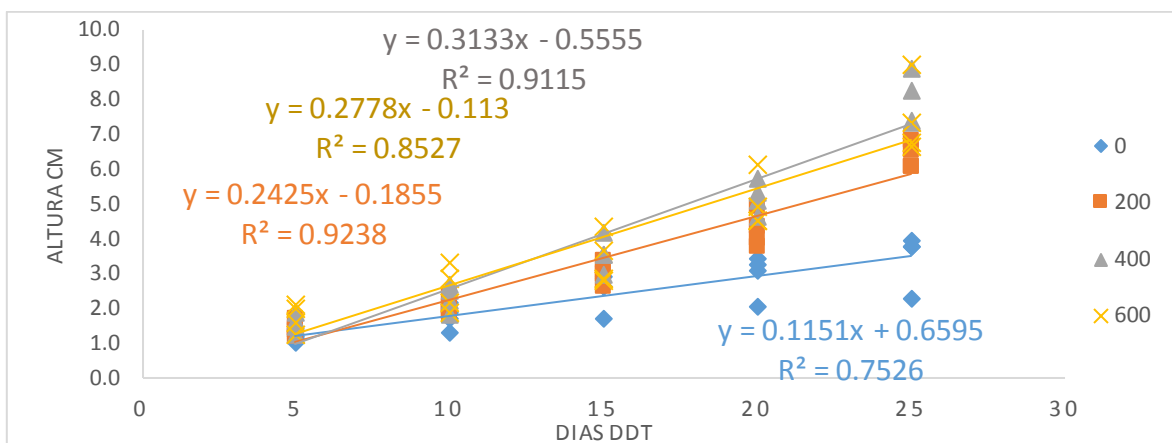
El Cuadro 4.3 muestra las estimaciones de las alturas para el genotipo de color rojo donde podemos observar que el tratamiento de 600 ppm de AG presenta el mayor incremento de 0.3566 cm por día, seguido de la dosis de 400 ppm con 0.351 cm por día, estos dos tratamientos obtuvieron alturas muy parecidas a los 25 días de 8.91 y 8.839 cm para los tratamientos de 600 y 400 ppm respectivamente.

**Cuadro 4.3.** Estimación de alturas del genotipo color rojo bajo el efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico a los 5, 15 y 25 ddt. UAAAN – UL, 2018.

Genotipo	AG (ppm)	Modelo (Ecuación)	R <sup>2</sup>	Altura (cm)		
				5	15	25
Rojo	0	$y = 0.1889x + 1.4325$	0.9488	2.377	4.266	6.155
Rojo	200	$y = 0.3484x - 0.133$	0.9366	1.609	5.093	8.577
Rojo	400	$y = 0.351x + 0.064$	0.8844	1.819	5.329	8.839
Rojo	600	$y = 0.3566x - 0.005$	0.8808	1.778	5.344	8.91

Por último tenemos el genotipo de color rosa (Figura 14) en donde se observa mayor respuesta en conjunto con el tratamiento de 400 ppm, como se muestra en

el Cuadro 4.4, donde la ecuación  $y = 0.3133x - 0.5555$  reporta que a los 25 ddt alcanzó una altura de 7.277 cm.



**Figura 14.** Efecto del ácido giberélico en el genotipo color rosa de *Nerium oleander*. UAAAN – UL, 2018.

El Cuadro 4.4 muestra las estimaciones de las alturas para el genotipo de color rosa donde podemos observar que el tratamiento de 400 ppm de AG presenta el mayor incremento de 0.3133 cm por día, seguido de la dosis de 600 ppm con 0.2778 cm por día, estos dos tratamientos obtuvieron alturas a los 25 días de 7.277 y 6.832 cm para los tratamientos de 400 y 600 ppm respectivamente.

**Cuadro 4.4.** Estimación de alturas del genotipo color rosa bajo el efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico a los 5, 15 y 25 ddt. UAAAN – UL, 2018.

Genotipo	AG (ppm)	Modelo (Ecuación)	R <sup>2</sup>	Altura (cm)		
				5	15	25
Rosa	0	$y = 0.1151x + 0.6595$	0.7526	1.235	2.386	3.537
Rosa	200	$y = 0.2425x - 0.1855$	0.9238	1.027	3.452	5.877
Rosa	400	$y = 0.3133x - 0.5555$	0.9115	1.011	4.144	7.277
Rosa	600	$y = 0.2778x - 0.113$	0.8527	1.276	4.054	6.832

Araiza (2011) realizó una investigación en la que hace representación gráfica del crecimiento promedio (cm) de semillas de *Capsicum annuum* L variedad *glabriusculum* tratadas con una dosificación de 400 ppm de ácido giberélico, durante un período de 8 semanas. En donde se puede observar que, en el trascurso de la primera semana, el crecimiento de las plántulas en promedio fue de 1 cm y al cabo de dos meses presentaron una medida de 17 cm, con una  $R^2 = 0.985$ ; esto indica que el crecimiento de la planta se realizó de manera proporcional, de este modo confirma que el ácido giberélico estimula el crecimiento de la plántula.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los resultados obtenidos por Araiza (2011) ya que los mejores resultados con respecto al crecimiento de la plántula de *Nerium oleander* se obtuvieron con dosificaciones de 400 y 600 ppm siendo este último el de mayor respuesta en dos de los tres genotipos evaluados.

Haciendo mención que para los genotipos de color blanco y rojo la dosis de mayor respuesta fue 600 ppm teniendo una mínima diferencia a la dosis realizada con 400 ppm, siendo diferente a los genotipos anteriores el color rosa obtuvo una mejor respuesta a la dosificación con 400 ppm, en dónde se observa una diferencia más remarcada con respecto a las demás dosis utilizadas.

#### **4.3. Peso de la planta en verde.**

##### **4.3.1. Peso completo**

El Cuadro 2A del apéndice nos muestra el análisis de varianza para la variable peso completo, el cual muestra que existe diferencia significativa entre genotipos (Factor A) mientras que en el ácido giberélico (Factor B) y la interacción de ambos factores muestra una diferencia altamente significativa. En el Cuadro 4.5 se observa que los mejores resultados se obtuvieron con los tres distintos genotipos en combinación con la dosis 0 ppm, alcanzando así, para rosa una media de 2.830 gramos, blanco 1.720 y para rojo una media de 1.510 gramos, siendo estos los resultados más altos.

**Cuadro 4.5.** Medias para la variable peso completo en materia verde de tres genotipos de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.

<b>Genotipo (<i>Nerium oleander</i>.)</b>	<b>Ácido giberélico (ppm).</b>	<b>Media (Gramos)</b>
Rosa	0	2.830 a
Blanco	0	1.720 b
Rojo	0	1.510 bc
Rosa	200	1.100 cd
Rojo	600	1.060 cd
Blanco	400	0.880 de
Blanco	200	0.830 de
Rojo	400	0.750 de
Rosa	400	0.690 de
Rojo	200	0.660 de
Rosa	600	0.640 de
Blanco	600	0.520 e

**DMS (0.05): 0.531**

#### **4.3.2. Peso del tallo.**

El cuadro 3A del apéndice nos muestra el análisis de varianza para la variable peso del tallo, el cual no mostró diferencia significativa en genotipos (Factor A) mientras que en el ácido giberélico (Factor B) y la interacción de ambos factores muestra una diferencia altamente significativa. En el Cuadro 4.6 se observa que los mejores resultados se obtuvieron con los tres distintos genotipos en combinación con la dosis 0 ppm, alcanzando así, para rosa una media de 1.710 gramos, blanco 1.110 y para rojo una media de 1.030 gramos, siendo estos los resultados más altos.

**Cuadro 4.6.** Medias para la variable peso del tallo en verde de tres genotipos de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.

<b>Genotipo (<i>Nerium oleander</i>.)</b>	<b>Ácido giberélico (ppm).</b>	<b>Peso del tallo (media)</b>
Rosa	0	1.710 a
Blanco	0	1.110 b
Rojo	0	1.030 bc
Rojo	600	0.790 bcd
Rosa	200	0.760 cd
Blanco	400	0.670 de
Rojo	400	0.610 de
Blanco	200	0.600 de
Rojo	200	0.530 de
Rosa	600	0.490 de
Rosa	400	0.470 de
Blanco	600	0.370 e

**DMS (0.05): 0.341**

#### **4.3.3. Peso de la raíz.**

El cuadro 4A del apéndice nos muestra el análisis de varianza para la variable peso de la raíz, el cual muestra una diferencia altamente significativa para genotipos (Factor A), ácido giberélico (Factor B) y la interacción de ambos factores. En el Cuadro 4.7 se observa que los mejores resultados se obtuvieron con los tres distintos genotipos en combinación con la dosis 0 ppm, alcanzando así, para rosa una media de 1.120 gramos, blanco 0.610 y para rojo una media de 0.480 gramos, siendo estos los resultados más altos.

**Cuadro 4.7.** Medias para la variable peso de raíz en verde de tres genotipos de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.

<b>Genotipo (<i>Nerium oleander</i>.)</b>	<b>Ácido giberélico (ppm).</b>	<b>Peso de la raíz (media)</b>
Rosa	0	1.120 a
Blanco	0	0.610 b
Rojo	0	0.480 bc
Rosa	200	0.340 cd
Rojo	600	0.270 cd
Blanco	200	0.230 d
Rosa	400	0.220 d
Blanco	400	0.210 d
Blanco	600	0.150 d
Rosa	600	0.150 d
Rojo	400	0.140 d
Rojo	200	0.130 d

**DMS (0.05): 0.233**

Para la variable peso de la planta en verde (completo, tallo y raíz) no se encontraron experimentaciones relacionados donde mencione que se tomaron pesos de este tipo en utilización de ácido giberélico, por lo que se hace relación con la obtención de las variables evaluadas en el presente trabajo.

En relación, con la evaluación de la variable desarrollo vegetativo se puede observar y deducir que la inducción del ácido giberélico en la germinación de semillas de *Nerium oleander* tiene efectos positivos en el alargamiento de la plántula, ya que en la pruebas se observó que a mayor dosificación de ácido giberélico existe mayor respuesta al alargamiento del tallo. Lo anterior, no se está



estrechamente relacionado con los resultados obtenidos en esta prueba de pesos, debido a que los mejores resultados de crecimiento se dieron con dosis altas de ácido giberélico, en esta prueba se observa con bastante claridad que los mejores pesos tanto de la planta completa, parte vegetativa y parte radicular, se obtuvieron en las combinaciones de los tres distintos genotipos y la dosificación 0 ppm. Del mismo modo la germinación se ve favorecida con la estimulación a base de dosificaciones con ácido giberélico.

## V. CONCLUSIONES

En la actualidad existen muchas exigencias de la población nacional e internacional, en la demanda de espacios con fines ornamentales; a ello está ligado la demanda de plantas con fines del mismo tipo. *Nerium oleander* es una alternativa sofisticada para la forestación y reforestación de áreas verdes, en lugares públicos y privados ya que las exigencias hídricas e insumos que demanda esta especie son escasas.

En este experimento podemos concluir que la utilización del ácido giberélico y el método de germinación “rollo de papel” contribuyen aceptablemente en mejorar el proceso de germinación en semillas de *Nerium oleander*, siempre tomando en cuenta de que a concentraciones elevadas de ácido, el resultado puede ser adverso. Del mismo modo, al suministrar concentraciones de ácido giberélico en la germinación tiene como resultado acción positiva en la elongación de plántulas pero a diferencia de la germinación aquí se obtiene los mejores resultados con concentraciones altas de dicho ácido. No se puede concluir lo mismo para los pesos de la materia en verde, debido a que el ácido giberélico estimulo de manera positiva el alargamiento de plántulas pero ello no se ve reflejado en el peso, dado que los mejores resultados tanto de la planta completa, tallo y raíz se obtuvieron con 0 concentraciones de ácido giberélico.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos con respecto a la utilización del ácido giberélico, los tres distintos genotipos utilizados de *Nerium oleander* juegan un papel muy importante para la obtención de resultados finales, debido a que acorde al genotipo (blanco, rojo y rosa) se obtienen resultados variados; esto puede deberse al tamaño y forma de las semillas de cada genotipo utilizado.

## VI. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado esta investigación podemos comentar que *Nerium oleander* L. es una planta prácticamente desconocida, haciendo énfasis en los diferentes usos que presenta. Por ello hago la recomendación de que valdría la pena abrir una línea de investigación en la aplicación y utilización de extractos de *Nerium oleander*, debido a que existen estudios deficientes en su utilización como alternativa antimicrobiana, antifúngica e insecticida.

## VII. LITERATURA CITADA.

- Akhal, F. 2015. Larvicidal activity of *Nerium oleander* against larvae west Nile vector mosquito *Culex pipiens* (Diptera: culicidae). Journal of Parasitology Research. Vol. De Investigation. 1 – 5.
- Araiza, L. 2011. Evaluación de la germinación y crecimiento de plántula de chiltepín (*capsicum annuum* L variedad *glabriusculum*) en invernadero. Revista colombiana de biotecnología. XIII, 2. 170 – 175.
- Araya, E. 2000. Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación in vitro de (*Alnus acuminata*). Agronomía Costarricense. 24, 1. 75 – 80.
- Argiropoulos, A. 2013. Morphological features of petals of *Nerium oleander* L. plant biosystems. 147, 3. 638 – 644.
- Atay, B. 2018. Evaluation of the *in vitro* anti-inflammatory activity of *Nerium oleander* L. flower extracts and activity-guided isolation of the active constituents. Records of natural products. 12, 2. 128 – 141.
- Atay, I. 2018. Evaluation of the *in vitro* anti-inflammatory activity of *Nerium oleander* L. flower extracts and activity-guided isolation of the active constituents. Records of natural products. 12, 2. 128 – 141.
- Azcon, J. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Editorial Mc Graw-Hill interamericana España. 55.
- Cabrera, R. J. 2008. Producción de Adelfa *Nerium oleander* L. en Morelos. 32. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Zacatepec, Morelos, México. 1, 2 y 3.
- Camplesi, A. 2017. Dogs poisoned with *Nerium oleander* fresh leaves: clinical and electrocardiographic findings. Ciencia Rural, Santa María. 47,6. 1 – 6.
- Castillo, G. 2007. Determinación cualitativa de giberelinas y auxinas por cromatografía de capa fina. ICIDCA. XLI, 1. 12 – 17.
- Castillo, G. 2007. Determinación cualitativa de giberelinas y auxinas por cromatografía de capa fina. ICIDCA. XLI, 1. 12 – 17.

- Celis, B. L. 2008. Estandarización y de Métodos de Detención para Promotores de Crecimiento Vegetal (Ácido Indol Acético y Giberelinas) en Cultivos Microbianos. Tesis. Licenciatura. Pontifica Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 126 P.
- Conesa, O. 2006. Métodos de propagación sexual y vegetativa de *Ziziphus lotus* (L.) Lam: ensayos de germinación de semillas y enraizamiento de esquejes. Tesis. Ingeniería, Cartagena.135.
- Couteur, D. 2002. Chronic and criminal administration of *Nerium oleander*. Clinical Toxicology. 40, 4. 523 – 524.
- Derwich, E. 2010. Antibacterial activity and chemical composition of the essential oil from flowers of *Nerium oleander*. EJEAFChe. 9, 6. 1074 – 1084.
- Di Paolo, L. A. 2010. Intoxicación Natural con *Nerium oleander*L. en Llamas (*Lama glama*) en un Establecimiento de la Provincia de Buenos Aires. Centro de Diagnóstico e Investigaciones Veterinarias. 27, 263. 1-6.
- Díaz, M. 2017. Phytotoxicity of extractos the *Dieffenbachia amoena*, *Nerium oleander*, *Raphanus sativus* and *Brasica napobrassica*. FCA UNCUYO. 49,2. 303 – 318.
- Eriksson, S. 2006. GA<sub>4</sub> is the active gibberellins in the regulation of LEAFY transcription ond arabidopsis floral initiation. Plant cell. 18.2172 – 2178.
- Fazio, L. E. 2007. Intoxicación natural por laurel de jardín (*Nerium Oleander L.*) en bovinos. Descripción de un caso. Medicina veterinaria. 88, 6. 261 – 265.
- Flores, P. 2017. Roptura de la dormición y exigencias de la luz para la germinación de semillas de *Juglans nigra*. FAVE. 16, 2. 33 – 46.
- Flores, P. 2017. Ruptura de la dormición y exigencias de la luz para la germinación de semillas de *Juglans nigra*. Revista FAVE-Ciencias Agrarias. 16, 2. 33 – 46.
- Fu, X. 2003. Auxin promotes arabidopsis root growth by modulating gibberellin response. Nature. 421. 740 – 743.

- Gallego, L. 2008. Efecto de la sobreexpresión y del silenciamiento de genes del metabolismo de giberelinas sobre el desarrollo del tabaco. Tesis. Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 103.
- Ghannoum, A. 2015. Biological potency of L: leaf extracts on mortality of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control. 25, 1. 135 – 138.
- Gluber, F. 2002. Gibberellins signalling in barley aleurone cells. Control of SLN1 and GAMYB expression. Plant Physiol. 129. 191 – 200.
- Hooley, R. 1994. Gibberellins: perception, transduction and response. Plant Mol Biol. 26. 1529 – 1555.
- Jordán, M. 2006. Hormonas y reguladores de crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. Fisiología vegetal. 15. 1 – 28.
- Khan, I. 2010. Acute cardiac toxicity of *Nerium oleander* L. inducum poisoning (kaner) poisoning. Department of medicine jawarhar lal nehru medical college. 11, 3. 115 – 116.
- King, R. 2003. Gibberellins and flowering of grasses and cereals: prizing open the lid of the “florigen” black box. Rev Plant Biol. 54. 307 – 328.
- Kumar, D. 2017. Effects of salinity and drought on growth, ionic relations, compatible solutes and activation of antioxidant systems in oleander (*Nerium oleander* L.). Plos ONE. 12, 9. 1 – 12.
- Lara, J. 2011. Contribución al conocimiento de los insectos visitantes florales de Apocynaceae en la Península Ibérica. Micobotanica – Jaen.6, 3. 189 – 195.
- Lara, J. 2017. Polinizadores de las Apocynaceae ibérica. Micobotanica-Jaen. 12, 3. 1-6.
- Magnitskly, V. S. 2007. El efecto del nitrato de potasio, del ácido giberélico y del ácido indolacético sobre la germinación de semillas de Agraz (*Vaccinium*

- meridionale* Swartz). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 1, 2. 137 – 41.
- Merola, R. 2012. Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Trabajo final. Post-grado. Monte Video, Uruguay. 34.
- Mohadjerani, M. 2012. Antioxidant activity and total phenolic content of *Nerium oleander* L. grown in north of Irán. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 11, 4. 1121 – 1126.
- Muños, B. 2004. Germinación, dormancia y longevidad potencial de las semillas de *Guazuma ulmifolia*. Pastos y forrajes. 27,1. 25 – 33.
- Omer, S. 2018. Allelopathic effects of flower extract of oleander (*Nerium oleander*) on the germination of seed and seedling growth of *Lolium multiflorum*. University of science and technology. 8, 1. 309 – 317.
- Orozco, H. 2003. Competitividad local de la agricultura ornamental en Mexico. Ciencia Ergo – Sum, revista científica multidisciplinaria de prospectiva. 10, 1. 29 – 42.
- Pagen, F. 1988. Series of revisions of Apocynaceae *Nerium oleander* L. and the oleander cultivars. XX. Agricultural University. Países Bajos. 19 – 23.
- Pérez, C. 2007. Germinación de semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Benth) barneby (fabaceae). Tesis. Licenciatura. Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto Hidalgo. 28.
- Pérez, J. 1994. Los adelfares en la provincia corológica Luso-Extremadurensis (Península Ibérica). Stvdia botánica. 12. 203 – 218.
- Pérez, J. 2014. Ruptura de dormancia en semillas de especies del genero Nicotina. Centro Agrícola. 41,1. 53 – 60.
- Rendón, A. 2007. Plantas con potencial de uso ornamental del estado de Morelos, México. Polibotanica. 23. 121 – 165.

- Richards, D. 2001. How gibberellin regulates plant growth and development. *Rev Plant Physiol Plant Moi Biol.* 52. 67 – 88.
- Roca, D. 2013. Estudio de la demanda de nutrientes en intervalos de tiempo cortos durante la fase reproductiva de *Nerium oleander L.* instituto valenciano de investigaciones agrarias. 46113. 1837-1842.
- Saldivar, I. P. 2010. Ácido giberélico en la germinación de semillas *Jaltomata procumbens (Cav.) J. L. Gentry.* *Agronomía Mesoamericana.* 21, 2. 327 – 331.
- Saldívar, P. 2010. Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens (CAV) J.L Gentry.* *Agronomía Mesoamericana.* 22, 2. 327 -337.
- Salisbury, F. 1992. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México.
- Sanabria, V. D. 2001. Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de *Centrosema rotundifolium.* *Bioagro.* 13, 3. 117–124.
- Sanchez, J. 2002. Correlación entre el tamaño de la semilla, la dormancia, la germinación y el vigor de las plántulas de *Calophyllum pinetorum.* *Revista del jardín botánico nacional.* 23,1. 75 – 84.
- Sayed, S. 2016. Larvicidal, biological and genotoxic effects, and temperature-toxicity relationship of some leaf extracts of *Nerium oleander* (Apocynaceae) on *Culex pipiens* (Diptera: culicidae). *J Arthropod-Borne Dis.* 10, 1. 1 – 11.
- Singhal, K. 2011. Some *Nerium oleander* central nervous system activities of *Nerium oleander L.* flower extract. *Trop J Pharm Res.* 10, 4. 455 – 461.
- Tanimoto, E. 2005. Regulation of root growth by plant hormones-roles for auxin and gibberellin. *Critical reviews in plant sciences.* 24. 249 – 265.
- Tejedor, L. I. 2010. Estudio de la Absorción y Distribución del Mercurio en *Nerium oleander L.* en la Rivera del Rio Valdeazogues. 1214. CIEMAT. Madrid España. 10.



- Tirumalasetti, J. 2015. Evaluation of skeletal muscle relaxant activity of aqueous extract of *Nerium oleander* flowers in albino rats. Indian journal of pharmacology. 47, 4. 409 – 413.
- Tomas, S. 2005. Gibberellins metabolism and signaling. Vitam Horm. 72. 289 – 338.
- Uslu, O. 2018. Allelopathic effects of flower extract of oleander (*Nerium oleander*) on the germination of seed and seedling growth of *Lolium multiflorum*. Fen Bilimleri Enst. Der. 8, 1. 309 – 317.
- Zevallos, P. 2003. Caracterización morfológica de plantas de “uña de gato” *Uncaria tomentosa* (willdernow ex Roemer y Schultes), D.C.Y. *U. guianensis* (aublet) gmelin del bosque nacional Alexander Von Humbold, Lima; Peru. Ecologia aplicada. 12. 41 – 46.

### VIII. Apéndices

**Cuadro 1A.** Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en semillas de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico. UAAAN – UL, 2018.

Fuete de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	Sig.
Bloques	1	8.167	8.167	0.332	0.576
Genotipo	2	218.083	109.042	4.429	0.039
AG	3	3000.667	1000.222	40.624	0.000
Gen * AG	6	4563.583	760.597	30.892	0.000
Error	11	270.833	24.621		
Total	23	8061.333			
<b>C.V = 32.90</b>		<b>Media: 74.833</b>			

**Cuadro 2A.** Análisis de varianza para la variable pesos completos de la materia verde de tres genotipos de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	Sig.
Genotipo	2	2.796	1.398	3.911	0.023
AG	3	34.162	11.387	31.856	0.000
Gen * AG	6	10.047	1.675	4.685	0.000
Error	108	38.605	0.357		
Total	119	85.610			
<b>C.V = 32.48</b>		<b>Media: 1.099</b>			

**Cuadro 3A.** Análisis de varianza para la variable pesos del tallo en verde de tres genotipos de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	Sig.
<b>Genotipo</b>	2	0.606	0.303	2.062	0.132
<b>AG</b>	3	10.982	3.661	24.906	0.000
<b>Gen * AG</b>	6	3.581	0.597	4.061	0.001
<b>Error</b>	108	15.874	0.147		
<b>Total</b>	119	31.044			
<b>C.V = 19.29</b>		<b>Media: 0.762</b>			

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza para la variable pesos de la raíz en verde de tres genotipos de *Nerium oleander* sometidas a diferentes concentraciones de ácido giberélico desde su germinación. UAAAN – UL, 2018.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada	Sig.
<b>Genotipo</b>	2	0.904	0.452	6.559	0.002
<b>AG</b>	3	6.411	2.137	30.991	0.000
<b>Gen * AG</b>	6	1.739	0.290	4.203	0.001
<b>Error</b>	108	7.447	0.069		
<b>Total</b>	119	16.501			
<b>C.V = 20.41</b>		<b>Media: 0.338</b>			