

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato

**POR
MA. DEL CONSUELO MACIAS ESQUIVEL**

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIA PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato

POR:
MA. DEL CONSUELO MACIAS ESQUIVEL

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:

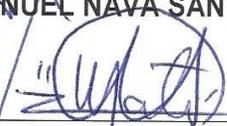
PRESIDENTE


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

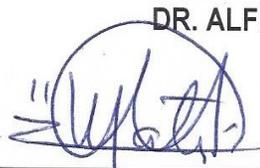
VOCAL

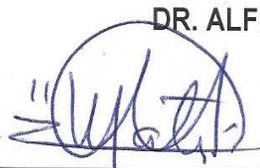

ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL


DR. ALFREDO OGAZ


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato

POR:
MA. DEL CONSUELO MACIAS ESQUIVEL

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

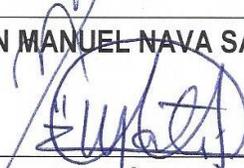
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

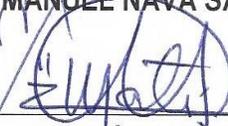
ASESOR PRINCIPAL


M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR

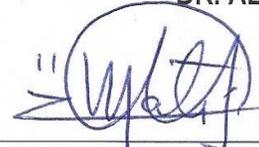

ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR


DR. ALFREDO OGAZ


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme la vida, la salud y la realización de este sueño.

A mi madre. Juana Esquivel Corral. Por ser esa mujer con inmensa fortaleza, gran ejemplo para mí, por ser mi brazo derecho, por amarme tanto, por creer en mí, y por muchas otras cosas más, la mejor Madre, infinitamente agradecida.

A mis hijos. Santiago Ramón, Ángel Ronaldo, Diego Iván, por ser mi mayor fuente de amor e inspiración y por ser el motor principal de mi existencia, por sacar la mejor parte de mí para ser un buen ejemplo para sus vidas.

A mi padrino Villa y a mi madrina y tía Graciela (qepd) por todo su amor y apoyo incondicional por ser un gran ejemplo de perseverancia, por creer en mí por motivarme a superarme, por estar ahí en los momentos más difíciles de mi existencia,

A mis tios: Benito, Bertha por su amor, por creer en mí y por su apoyo incondicional.

A mis hermanos, Bertha Graciela y Agustín por su complicidad, amor, respaldo y sobre todo el amor y apoyo recibido.

A todos mis maestros. Al personal Docente y Administrativo del Depto. de Horticultura, por su apoyo, enseñanzas, solidaridad y amistad hacia mi persona, especialmente a mis asesores, Mtra. Francis, Ing. Nava, M.E. Cueto, Dr. Ogaz, y Brenda.

A mi jefa y amiga **M.C. Sonia López Galindo**, por su gran apoyo, cariño y amistad.

DEDICATORIAS

En memoria de: Daniella Odeth Mendoza Macías

Santiago Ramón Mendoza Moreno

Jaime Macías García

RESUMEN

La vermicompost es una alternativa viable para la producción de ornamentales de maceta ya que constituye un almacén de nutrientes y es un fertilizante orgánico de bajo costo; sin embargo hay desconocimiento en las proporciones ideales para el desarrollo efectivo de variedades de alcatraz de color como *Zantedeschia rehmannii* Engl. El objetivo de la presente investigación fue observar el comportamiento fenológico de *Zantedeschia rehmannii* Engl y evaluar el porcentaje de vermicompost más adecuado para su desarrollo y producción. La investigación se realizó en un invernadero de la UAAAN –UL. Torreón, Coah. en el año 2016. Se utilizó vermicompost, arena y perlita en las siguientes proporciones 10:80:10, 20:70:10, 30:60:10, 40:50:10, 0:90:10. (Solución universal Steiner 90% testigo). Las macetas se dispusieron en un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y 10 repeticiones. Se evaluó altura de planta, longitud de escapo floral, longitud de espata, número de hojas, número de brotes por rizoma y número de flores. En las variables de altura de planta, longitud de escapo floral y longitud de espata se obtuvo diferencia altamente significativa sobresaliendo el testigo (SNS); en las variables altura de planta y longitud de escapo floral el 40% de vermicompost fue estadísticamente igual al testigo, mientras que el 20% lo fue en las variables de longitud de escapo floral y longitud de espata, asimismo; cuantitativamente sobresalió en número de hojas, número de brotes y número de flores, superando al testigo.

Palabras clave: ornamentales, orgánico, fenológico, escapo, floral

ÍNDICE

Contenido

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
INDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Producción mundial de ornamentales	4
2.1.1 Producción a nivel mundial de alcatraz.....	4
2.1.2 Producción nacional de ornamentales	4
2.1.3 Producción nacional de alcatraz	5
2.3 Producción de ornamentales en maceta.....	5
2.4 Origen del Alcatraz	6
2.5 Taxonomía	7
2.5.1 Variedades.....	8
2.6 Morfología	12
2.6.1 Raíz.....	12
2.6.2 Tallo modificado (rizoma)	13
2.6.3 Tallo o escapo floral	14
2.6.4 Hojas.....	15
2.6.5 Inflorescencia (Flor o espata)	16
2.6.5 Infrutescencia.....	18
2.6.6 Semilla.....	19
2.7 Formas de reproducción del alcatraz	19
2.7.1 Propagación por semillas	19
2.7.2 Propagación vegetativa	20

2.7.3 Cultivo de tejidos	21
2.8 Fenología del alcatraz.....	22
2.8.1 Etapas	22
2.9 Factores climáticos.....	22
2.9.1 Temperatura	22
2.9.2 Altitud.....	23
2.9.3 Requerimientos de luz	23
2.9.4 Riego	24
2.10 Plagas.....	25
2.10.1 Trips (<i>Frankiniella tritici</i> , <i>F. moultoni</i> y <i>F. occidentalis</i>).....	25
2.10. 2 Pulgones (<i>Myzus sp</i>)	25
2.11 Enfermedades.....	26
2.11. 1 Mancha foliar (<i>Alternaria dianthi</i> , <i>A. dianthicola</i> y <i>A. porri</i>).....	26
2.11.2 <i>Erwinia spp</i>	26
2.11.3 Tizón o pudrición (<i>Phytophthora sp</i>).....	26
2.11.4 Trastornos fisiológicos	27
2.12 Producción de ornamentales en maceta en México	28
2.13 Sustratos	28
2.13.1 Sustratos inorgánicos	29
2.13. 2 Sustratos orgánicos	30
2.14 Vermicompost	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera.....	34
3.2 Ubicación del experimento	34
3.3 Descripción del invernadero.....	35
3.4 Diseño Experimental	35
3.5 Sustratos utilizados	35
3.6 Material Vegetal	36
3.7 Trasplante para Emergencia.....	36
3.8 Trasplante en maceta	37
3.9 Riego.....	37
3.10 Labores culturales	37

3.10.1 Tutorado.....	37
3.10.2 Control Fitosanitario.....	37
3.11 Variables a evaluar.....	38
3.11.1 Altura de planta.....	38
3.11.2 Número de Hojas.....	38
3.11.3 Número de Brotes	38
3.12.4 Número de flores.....	38
3.12.5 Longitud de tallo	39
3.12.6 Longitud de espata y espádice (flor)	39
3.13 Variables de observación	39
3.13.1 Longitud de rizomas.....	39
3.13.2 Ancho de rizoma.....	39
3.14.3 Media de diámetro de Espata	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Altura de planta (Tallo y espata cm).....	40
4.2 Longitud del escapo floral.....	43
4.3 Longitud de flor (espata y espádice).....	45
4.4 Número de hojas.....	47
4.5 Número de brotes por rizoma	50
4.6 Número de flores	51
V. CONCLUSIONES.....	57
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Porcentaje de sustratos a base de vermicompost, arena, perlita, y testigo (Solución Universal Steiner al 90%) para el Comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.	36
Cuadro 2	Resumen de resultados obtenidos al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Planta del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta a vermicompost en el sustrato.....	7
Figura 2	Clasificación de variedades de <i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.....	10
Figura 3	Características morfológicas del alcatraz <i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.....	11
Figura 4	Raíz del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	12
Figura 5	Tallo modificado del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	13
Figura 6	Tallo escapo floral del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	14
Figura 7	Hoja obtenida en el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	15
Figura 8	Partes de flor (espata y espádice) del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato	16
Figura 9	Diferentes tonalidades de flor (espata y espádice) obtenidas en el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato....	17
Figura 10	Diferentes tonalidades de flor (espata y espádice) del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	18
Figura 11	Semilla obtenida en el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	19
Figura 12	Cultivo de tejidos obtenido en el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	21
Figura 13	Espata doble obtenida del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	27
Figura 14	Hoja coloreada obtenida en el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	27
Figura 15	Gráfica de altura de planta del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	41

Figura 16	Gráfica de longitud de escapo floral del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	43
Figura 17	Gráfica de longitud de flor (espata y espádice) 1 del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	46
Figura 18	Gráfica de número de hojas en el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	48
Figura 19	Gráfica de número de brotes del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	50
Figura 20	Gráfica de número de flores del comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmannii</i> Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	52
Figura 21	Ciclo de crecimiento obtenido al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (<i>Zantedeschia rehmanii</i> Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.....	54

I. INTRODUCCIÓN

Los sectores más intensivos de la agricultura ornamental impulsaron la producción de flores en contenedores y materiales diversos conocidos como sustratos, y desplazaron la producción tradicional del cultivo en suelo. (Borges *et al.*, 2016).

Los costos elevados de los sustratos, la preocupación creciente por el deterioro de los ecosistemas y la sobreexplotación de los recursos naturales propician la búsqueda constante de sustratos alternativos, que cumplan con las funciones de sostén y de nutrición y que sean materiales disponibles, económicos y no dañen el ambiente. (Estrada, *et al.*, 2016).

Dentro de los abonos orgánicos más utilizados hoy en día se encuentran los estiércoles de animales, algunos abonos minerales y los llamados biofertilizantes como la lombricomposta (vermicompost) (SAGARPA, 2008).

Entre las ventajas que ofrece el uso de compost y vermicompost están que constituyen un almacén de nutrientes especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y micronutrientes, y los va liberando lentamente, dando como resultado una agricultura más sustentable y económica en término de trabajo, insumo de fertilizante y degradación de los suelos. (García, 2011; Varela y Martínez, 2013).

A nivel nacional durante 2013, fueron cultivadas 23 mil 088 hectáreas de ornamentales, con un valor de producción de seis mil 337 millones de pesos. Esta actividad participan 25 mil 500 productores de flor de corte, plantas en maceta, follaje de corte y de maceta. (SAGARPA, 2015)

El género *Zantedeschia* ofrece una amplia diversidad de usos para la industria ornamental como flor de corte, en maceta y como planta de jardín; es preferido por los floristas debido a los colores de sus espatas (García, 1996). *Zantedeschia rehmannii* Engl presenta una espata con forma de trompeta, de color rosado, esta especie es la cala enana, cultivada principalmente para maceta. (Semmann y Hoffens, 1999).

En México, se cultiva principalmente el alcatraz blanco (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) o Criollo a cielo abierto en ámbitos templados y húmedos, y la experiencia en otros cultivares es limitada. (Cruz, *et al.*, 2008). Las plantas diferentes al color blanco presentan tonalidades que resultan atractivas a los consumidores que buscan flores llamativas y cultivares vistosos. De esta manera, el registro de variedades nuevas abre posibilidades competitivas e innovadoras para los productores de alcatraz. (UAM, 2016)

1.1 Objetivos

1. Evaluar el comportamiento fenológico del alcatraz en maceta con vermicompost como sustrato
2. Determinar el porcentaje de vermicompost en el sustrato que incremente la productividad de alcatraz en maceta

1.2 Hipótesis

- El mayor porcentaje de vermicompost en el sustrato incrementa la productividad de alcatraz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción mundial de ornamentales

En el mundo, la producción y comercialización de plantas ornamentales es una importante actividad agrícola con un valor de 44,000 millones de dólares por año, en donde Holanda, Colombia, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido son los principales países productores. (Dávila, 2016)

2.1.1 Producción a nivel mundial de alcatraz

A nivel mundial los países productores de alcatraz son: Estados Unidos de Norteamérica, Nueva Zelanda, e Italia. La producción puede ser bajo dos sistemas: protegido y a cielo abierto, como ocurre en áreas con clima templado (Wright y Burge, 2000)

2.1.2 Producción nacional de ornamentales

Las ornamentales en México cobran gran importancia durante los últimos 10 años muestran una tendencia a la alza en especies de alto valor. Actualmente nuestro país ocupa el tercer lugar en el mundo de superficie plantada, con un valor de la producción de 5,656 millones de pesos. (Dávila, 2016).

Actualmente, 80% de la producción de plantas ornamentales está destinado a satisfacer el mercado local y se dirige principalmente a la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, el resto de la producción se destina al mercado exterior, como esquejes y flor de corte. (Dávila, 2016)

En la actualidad el Alcatraz y sus híbridos, son muy apreciados en el mercado nacional, por lo tanto, al introducir nuevas variedades de alcatraz de diversos colores, se espera que genere un nuevo mercado de exportación (Leszczyńska y Borys, 2002).

2.1.3 Producción nacional de alcatraz

Las principales entidades en este campo son el estado de México con una superficie cosechada de 6,055 hectáreas, Puebla con 4,033 hectáreas y Morelos con 1,494 hectáreas. Las plantas diferentes al color blanco presentan tonalidades que resultan atractivas a los consumidores que buscan flores llamativas y cultivares vistosos. De esta manera, el registro de variedades nuevas abre posibilidades competitivas e innovadoras para los productores de alcatraz. (UAM, 2016)

2.3 Producción de ornamentales en maceta

Según Ansorena (1994) en la horticultura ornamental el contenedor puede usarse para producir: flor de corte, como: agapando, gladiola, liliium, nardo, ave de paraíso, rosa, girasol, lissanthus, alcatraz y estaticice, 2) follaje como ficus, helechos, araucarias, teléfonos, hiedras, etc., 3) plantas en maceta con flores como: impatiens, petunias, kalanchoes, nochebuenas, anturios, crisantemos, *Chrysanthemum moifolium* Remat, zampasúchil, pensamientos, begonias, vincas, alcatraz, *Shamphiphyllum*, *Lilium*, bromelias, orquídeas, hortensias, *gerberas* y *Cyclamen*.

El cultivo de plantas en sustrato presenta ventajas sobre el cultivo tradicional en suelo debido a que existen diferencias fundamentales entre ambos: 1) existe una interacción directa entre la planta y las características del contenedor (altura, diámetro, etc.), 2) el volumen del sustrato es limitado y las plantas absorben de él todos los nutrientes además de oxígeno y agua, 3) bajo temperaturas controladas, los niveles nutrimentales de los sustratos, la absorción de agua y la transpiración tienden a ser más altos debido a que el tiempo de apertura de los estomas es mayor y 4) los sustratos son altamente porosos con respecto al suelo, permitiendo el riego constante de los cultivos sin permitir la existencia de problemas de hipoxia (Abad,1993; Pastor,1999).

2.4 Origen del Alcatraz

El origen del alcatraz se encuentra en las zonas templadas frías ubicadas en el sur y este de África, (Bahamonde, 2006), donde existen seis especies nativas de este género (Sánchez, 2001); en Nueva Zelanda se han llevado a cabo una nueva selección para producir flores en una amplia gama de colores (Salinger, 1994).El nombre del género se dio en honor al botánico italiano Giovanni Zantedeschi por el británico alemán Kurt Sprengel, esta planta es reconocida en el todo el mundo por el nombre de cala que significa “Kalos=bonito” según Corr (1993); cabe destacar que el alcatraz es reconocido por varios nombres comunes tales como: cartucho, aro de Etiopia, lirio cala, o cala lili. (Cruz *et al.*, 2001)

2.5 Taxonomía

Sánchez (2001) describe la taxonomía del alcatraz de la siguiente manera:

Reino: *Plantae*

División: *Espermatophyta*

Subdivisión: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Monocotyledonae*

Orden: *Spadiciflorae*

Familia: *Araceae*

Subfamilia: *Philodendroidae*

Tribu: *Zantedeschieae*

Género: *Zantedeschia*

Especies: (*Z. aethiopica*, *Z. rehmannii*, *Z. jucunda*, *Z. elliotiana*, *Z. petlandii*, *Z. albomaculata* y *Z. adorata*)

Género: *Zantedeschia*

Variedad: *rehmannii* Engl.



Figura 1. Planta del comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato.

2.5.1 Variedades

Las variedades de *Zantedeschia* se han dividido en dos grupos de acuerdo a características tales como: su órgano de reserva, persistencia de su follaje, época de floración (Snijder y Tuyl 2002), morfología, hábitos de crecimiento y adaptación a diferentes condiciones climáticas (Armitage, 1993).

Grupo uno: Integrado únicamente por *Zantedeschia aethiopica* L. Spreng (alcatraz blanco), especie perenne cuyo hábitat natural son zonas húmedas donde permanece siempre verde.

Grupo dos: Formado por el alcatraz de color como: *Z. rehmannii*, *Z. elliotiana*, *Z. albomaculata*, *Z. jucunda*, *Z. pentlandii* y *Z. odorata*, su follaje sufre senescencia completa después de verano y no toleran suelos con exceso de humedad (Seemann y Hoffens, 1999).

Según Larson (1988) *Zantedeschia aethiopica* (Alcatraz cartucho); *Zantedeschia elliotiana* (Alcatraz dorado o amarillo); *Zantedeschia rehmannii* (Alcatraz rosado)(conocidas colectivamente como alcatraz).

Zantedeschia aethiopica tiene una espata blanca y fragante de 15 a 22 cm de largo que se va afilando hasta un vértice; la *Z. elliotiana* tiene una espata con forma de trompeta amarilla de 12 cm de largo; y la *Zantedeschia rehmannii* tiene una espata rosa o rosada y es enana. (Larson 1988).

La apreciada cala blanca *Zantedeschia aethiopica* procede de las regiones pantanosas de Sudáfrica donde los veranos son muy secos, en el mercado también hay bulbos de *Zantedeschia rehmannii* con flores de color rosa, y *Zantedeschia elliottiana* con flores de color amarillo (Heitz, 1994)

Los cultivares utilizados actualmente son originados por cruzamiento entre especies del grupo dos, donde se han generado más de 120 híbridos de diferentes colores como por ejemplo: Cameo, Mango, Elliott, Tahere, Apricot Orange, entre otros (Seemann y Hoffens, 1999). A partir de *Z. aethiopica* se ha logrado crear dos variedades, "Childsiana y "Green Goddess" (Funell, 1993), a través del cultivo *in vitro*, se han obtenido variedades de diferentes colores como la Fandango (morado), Black Magic (amarillo con centro negro) Goldel Afierre (amarillo con centro dorado) y Pacific Pink (rosa) (Lopes *et al*, 2005).

Figura 2. Clasificación de variedades de *Zantedeschia rehmannii* Engl. Tomada del artículo Calla History and Culture.(Kuehny, 2000).

Table 1. *Zantedeschia* species and cultivars used for commercial production (T. Lukens, personal communications; van Scheepen, 1991).

Species and cultivar	Flower color
<i>Z. asthiopica</i> (L.) Sprengel	Green at base outside, otherwise white
Childsiana	White
Devoniensis	Large white
Gigantea	Sulphur-yellow with small purple-black blotch
Green Goddess	Green
Little Gem	Small white
Perle von Stuttgart	Small white
White Giant	Large white
White Superior	Large creamy white
White Swan	Ivory-white
<i>Z. albomaculata</i> (Hook.) Baill.	Dark purple inside base, elsewhere white, cream, straw-colored, greenish yellow, or rarely pink
Aurata	Yellow
Best Gold	Dark yellow
Black Eyed Beauty	Cream/white
Bridal Blush	Naples yellow
Cameo	Salmon to pale apricot
Candy	Dark pink
Carmine Red	Violet-purple
Crowbrough	White
Little Jimmy	Cream white
<i>Z. albomaculata</i> (Hook.) Baill. subsp. <i>albomaculata</i>	White, ivory or cream, rarely pale yellow or coral-pink
<i>Z. albomaculata</i> (Hook.) Baill. subsp. <i>macrocarpa</i> (Engl.) Letty	Cream or straw-colored
<i>Z. albomaculata</i> (Hook.) Baill. <i>»elliottiana</i> (Wats.) Engl.	Yellow, with crimson blotch at the base
Hybrid Yellow or Golden Star	Bright yellow
<i>Z. eliottiana</i> (Wats.) Engl.	Bright golden-yellow
Galaxy	Dark Indian-lake
Golden Sun	Canary yellow
Harvest Moon	Lemon-yellow
Heart Glow	Fiery red
<i>Z. eliottiana</i> (Wats.) Engl. <i>»adlami</i> Leichtlin	Sulphur-yellow, black blotch
<i>Z. eliottiana</i> (Wats.) Engl. <i>»asthiopica</i> (L.) Sprengel <i>»elliottiana</i>	
<i>Z. eliottiana</i> (Wats.) Engl. <i>»albomaculata</i> (Hook.) Baill. subsp. <i>albomaculata</i> Taylori	Yellow with dark blotch
<i>Z. eliottiana</i> (Wats.) Engl. <i>»pentlandii</i> (Wats.) Wittm.	
After Glow	Rounded, peach-orange, red in throat
Aztec Gold	Rounded, gold maturing to burnt orange
Black Magic	Rounded, clear-yellow, throat black
Crystal Glow	Pale pink
Golden Affair	Oval, clear yellow
Majestic Red	Pointed, rich deep red
Mauve Mist	Pointed, clear mauve
Pacific Pink	Oval pointed, slightly fluted, bright pink
Pastel Magic	Pointed with wavy edge, clear lemon
Pink Persuasion	Oval to pointed, rich pink
Pixie	Pointed, apricot
Regel Charm	Large pointed, blushed orange-red at maturity
Vanity Fair	Pointed, pale yellow with pink flush
Velvet Cream	Cream
<i>Z. eliottiana</i> (Wats.) Engl. <i>»rehmannii</i> Engl. Flame	Yellow blushing red
<i>Z. jucunda</i> Letty	Bright golden-yellow with a dark purple area inside at base
Lavender Petite	Fuchsia-purple
Maroon Dainty	Violet-purple
Mrs. Roosevelt	Creamy yellow
<i>Z. rehmannii</i> Engl.	White to pink or dark purple
Carmines	Large, dark carmine
Crystal Blush	White dark purple (at pollen shed)
Gem Lavender	Lavender purple
Gem Rose	Deep rose
Little Suzy	Pink
Soft Glow	Barium-yellow
Tony	Aureolin
<i>Z. rehmannii</i> Engl. <i>»albomaculata</i> (Hook.) Baill. subsp. <i>albomaculata</i>	Intense pink color
<i>Z. rehmannii</i> Engl. <i>»elliottiana</i> (Wats.) Engl.	Brilliant red
<i>Z. rehmannii</i> Engl. <i>»elliottiana</i> (Wats.) Engl. Ragionieri	White tinged pink
<i>Z. rehmannii</i> Engl. <i>»pentlandii</i> (Wats.) Wittm.	Rounded, mauve-pink
<i>Z. rehmannii</i> Engl. <i>»pentlandii</i> (Wats.) Wittm. Marguerite	Salmon-pink
<i>Z. sp.</i> Rubylike Rose	Deep rose
<i>Z. sp.</i> Rubylike Pink Ice	Cool pink (to lavender outdoors)
<i>Z. sp.</i> Garnet Glow	Bright hot pink
<i>Z. sp.</i> Treasure	Bronze orange
<i>Z. sp.</i> Mango	Orange red with bronze overlay
<i>Z. sp.</i> Super Gem	Deep rose (to rose-lavender outdoors)

Figura 3. Características morfológicas del alcatraz. Tomada del artículo The Genus *Zantedeschia*. (Cyhna, 1973).



PLATE 2.—*Zantedeschia rehmannii* Engl. From Wild Flowers of the Transvaal, Pl. 3 (1962).

2.6 Morfología

2.6.1 Raíz

Posee raíces carnosas, adventicias, ramificadas provenientes de un rizoma del cual parten hojas e inflorescencias (Funell, 1993); las principales son blancas, gruesas y simples (Sánchez, 2001).



Figura 4. Cultivo de tejidos del comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN-UL. 2017

2.6.2 Tallo modificado (rizoma)

El tallo es un rizoma tuberoso del cual surgen hojas arrosetadas (González *et al*, 1999); tiene un hábito de crecimiento simpódico con yemas dominantes que emergen primero de los rizomas produciendo tallos primarios (Paredes, 2006).

Es un órgano de reserva que le permite sobrevivir en estaciones desfavorables, permaneciendo en un estado de reposo y por lo tanto no presentan crecimiento aéreo (Jacobs, 1997) manteniendo vivo sólo el rizoma o tubérculo el cual desarrolla numerosas yemas una vez que el agua es disponible (Corr, 1993)



Figura 5. Tallo modificado o rizoma observado en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN. 2017.

2.6.3 Tallo o escapo floral

Seemann y Hoffens (1999) mencionan que el espádice junto con la espata están sostenidos por un carnoso y erguido tallo o escapo floral, el cual normalmente alcanza la altura del follaje, y muchas veces lo sobrepasa. Cada tallo floral da origen a una inflorescencia rodeada por su espata.



Figura 6. Tallo o escapo floral obtenido en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN. 2017.

2.6.4 Hojas

El crecimiento es simpódico, es decir, consta de un solo tallo principal y dos hojas protectoras de la espata, ubicadas debajo de ésta (Paredes, 2006).

Presenta hojas acorazonadas, con limbo de 28 a 60 cm de longitud y de 5 a 25 cm de ancho sostenido por un peciolo esponjoso de 30 a 100 cm de largo, la base es una vaina membranosa, pudiendo tener manchas claras o poco apreciables (Salinger 1991). Las hojas pueden presentar manchas traslúcidas, fenómeno conocido como maculación (Jacobs, 1997) En las formas enanas provenientes de *Z. rehmarii*, son en forma de lanza (Salinger, 1991).



Figura 7. Hoja obtenida en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmarii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN. 2017.

2.6.5 Inflorescencia (Flor o espata)

La parte decorativa se llama espata que envuelve un espádice, eje donde están ubicadas las flores verdaderas, el espádice tiene flores masculinas en la parte superior y femeninas por debajo de éstas (Salinger, 1991). Según Sánchez (2001) las flores son unisexuales y carentes de perianto. La *Zantedeschia rehmannii* tiene una espata rosa o rosada y es enana. (Larson 1988).

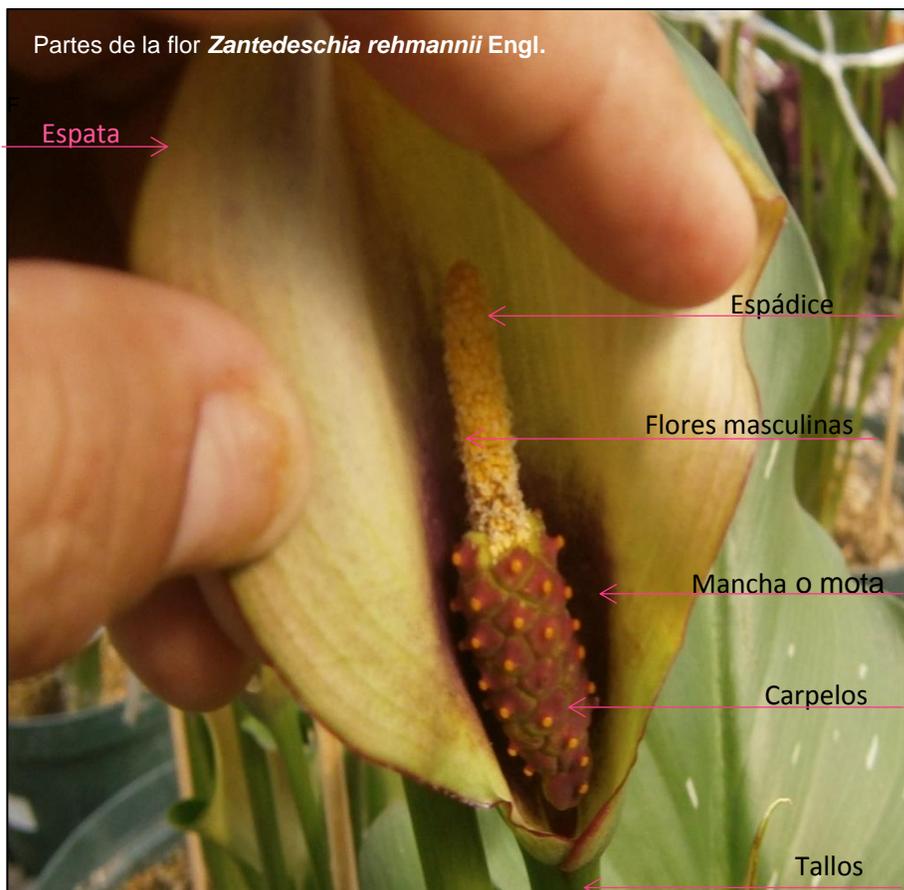


Figura 8. Partes de flor (espata y espádice) en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN. 2017.



Figura 9. Diferentes tonalidades en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl. en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN-UL. 2017.



Figura 10. Diferentes tonalidades en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl. en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN-UL. 2017.

2.6.5 Infrutescencia

Está conformada por numerosas bayas de color verde y es de consistencia firme al madurar (Armitage, 1993), con una o más semillas, con endospermo y embrión recto (García, 2010).

2.6.6 Semilla

La semilla del alcatraz tiene forma de baya, y se caracteriza por presentar color verde en estado juvenil. Cuando las semillas maduran, las semillas se tornan de color naranja con presencia de un manto mucilaginoso. Las semillas presentan un tamaño promedio de 0.5 cm (Paredes, 2006)



Figura 11. Semilla obtenida en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN-UL. 2017.

2.7 Formas de reproducción del alcatraz

2.7.1 Propagación por semillas

Se encuentra limitada a las especies “verdaderas” y es utilizada únicamente en los programas de fitomejoramiento e hibridación (Armitage, 1993); se realiza la siembra en primavera formándose en otoño pequeños rizomas, requiriéndose dos ciclos de crecimiento para la obtención de rizomas con tamaño de floración (4-5

cm de diámetro): es decir, la floración ocurre tres años después de la plantación (Ngamau, 2008).

2.7.2 Propagación vegetativa

Es la más utilizada para incrementar la disponibilidad de material vegetativo, aunque se debe tener cuidado de no introducir organismos patógenos al material. La división se hace a los rizomas maduros, que tengan por lo menos dos años de edad, cortando por secciones individuales en el punto de unión con los rizomas madre, o bien cortando los rizomas en secciones, asegurando que cada una posea al menos una yema latente. Dos años después de la plantación se puede obtener rizomas con tamaño floral (Guaqueta Trading Group, 2006).

Hatman (*et al* 1999) menciona que la propagación de macollos y rizomas, la división es el procedimiento ordinario para propagar plantas que tienen una estructura rizomatosa, en general se efectúa al comienzo del período de crecimiento (como al inicio de la primavera) o casi al final del mismo (esto es, a fines del verano o en otoño).

Armitage (1993) menciona que el desgajado consiste en esperar que los rizomas broten, que produzcan raíces en su base para enseguida separar los tallos.

2.7.3 Cultivo de tejidos

En calas como en otras plantas monocotiledóneas pueden propagarse rápidamente de diversas partes de la planta, incluyendo rizomas (Salinger, 1991) mientras que Ngamau (2008) menciona que mediante el cultivo de tejidos se permite una propagación rápida en un amplio rango de clones seleccionados asegurando un material libre de virus y otras enfermedades. Una vez que las plántulas salen del laboratorio, necesitan dos ciclos de crecimiento para formar un rizoma con tamaño floral, por lo tanto, tres años después se produce la floración.

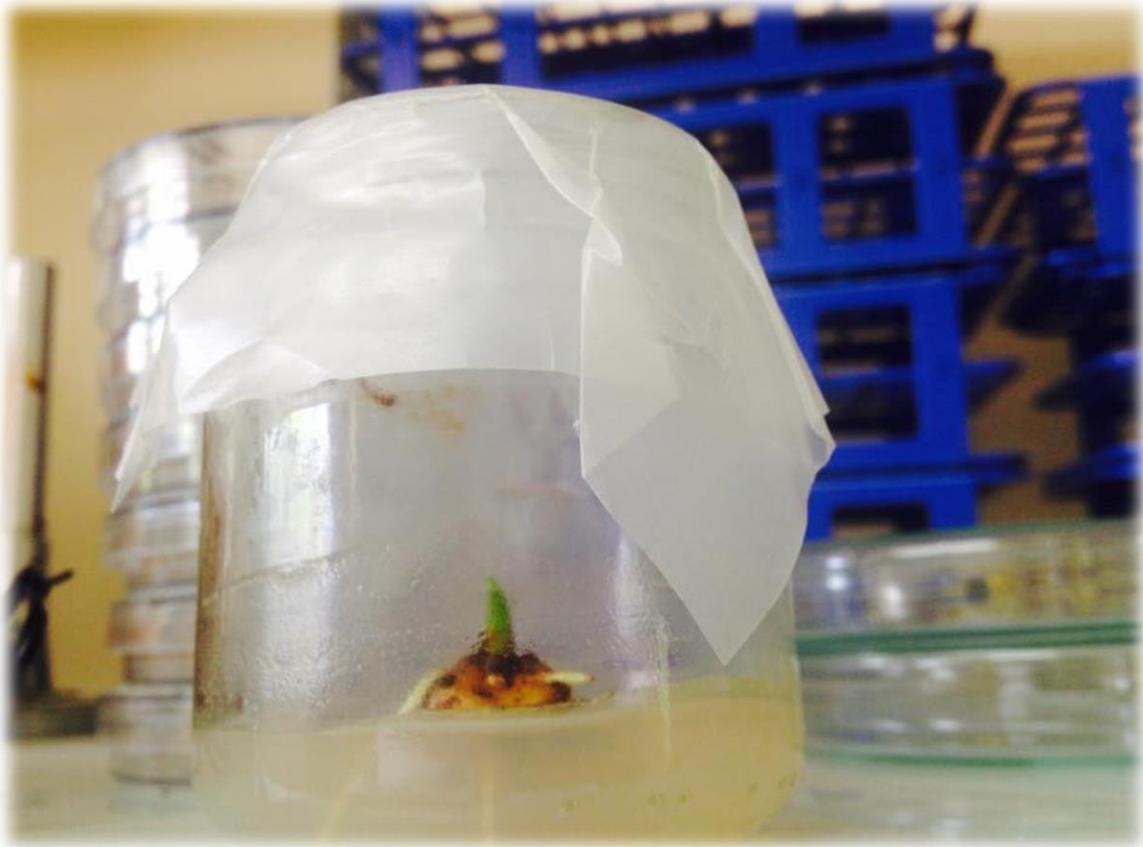


Figura 12. Cultivo de tejidos del comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN-UL. 2017.

2.8 Fenología del alcatraz

2.8.1 Etapas

De acuerdo con lo reportado por Pérez (1988), se han identificado cinco etapas fenológicas durante el ciclo *Zantedeschia*; la primera de ellas es la etapa de brotación (BR), caracterizada por la emergencia de la yema apical. La segunda etapa es la vegetativa (VS), en la cual la planta forma propágulos e inicia la expansión foliar. La tercer etapa es la de floración (FS) considerada a partir de la presencia de la primera espata, conforme esta etapa avanza se van observando las distintas tonalidades del color de la espata de acuerdo al cultivar, así como su apertura. La cuarta etapa es la de senescencia (SS) donde se observan cambios con el color de las hojas y espatas, al mismo tiempo se inicia la traslocación de asimilados hacia los rizomas. Finalmente la quinta etapa es la dormancia (DS) durante la cual los rizomas permanecen almacenados.

2.9 Factores climáticos

2.9.1 Temperatura

Según Salinger (1991) las Callas se originaron en áreas con clima moderado y crecen mejor con temperaturas de 16 a 22°C, siendo intolerantes al calor o a la sequía, además de no tolerar heladas fuertes, los alcatraces de color requieren aproximadamente temperaturas entre 15.5 a 18°C. Larson (1988) señala que los alcatraces blancos se cultivan a 13°C de temperatura nocturna mientras que los cultivares de flores amarillas y rosadas se cultivan a 16°C, y las

temperaturas diurnas de 16°- 21°C se utilizan para todos los cultivares, mientras que De Pascale y Paradiso (2006) mencionan que los alcatraces son plantas que prefieren temperaturas entre 15 y 28°C que generalmente son proporcionadas dentro de invernaderos. La floración no es afectada por el fotoperíodo, sin embargo, plantas con crecimiento en días cortos son más pequeñas, que las plantas de días largos (Armitage, 1993)

Los alcatraces de color requieren aproximadamente de temperaturas entre 15.5 a 18°C (Hertogh y Le Nard, 1993);

2.9.2 Altitud

Según Hernández (2012) la altitud idónea para el cultivo de alcatraz es desde los 900 msnm hasta los 2500 msnm.

2.9.3 Requerimientos de luz

Según Nowak y Rudnicki (1990) mencionan que niveles insuficientes de luz y/o espacios cerrados influyen directamente en la eficiencia de la fotosíntesis, lo cual determina el contenido de carbohidratos de las flores, afectando la productividad de las plantas. Funell (1992) sugiere que para obtener flores de alta calidad con un tallo floral firme y una espata de color brillante, los niveles de luz deben ser altos. En el caso de los híbridos de colores, requieren altas tasas de luminosidad para expresar su color verdadero (Bloomz, 2004).

2.9.4 Riego

Según Hernández (2012) el requerimiento de agua depende de la edad de la planta y del clima que predomine en la zona en la que se está produciendo. Un inadecuado régimen de irrigación puede resultar en un desarrollo reducido de área foliar, lo cual es determinante en el crecimiento de la planta y el rizoma o tubérculo. Larson (1988) Menciona que se debe poner toda la atención en el riego apropiado, ya que el suelo poroso y bien drenado ayuda a minimizar el problema de pudrición de raíz. Funnell, (1993) sugiere que un inadecuado riego puede resultar en un reducido desarrollo del área foliar, lo cual es determinante en el crecimiento de la planta y del tubero.

2.9.5 Fertilización

La aplicación de los fertilizantes se recomienda iniciar cuando se trasplanta el alcatraz, lo cual es a las doce semanas, en especial de N, P y K. (Hernández, 2013).

La planta de alcatraz en el bulbo o rizoma absorbe los macro elementos que son N, P, K, porque el potasio (K) ayude a la nueva emergencia de yemas apicales. El fósforo ayuda al crecimiento de las raíces, floración y el tamaño final de los bulbos (Gómez, 2009). El macro elemento de potasio es necesario proporcionarle a la planta de alcatraz, para que desarrolle la parte vegetativa de toda la planta. El calcio es necesario proporcionarle a la planta de alcatraz porque ayuda a darle firmeza a los tallos y botones florales. En la ausencia de calcio

ocasiona que obtenga tallos lacios, volamiento de flores y aborto de flor. El elemento que participa en los procesos fosfatasa y carboxilos es el magnesio, ayuda a que la célula vegetal tenga una similitud los nucleótidos en el núcleo. (Hernández , 2013).

2.10 Plagas

Las plagas que afectan a las calas de colores no son muchas, pero las más importantes son subespecies de la bacteria *Erwinia carotovora*, también algunos hongos, virus, nematodos, los que producen problemas en distintas etapas de este cultivo. (Kunstmann, 2004)

2.10.1 Trips (*Frankiniella tritici*, *F. moultoni* y *F. occidentalis*)

Estos insectos son delgados y tienen un aparato bucal en forma de embudo con la cual raspan el tallo o la hoja de una planta y después succionan la savia que fluye de la herida. Si una infección es grave, puede deformar las hojas y flores. También se sabe que los trips transmiten virus, provocando enfermedades como marchitez localizada (Cruz *et al.*, 2010).

2.10. 2 Pulgones (*Myzus sp*)

Estos insectos al igual que los trips adsorben la savia de las hojas de la parte del floema y del xilema, por ello provocan que haya una muerte en la planta (García, 2010)

2.11 Enfermedades

2.11. 1 Mancha foliar (*Alternaria dianthi*, *A. dianthicola* y *A. porri*)

Según Martínez (2012) los márgenes son cloróticos en las hojas y círculos negros formados por anillos en las hojas y espata, además de reducir la capacidad fotosintética. Cuando se presenten plantas enfermas, deben retirarse las partes dañadas, hay que evitar el exceso de sombreado y riego por aspersión.

2.11.2 *Erwinia spp.*

Esta bacteria pertenece al grupo de las gramnegativas y es un microorganismo anaeróbico facultativo, oportunista. Este microorganismo aprovecha la mínima abertura en la planta o estrés hídrico para afectar al sistema de la planta (García, 2010).

2.11.3 Tizón o pudrición (*Phytophthora sp*)

Los síntomas ocasionados por *Phytophthora* son: pudrición del tubérculo, de la raíz y tizón de la hoja. Color amarillo necrótico de los márgenes de la hoja y de la espata. Las flores no abren o está deformado doblamiento del tallo y/o pudrición del tubérculo y raíz. (Paredes 2006).

2.11.4 Trastornos fisiológicos

Los tratamientos con ácido giberélico pueden causar deformidades de las flores, incluyendo las espatas deformadas, las espatas dobles y las hojas coloreadas (flores parcialmente inciadas) (Reiser y Langhans 1993)



Figura 13. Espata doble obtenida durante comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN-UL. 2017.



Figura 14. Hoja coloreada obtenida durante el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN-UL. 2017.

2.12 Producción de ornamentales en maceta en México

México ocupa cerca 500,000 m³ de sustrato para la producción de plantas ornamentales en contenedor, para lo cual se usa tierra de monte como sustrato principal. (García et al., 2001). La extracción irracional de este recurso causa movilización física y costosa; erosión y pérdida de la productividad del suelo en áreas donde se ubican terrenos forestales. (Acosta et al., 2008). Los costos elevados de los sustratos, la preocupación creciente por el deterioro de los ecosistemas y la sobreexplotación de los recursos naturales propician la búsqueda constante de sustratos alternativos, que cumplan con las funciones de sostén y de nutrición y que sean materiales disponibles, económicos y no dañen el ambiente. (Estrada, et al., 2016).

La búsqueda de sustratos alternativos con bajo impacto al medio ambiente se hace indispensable para mantener la producción de cultivos ornamentales de importancia económica. (Acosta et al., 2014). En muchos países se han puesto en marcha programas de reciclaje de nutrientes y mejoramiento de las características del suelo, tanto con propósitos ambientales como productivos (Dede et al., 2006).

2.13 Sustratos

Un sustrato es el material sólido natural, de síntesis o residual, orgánico o mineral, puro o mezclado que en un contenedor que permite el anclaje del sistema

radical, da soporte a la planta e interviene o no en su nutrición. Los sustratos se clasifican en inertes si sólo proporcionan soporte a la planta, y activos, si proporcionan además nutrimentos. (Pastor, 2000; Abad et al, 2005).

Según Cabrera (1995) y Juárez, (*et al.*, 2011) el tipo de sustrato es una parte esencial para la producción de plantas de alta calidad. En la actualidad se considera que las características físicas y químicas del sustrato garantizan la obtención de plantas y flores de alta calidad. (Ansorena, 1994; Cabrera, 1999).

2.13.1 Sustratos inorgánicos

Perlita

La perlita es un aluminosilicato de origen volcánico que se extrae de los derrames de lava y se calienta a una temperatura de 1000 °C perdiendo humedad y expandiéndose para formar gránulos pequeños y esponjosos que la hacen ligera y estéril. La perlita (con el nombre comercial agrolita), retiene agua de tres a cuatro veces su peso, el valor del pH tiende a la neutralidad. No es capaz de intercambiar cationes ni contribuir con nutrientes (Hartman y Kester, 1992).

Arena

La arena consiste en pequeños granos de roca, de 0.05 a 2.0 mm de diámetro, formados como resultado de la intemperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de la roca madre que el dio origen. La arena es el más pesado de los minerales que se utilizan como medio de crecimiento de

las raíces el cual es de alrededor de 1290 kg m^{-3} . De preferencia debe ser fumigada o tratada con calor antes de usarla, ya que puede contener semillas de malezas y organismos patógenos. La arena prácticamente no contiene nutrientes minerales ni capacidad de amortiguamiento químico. Se usa principalmente en combinación con componentes orgánicos (Hartmann y Kester, 1992).

Solución nutritiva Universal

La solución nutritiva es la disolución en agua de los nutrientes necesarios para la alimentación de la planta, que deben estar en forma asimilable, en concentración y en proporción adecuada en la solución del suelo influye en el crecimiento o desarrollo de los cultivos (Borgueño, 1999)

Castellanos y Ojodeagua (2009) hacen referencia a Steiner quien en 1961, propone el concepto de solución nutritiva universal, indicando que las plantas podrían crecer bien, siguiendo los porcentajes equivalentes de aniones y cationes.

2.13. 2 Sustratos orgánicos

En muchos países se han puesto en marcha programas de reciclaje de nutrimentos y mejoramiento de las características del suelo, tanto con propósitos ambientales como productivos (Dede et al., 2006).

Dentro de los abonos orgánicos más utilizados hoy en día se encuentran los estiércoles de animales, algunos abonos minerales y los llamados biofertilizantes como la lombricomposta (vermicompost) y las micorrizas, que además de minerales también aportan microorganismos vivos al suelo (SAGARPA, 2008).

En estudios realizados actualmente se sabe que las aportaciones de los residuos orgánicos como sustratos para producir plantas de ornato son diversas, como presencia de nutrimentos de absorción fácil por la planta, reguladores de crecimiento vegetal, microorganismos que facilitan la absorción de nutrimentos, y son medio para el crecimiento de organismos controladores de patógenos para las plantas (Puertas e Hidalgo, 2009; Puerta *et al.*, 2012).

2.14 Vermicompost

Dentro de los abonos orgánicos empleados en diversos sistemas de producción destaca la vermicomposta, producida por la ingestión de compuestos orgánicos por lombrices (Atuyh et al, 2001,2002). La vermicompost se utiliza como mejorador de suelo e cultivos hortícolas y como sustrato no contaminante (Urrestarazu et al 2001). La vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, posee gran capacidad de intercambio catiónico, así como un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Orozco et al, 1996; Ndegwa et al., 2000. La vermicompost se genera como resultado de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas de los residuos orgánicos, provocados en el intestino de las lombrices (Galindo et al, 2014).

El uso de vermicomposta, genera da a partir de diversos residuos orgánicos, se ha incrementado en diferentes regiones del mundo como abono de alta calidad. (Santamaría *et al.*, 2001);(López *et al.*, 2005).

El vermicompost posee sustancias biológicamente activas que favorecen la regulación del crecimiento vegetal; de igual forma, su elevada capacidad de intercambio catiónico y de la retención de humedad le confieren propiedades mejoradoras de suelo debido a que favorecen el drenaje y la aireación del mismo, incrementando hasta un 300% el rendimiento de diversas especies vegetales lo que hace un abono de buena calidad (Moreno, *et al.*, 2008).

Entre las ventajas que ofrece el uso de compost y vericompost está que constituyen un almacén de nutrientes especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y micronutrientes, y los va liberando lentamente, dando como resultado una agricultura más sustentable y económica en término de trabajo, insumo de fertilizante y degradación de los suelos. (García, 2011; Varela y Martínez, 2013).

En estudios realizados actualmente se sabe que las aportaciones de los residuos orgánicos como sustratos para producir plantas de ornato son diversas, como presencia de nutrimentos de absorción fácil por la planta, reguladores de crecimiento vegetal, microorganismos que facilitan la absorción de nutrimentos, y son medio para el crecimiento de organismos controladores de patógenos para las plantas (Puertas e Hidalgo, 2009; Puerta *et al.*, 2012)

Ruíz (2011) menciona que una opción viable para los cultivos son los fertilizantes orgánicos como la composta y vermicomposta, desarrollan la vida de los microorganismos y mejora la estructura del suelo, es decir, el suelo está vivo, permitiendo el retorno de la materia orgánica al suelo y su inserción en los grandes ciclos ecológicos vitales de nuestro planeta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera, ubicada en el centro-norte de México, está conformada por parte de los Estados de Coahuila y Durango y debe su nombre a los cuerpos de agua anteriormente existentes.

La Comarca Lagunera está situada en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Comprendida entre los meridianos 101°41´ y 105°15´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 24° 59´ y 26° 53´ longitud norte. Colinda al norte con el estado de Chihuahua y los municipios de sierra mojada y cuatro Ciénegas Coahuila, al sur del estado de Zacatecas. (Hernández, 2014).

3.2 Ubicación del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el año 2016 en el ciclo primavera- verano. Se estableció el invernadero 3, ubicado en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna; ubicada en el periférico Raúl López Sánchez S/N, en la Colonia Valle Verde CP 27059, Torreón, Coahuila, México.

3.3 Descripción del invernadero.

El invernadero es de forma semicircular con estructura de acero galvanizado, cubierta con una plástica transparente, y una malla sombra del 50%, piso con grava para evitar encharcamiento, cuenta con dos extractores, pared húmeda, para automatismo de esto cuenta con un termostato para disminuir la temperatura en épocas de temperaturas altas, tiene una longitud de 23 m y de ancho con 9.40 m con una superficie de 216.2 m².

3.4 Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar el cual constó de 5 tratamientos (1 como testigo), con 10 repeticiones respectivamente en cada uno, resultando un total de 50 unidades experimentales.

3.5 Sustratos utilizados

Los sustratos evaluados consistieron en vermicompost mezclado con arena y perlita a diferentes porcentajes. Las unidades experimentales fueron 50 macetas de plástico de 2 Lts. Los sustratos evaluados se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de los sustratos a base de vermicompost, arena y perlita y Steiner (testigo) utilizados en el Comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN UL-2017.

TRATAMIENTO	%VERMICOMPOST	%ARENA	%PERLITA
T1	10	80	10
T2	20	70	10
T3	30	60	10
T4	40	50	10
T5 (Testigo)	0	90	10

Tabla No. 1. Tabla de tratamientos.

3.6 Material Vegetal

Se utilizaron 50 rizomas de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) variedad para maceta, de diferentes calibres procedentes de la Cd. De Puebla, Puebla, con un período de crecimiento de 80-90 días.

3.7 Trasplante para Emergencia

Se sumergieron por aproximadamente un minuto cada rizoma en una mezcla de 3 litros en agua con 9 gramos de ácido giberélico, posteriormente se realizó la siembra en contenedores de 20 litros, en una mezcla de material inerte, peat moss premier PGX y perlita, se colocaron en forma horizontal con la yema hacia la parte de arriba, el día 25 de mayo de 2016.

3.8 Trasplante en maceta

El trasplante se realizó a los 16 días después de la siembra, colocando un rizoma por maceta de plástico de 2 litros.

3.9 Riego

El riego se realizó de manera manual aplicando una sola vez al día por la mañana, con un volumen de 1 L diario de agua simple, mientras con el testigo se aplicó el mismo volumen pero con solución nutritiva Steiner, al inicio, después los requerimientos fueron menores en las unidades de vermicompost, se dieron riegos cada tercer o cuarto día.

3.10 Labores culturales

3.10.1 Tutorado

Todas las plantas fueron tutoradas sostenidas con hilo de rafia de polipropileno, sujeto a los cuatro tutores que se pusieron en la circunferencia por la parte de adentro de la maceta, para sostener la planta pues conforme fue creciendo aumento de peso, a mediados del mes de julio de 2016.

3.10.2 Control Fitosanitario

Se realizó en forma manual con aspersor una aplicación de (Flanicamid) como preventivo en todo el invernadero el día 20 de junio de 2016.

3.11 Variables a evaluar

3.11.1 Altura de planta

Se midió desde la superficie del rizoma hasta la punta de la espata, la medición se realizó utilizando inicialmente una regla plástica de 30 cm. Conforme fue aumentando el tamaño se utilizó una regla metro de madera, la toma de datos se realizó cada semana.

3.11.2 Número de Hojas

Se fueron contando conforme fueron abriéndose, pues normalmente el tallo floral está envuelto por las hojas, que poco a poco se van desarrollando.

3.11.3 Número de Brotes

Al realizar el trasplante, se observaron las yemas y se realizó conteo, para luego corroborarlo conforme se fue desarrollando la planta.

3.12.4 Número de flores

Se fue contando desde la apertura de la primera flor de cada maceta para obtener el número de flores en cada brote y después por cada maceta hasta el día 55 ddt (días después de trasplante) se tomaron tres flores por maceta, se sumaron y se sacó promedio.

3.12.5 Longitud de tallo

Se realizó desde la superficie del rizoma hasta el inicio de la espata, se midió con una regla plástica de 30 cm y posteriormente con una regla metro de madera, se contabilizaron tres tallos por planta y se sacó promedio.

3.12.6 Longitud de espata y espádice (flor)

Se midió desde donde inicia la espata hasta donde presenta el pico el alcatraz o espata, se tomaron tres longitudes de espata por planta, se sumaron y promediaron.

3.13 Variables de observación

3.13.1 Longitud de rizomas

Se midió con un vernier, se colocó el rizoma en forma horizontal, y la medida fue tomada en centímetros.

3.13.2 Ancho de rizoma

Se midió con un vernier, se colocó el rizoma en forma horizontal, y la medida fue tomada en centímetros.

3.14.3 Media de diámetro de Espata

Se midió con un vernier en las flores que aún no entraban en senescencia se colocó justo donde inicia la apertura del alcatraz.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta (Tallo y espata cm)

Para esta variable el análisis estadístico presentó diferencia altamente significativa entre los tratamientos. La mayor altura de planta se obtuvo con el testigo solución nutritiva Steiner (SNS) que alcanzó 71.6 cm., mientras que la planta con menor tamaño se presentó con el tratamiento 1 (10% vermicompost) que obtuvo 57.5 cm de altura.

También puede observarse que los tratamientos con el 10, 20, y 30% de vermicompost presentaron un comportamiento estadísticamente igual entre sí para la variable altura de planta. Sin embargo el tratamiento con el 40% de vermicompost alcanzó 65.2 cm., y es estadísticamente igual al testigo (SNS), con 71.7 cm, como se muestra en la figura15.

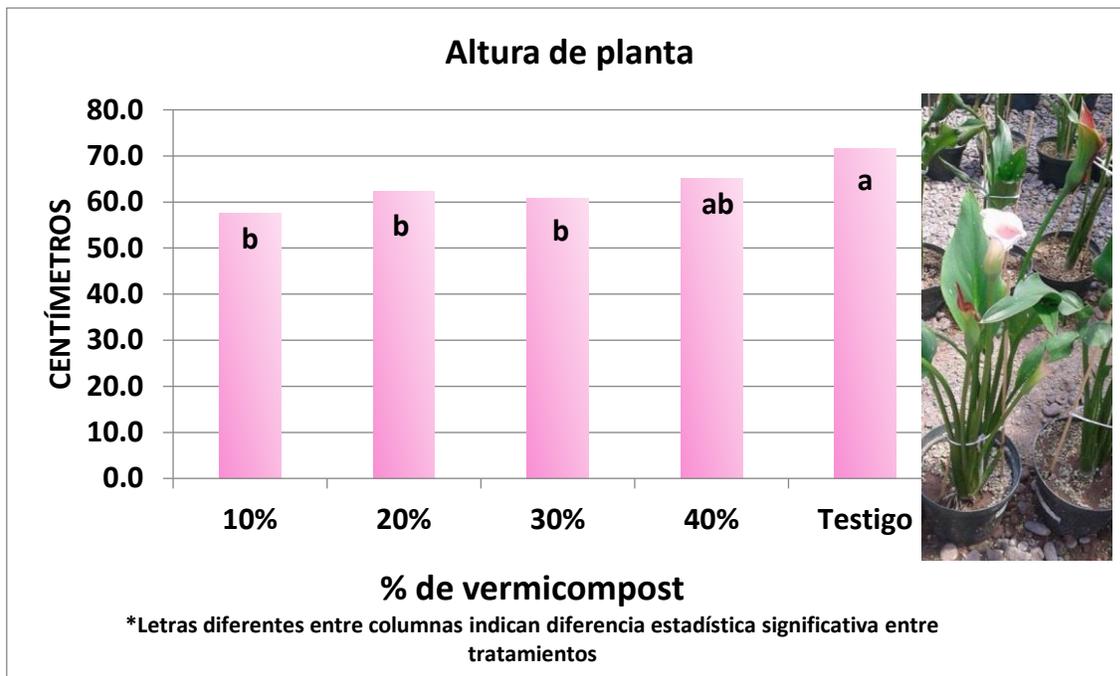


Figura 15. Altura de planta (cm) obtenida al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017.

Acosta *et al.*, (2014) Menciona que la vermicomposta proveniente de residuos de jardinería transformados por lombriz roja, usada como componente de sustrato o como sustrato puro, proporcionó condiciones adecuadas para el cultivo en contenedor de agerato (*Ageratum houstonianum* y petunia, encontrándose que las dosis más altas indujeron los mayores valores de altura y peso seco del vástago así como número de flores. Este resultado es similar al obtenido con los tratamientos evaluados en el presente trabajo a base de vermicompost en el sustrato. Ya que el tratamiento con 40% de vermicompost obtuvo una altura de planta de 65.2 estadísticamente igual a la altura de planta alcanzada con el testigo (SNS).

Martínez (2012) al evaluar la respuesta de calla *Zantedeschia elliottiana* a la incorporación de vermicomposta en el sustrato, utilizó 50% de tierra de hoja como base, agrolita y vermicompost con 0, 10, 20, 30%; obtuvo el mejor resultado para altura de planta con el tratamiento de 10% de vermicompost, alcanzando 73.2 cm. Este resultado es diferente al obtenido en el presente trabajo, pues con el T₁ (10% de vermicompost) se obtuvo el menor tamaño de planta con 57.7 cm.

Cabrera (2009) al evaluar el efecto del vermicompost mezclado con arena de río, con los tratamientos T₀ testigo 0/100, T₂ 10/90, T₃ 20/80, T₄ 30/70, T₅ 40/60 vermicompost/arena respectivamente en la producción de girasol (*Helianthus annuus* L.) en maceta con sombra al 60%, los valores obtenidos para la variable altura de planta, encontró diferencia significativa entre tratamientos sobresaliendo, el T₄ 30/60 (30% de vermicompost 50% de arena) con 42.79 cm de altura, mientras que en el presente trabajo se obtuvo la mayor altura de planta con el tratamiento 4 de 40% de vermicompost alcanzando 65.2 cm de altura para la planta de Alcatraz.

Numerosos estudios han demostrado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos como el tomate (Gutiérrez *et al.*, 2007) y algunas plantas ornamentales como los geranios (Chand *et al.*, 2007), las petunias (Anarcon *et al.*, 2008).

4.2 Longitud del escapo floral

Para la variable longitud de escapo floral, el análisis estadístico mostró diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Presentando la mayor altura el testigo SNS que alcanzó 52.3 cm, mientras que el menor tamaño lo obtuvo el tratamiento₁ (10% vermicompost) con 43.8 cm.

Respecto a los tratamientos con vermicompost puede apreciarse un comportamiento estadístico similar entre sí, sin embargo; numéricamente sobresale el tratamiento₄ con 40% de vermicompost que alcanzó 48.3 cm de longitud de escapo floral como se muestra en la figura 16.

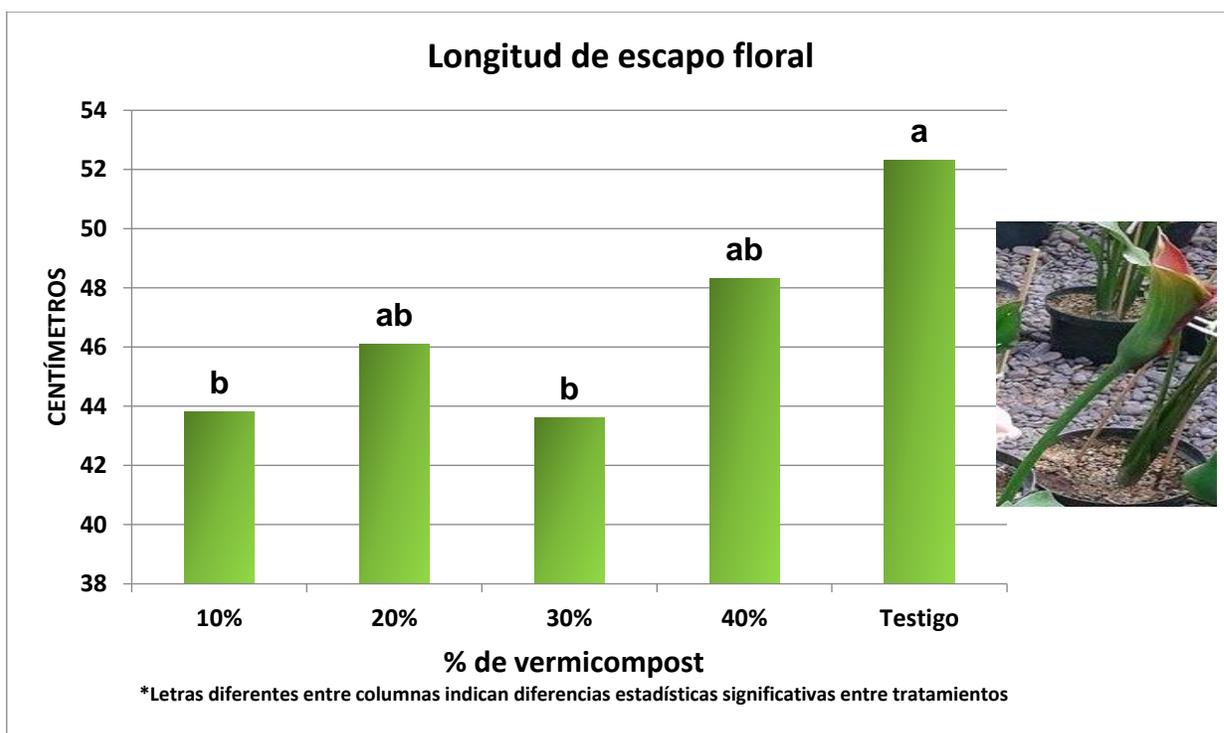


Figura 16. Longitud de escapo floral (cm) obtenido al evaluar en el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017

Milpa (2012) menciona que al evaluar tres variedades de *Iris xiphium* L. cultivados en cuatro proporciones de humus de lombriz con aplicación de lixiviados diluidos como bioabono foliar, los mejores tratamientos fueron dos: en la variedad Telstar en la variable longitud de Tallo, correspondió a la proporción 30/70% (lombrihumos/suelo) y la dilución 1:10 de lixiviado con 48.44 cm de longitud mientras que el segundo de la variedad Discovery proporción 40/60% (lombtihumos/suelo) con dilución 1:10 con 48.38 ambos fueron mejor que el testigo. Los resultados obtenidos en el presente trabajo, son similares ya que de los tratamientos con vermicompost, el T₄ (40% de vermicompost) obtuvo 48.3 cm de longitud de escapo floral, igualando estadísticamente al testigo SNS con 52.3 cm.

Según Semmann y Hoffens (1999) la longitud máxima aproximada del escapo floral es de 30- 40 cm. en *Zantedeschia rehmannii* Engl. Los resultados obtenidos en el presente trabajo superaron el tamaño aproximado en todos los tratamientos.

Cruz (2007) menciona que al evaluar el alcatraz "Green Goddess" en macetas con varios tipos de lombricomposta; pulpa de café + estiércol de bovino; pulpa de café + gallinaza + bagazo de caña; y otros tratamientos con pulpa de café + fertilizante químico (12-11-18 mg) + Organozima (promotor natural de crecimiento), la longitud del escapo floral fue significativamente mayor en las plantas tratadas con lombricomopostas en comparación con las manejadas con

fertilizantes químicos y Organozymba, con la mayor altura registrada con 60.0 cm para el tratamiento a base de Pulpa de café+ gallinaza+ bagazo de caña 30%.

4.3 Longitud de flor (espata y espádice)

El variable de longitud de flor (espata y espádice) presentó diferencia altamente significativa entre los tratamientos. La mayor longitud la presenta el testigo (SNS) con 11.4 cm. mientras que el tratamiento₄ (40% de vermicompost) es la que obtuvo la de menor tamaño con 10.2 cm.

Los tratamientos con vermicompost presentaron un comportamiento estadístico similar entre sí. Sin embargo los tratamientos con 20 y 30% de vermicompost son estadísticamente iguales al testigo, sin embargo, numéricamente destaca el T₂ con 20% de vermicompost; que alcanzó 10.61 cm, como puede apreciarse en la figura 17.

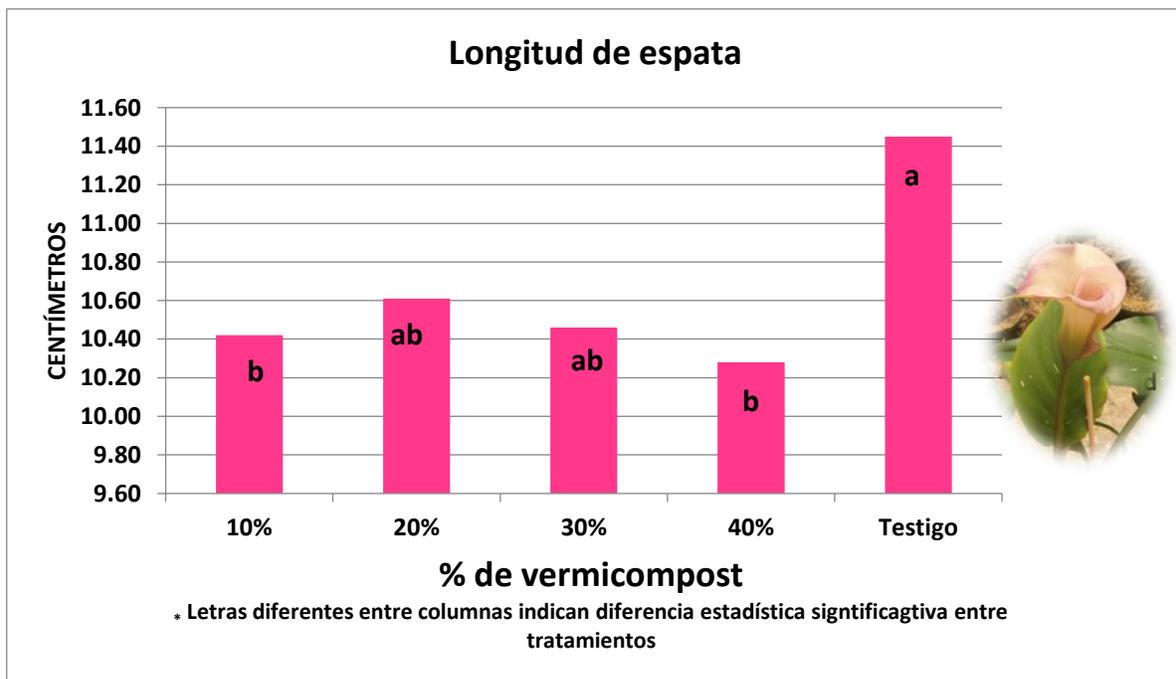


Figura 17. Longitud de espata obtenido al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato. UAAAN.UL. 2017.

Martínez (2012) al evaluar la respuesta de calla *Zantedeschia elliottiana* a la incorporación de vermicomposta en el sustrato, utilizó 50% de tierra de hoja como base, agrolita y vermicompost con 0, 10, 20, 30%; menciona que con el 10% de vermicompost se obtiene el mayor número de longitud de espata, mientras que con el 30% de vermicompost en el sustrato la longitud tiende a bajar. Los resultados de este trabajo fueron diferentes, pues con el tratamiento₄ (40% de vermicompost) se obtuvo la menor longitud de espata alcanzando 10.2 cm.

Milpa (2012) menciona que al evaluar tres variedades de *Iris xiphium* L. cultivados en cuatro proporciones de humus de lombriz y se aplicaron lixiviados diluidos como bioabono foliar, los mejores tratamientos fueron dos: en la variedad Telstar en la variable longitud de flor, correspondió a la proporción 30/70% (lombrihumos/suelo) y la dilución 1:10 de lixiviado que alcanzó 9.57 cm de longitud mientras que el segundo mejor lo obtuvo la variedad Discovery proporción 40/60% (lombrihumos/suelo) con dilución 1:10 con 9.38.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son diferentes, ya que con el porcentaje más alto de vermicompost 40%, se obtuvo el menor tamaño de flor de alcatraz. Esta diferencia puede deberse a que se evaluaron plantas ornamentales muy diferentes en su flor.

Según Seemann y Hoffens (1999) *Zantedeschia rehmannii* Engl es una especie que presenta una espata de color rosado y que su longitud aproximada es de 10 cm. Los resultados obtenidos en todos los tratamientos y testigo, obtuvieron la longitud aproximada, incluso la superan. Cabe resaltar que la flor es la parte más vistosa de la planta y es importante obtener el tamaño adecuado.

4.4 Número de hojas

En el análisis de varianza la variable de número de hojas, no muestra diferencia significativa entre los tratamientos. El mayor promedio en cantidad de hojas lo obtuvo el tratamiento₂ (20% de vermicompost con un promedio de 3.2 h por planta, mientras que el menor lo presentó el tratamiento₃ (30% de vermicompost) con 2.7 h por planta.

Cabe destacar que numéricamente el tratamiento₂ (20% de vermicompost) fue el que mayor promedio alcanzó, incluso superó al testigo SNS, como se puede apreciar en la gráfica No. 18

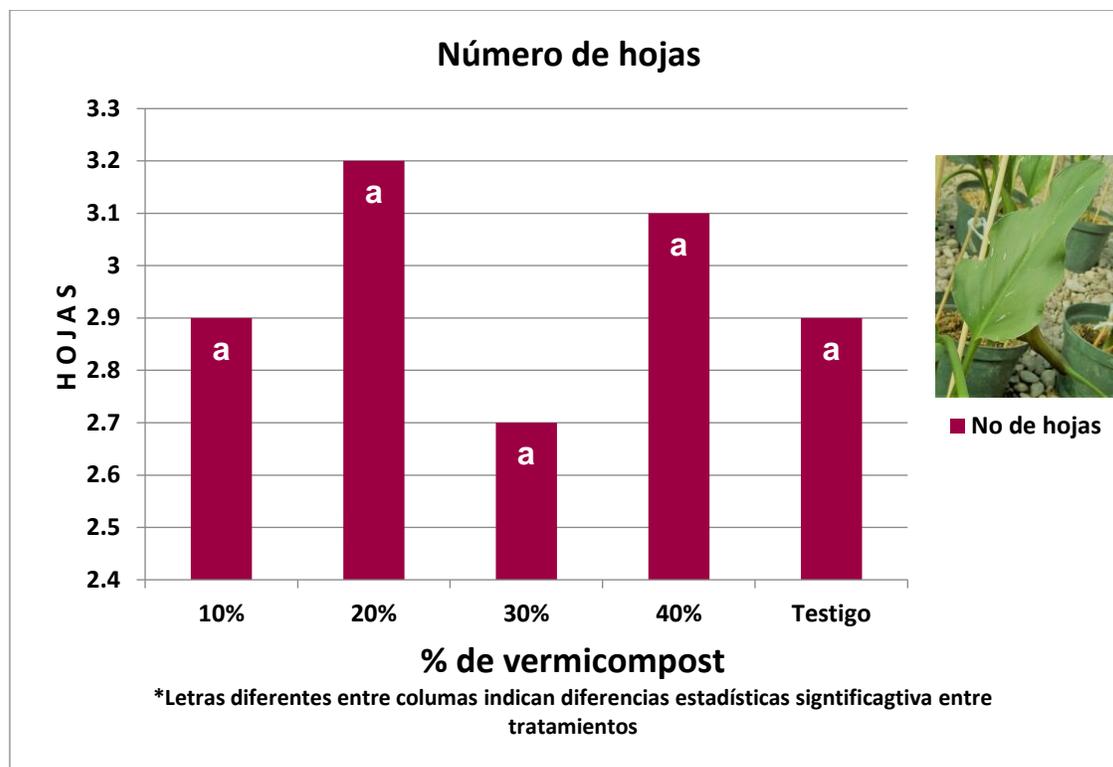


Figura 18. Número de hojas obtenido al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017.

Cabrera (2009) al evaluar el efecto del vermicompost mezclado con arena de río en diferentes porciones, T₀ (testigo), T₂ 10/90, T₃ 20/80, T₄ 30/70, T₅ 40/60 vermicompost/arena respectivamente, en la producción girasol (*Helianthus annuus* L.) en maceta con sombra al 60%, reporta que en la variable de número de hojas encontró diferencia significativa en los tratamientos. Los más altos valores lo presentaron los T₂, (20% vermicompost, 80% de arena) con 18 hojas, T₃ con (30% de vermicompost y 70% de arena) con 18 hojas, y T₄ (40% de vermicompost y 60% de arena) con 17.92 hojas con respecto al considerado como testigo T₀ (100% de arena) que solo alcanzó 14.46 hojas. que mostró el valor más bajo. con un promedio de 18 hojas. Estos resultados difieren de los obtenidos en el presente

trabajo, ya que no se determinó diferencia significativa entre tratamientos para la variable número de hojas.

Por otro lado, Cruz (2007) menciona que al evaluar el alcatraz "Green Goddess" en macetas con varios tipos de lombricomposta; pulpa de café + estiércol de bovino; pulpa de café + gallinaza + bagazo de caña; y otros tratamientos con pulpa de café + fertilizante químico (12-11-18 mg) + Organozymba (promotor natural de crecimiento) en la variable de número de hojas por planta no obtuvo diferencia significativa, sin embargo numéricamente la mejor mezcla fue la de pulpa de café + fertilizante bovino + 30% de vermicompost bovino, que obtuvo un promedio de 4.9 hojas por planta. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los reportados por Cruz, 2012, ya que no se determinó diferencia significativa entre tratamientos para la variable número de hojas, sin embargo numéricamente sobresalen el T₂ (20% de vermicompost) y T₄ (40% de vermicompost) con 3.2 y 3.1 número de hojas, respectivamente.

Funell (1993) menciona que el tamaño y número de hojas por planta influye en la capacidad para interceptar la radiación fotosintética activa, la cual es utilizada como fuente de energía para la elaboración de compuestos y formación de tejidos.

4.5 Número de brotes por rizoma

En la variable de número de brotes, los resultados estadísticos no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos. El promedio mayor en número de brotes lo obtuvo el tratamiento₂ (20% de vermicompost) con 1.60 brotes por planta mientras que el que obtuvo menor promedio es el tratamiento₁ (10% de vermicompost) con 1.3 brotes por rizoma.

Cabe resaltar que numéricamente el tratamiento₂ que alcanzó el mayor promedio, supera al testigo (SNS) que obtuvo 1.5 brotes por rizoma, como se puede apreciar en la gráfica No. 19.

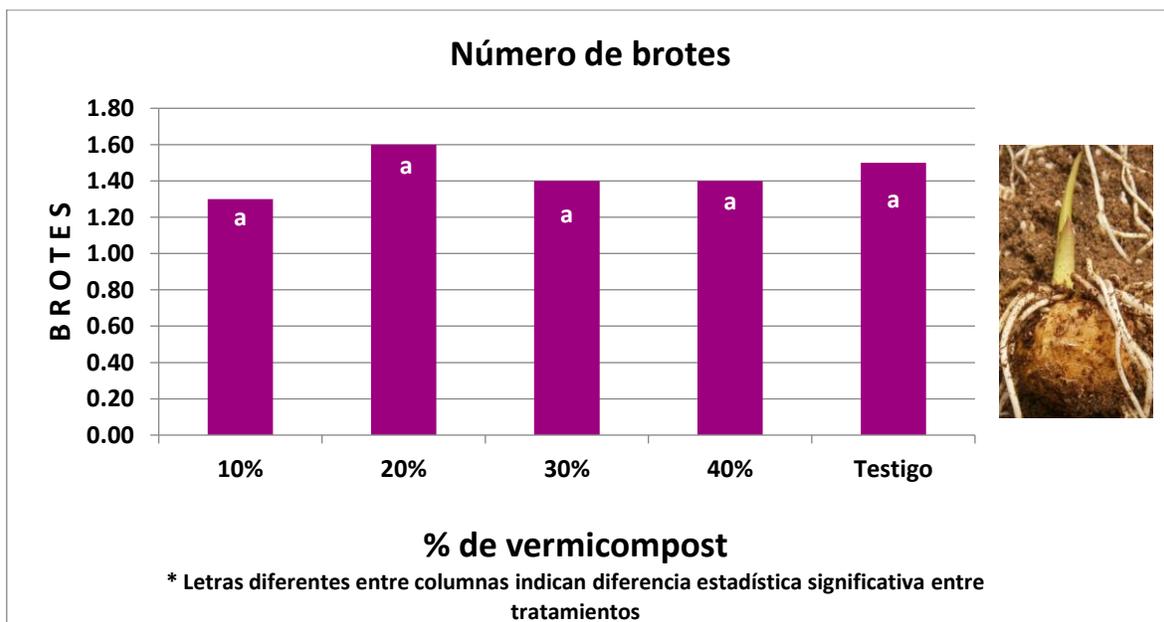


Figura 19. Número de brotes obtenidos al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017

Cruz (2012) menciona que al evaluar el alcatraz “Green Goddess” en macetas con varios tipos de lombricomposta; pulpa de café + estiércol de bovino;

pulpa de café + gallinaza + bagazo de caña; y otros tratamientos con pulpa de café + fertilizante químico (12-11-18 mg) + Organozoma (promotor natural de crecimiento), el número de tallos emergidos fueron significativamente mayores en las plantas tratadas con lombricompostas en comparación con las manejadas con fertilizantes químicos y Organozoma. Con el tratamiento pulpa de café + estiércol bovino 50% con un promedio de 3.5

Estos resultados fueron diferentes a los que se obtuvieron en este trabajo de investigación, ya que no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, además del mayor número de brotes en promedio obtenidos en la evaluación realizada por Cruz, 2012.

4.6 Número de flores

Para la variable de número de flores, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

Sin embargo numéricamente, el mayor promedio para número de flores, lo obtuvieron los T₂ y T₄ (20 y 40% de vermicompost respectivamente) con 4.4 flores por planta, el testigo obtuvo 4.3, mientras que el menor promedio para número de flores lo presentaron los T₁ y T₃ (10 y 30% de vermicompost respectivamente) con 3.9 flores por planta.

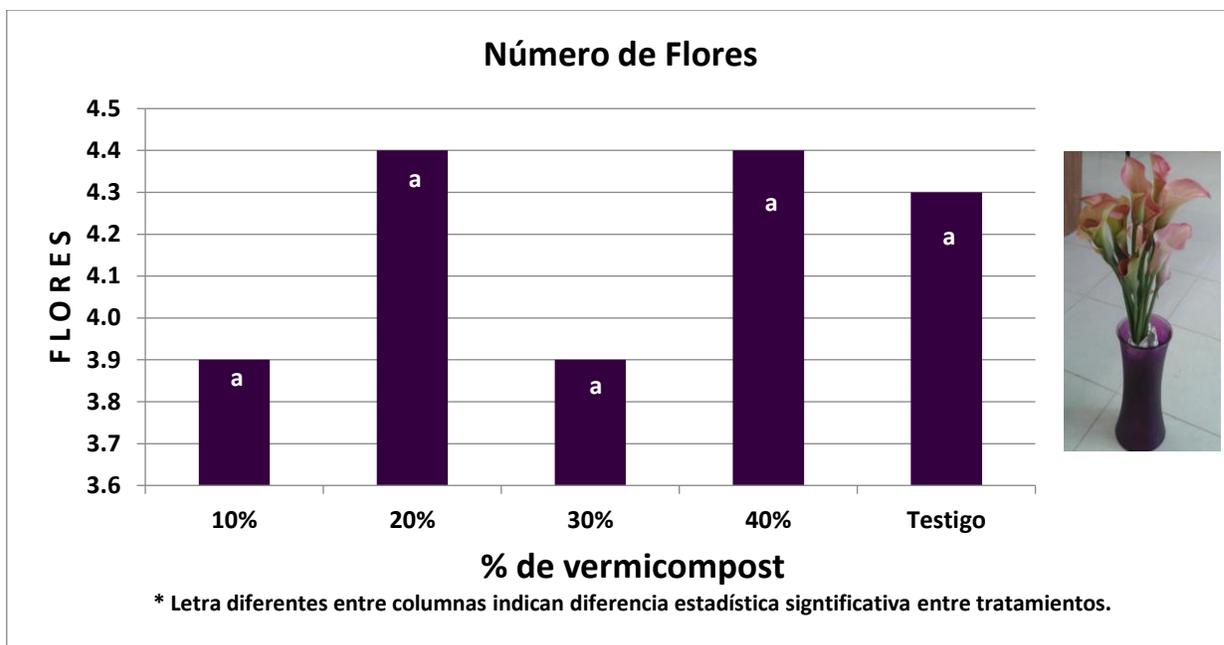


Figura 20. Número de flores obtenido al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017.

Martínez (2012) menciona que en su estudio realizado en Calla (*Zantedeschia elliottiana*) con una mezcla de 50% de tierra de hoja como base y agrolita, evaluó la incorporación de 0, 10, 20 y 30% de vermicompost en el sustrato, en la variable de número de flores por planta, no obtuvo diferencia significativa, sin embargo; numéricamente el tratamiento con el 10% de vermicompost fue el que presentó un mayor promedio con 1.30 flores por planta y el menor, el tratamiento de 30% con 1.11 por planta. Los resultados de este trabajo fueron diferentes, ya que pese a no determinarse diferencia significativa para esta variable, numéricamente los tratamientos con 20 y 40% de vermicompost, fueron los que alcanzaron mayor número de flores.

Amirtage (1993) menciona que la floración depende del número de hojas presentes en el desarrollo vegetativo, sin embargo, pudiera relacionarse con la disponibilidad de nutrimentos.

Cuadro 2. Resumen de resultados obtenido al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017.

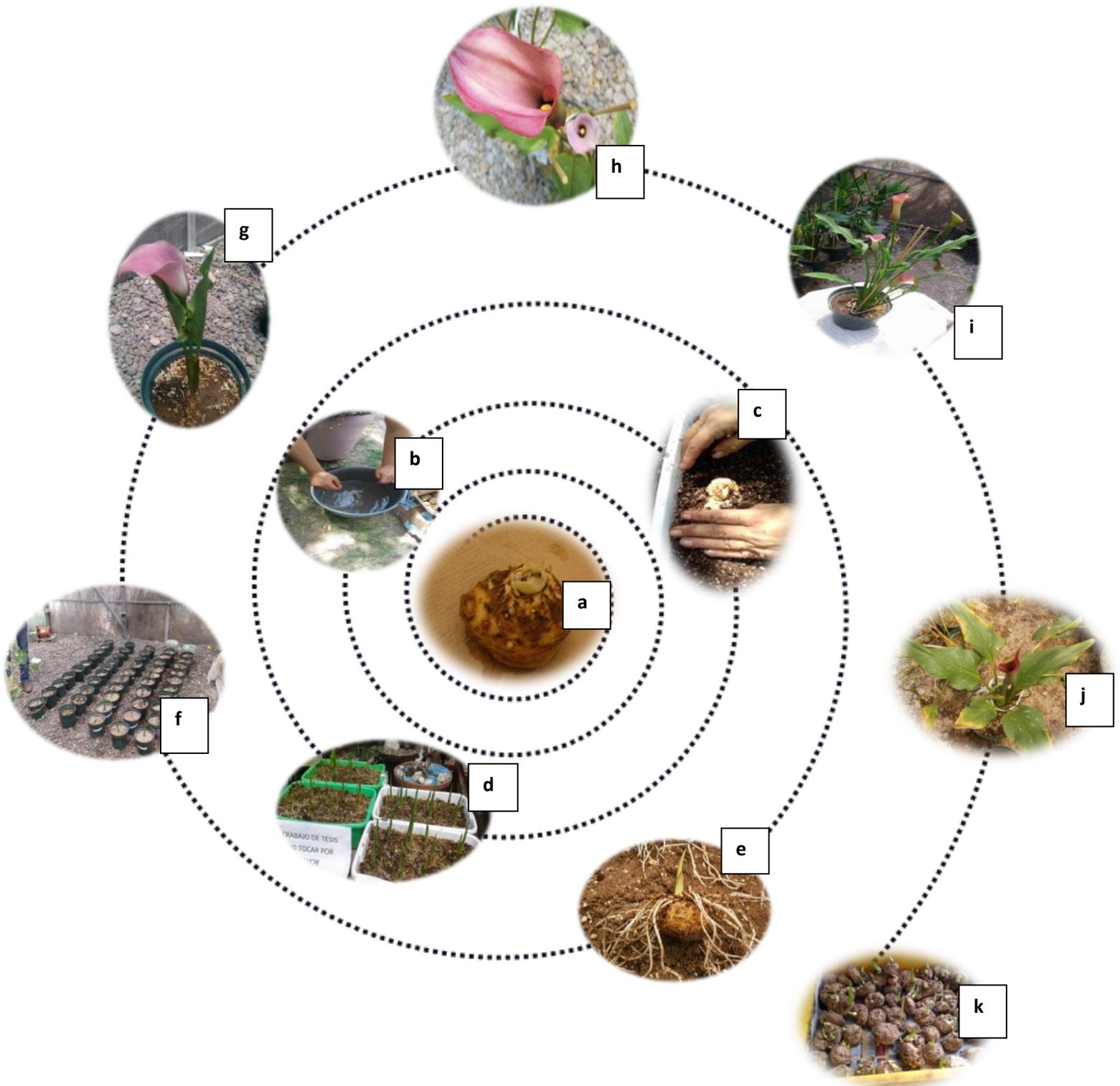
Tratamiento	Altura de planta (cm)	Long. escapo flora (cm)	Long. Flor 1 (cm)	Número de hojas	Número de brotes	Número de flores
V10%+A70%+P10%	57.6 b	43.8 b	10.8 b	2.9 a	1.30 a	3.9 a
V20%+A70%+P10%	62.4 b	46.1 ab	11.2 ab	3.2 a	1.60 a	4.4 a
V30%+A60%+P10	60.8 b	43.6 b	11.0 ab	2.7 a	1.40 a	3.9 a
V40%+A50%+P10%	65.2 ab	48.3 ab	10.8 b	3.1 a	1.40 a	4.4 a
Testigo Solución nutritiva Steiner	71.7 a	52.3 a	11.9 a	2.9 a	1.50 a	4.3 a

V= vermicompost A = arena P= perlita % porcentaje

4.1 Fenología del alcatraz

Los datos de fenología del cultivo de Alcatraz, no se evaluaron estadísticamente, solo se tomaron datos de las principales etapas fenológicas del cultivo como se describe a continuación.

Figura 21. Ciclo de crecimiento obtenido al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017.



Ciclo de crecimiento obtenido al evaluar el comportamiento fenológico de Alcatraz (*Zantedeschia rehmannii* Engl.) en maceta como respuesta al vermicompost en el sustrato UAAAN-UL 2017.

- a. El día 25 de mayo de 2016, el rizoma salió de la dormancia y está listo para su producción.
- b. El 25 de mayo de 2016, realiza un tratamiento con ácido giberélico para estimular la floración.
- c. Se siembra para emergencia de brote el día 25 de mayo de 2016.
- d. El día 10 de junio se trasplanta el rizoma con brote y con raíz,
- e. Se trasplanta en maceta el día 10 de junio de 2016 con las proporciones:
Tratamiento 1: 10% de vermicompost, 80% de arena y 10% de perlita
Tratamiento 2: 20% de vermicompost, 70% de arena y 10% de perlita
Tratamiento 3: 30% de vermicompost. 60% de arena y 10% de perlita.
Tratamiento 4. 40% de vermicompost 50% de arena y 10% de perlita.
Testigo 5. Solución Nutritiva Steiner al 90%.
- f. Establecimiento de la maceta en el invernadero.
- g. Aparece la primera flor el día 13 de junio de 2016.
- h. Aparece la segunda flor seis días después de la primera.
- i. El día 3 de agosto, planta con 4 flores.
- j. El 4 de agosto de 2016, planta con senescencia en hojas y flores con cambio de color, cerradas y algunas caídas. Se realiza la extracción de la planta, se realiza limpieza, se observa raíz de aproximadamente 80 cms. de

largo que sobresale de la maceta, posteriormente se resguarda el rizoma para producirla en su siguiente ciclo.

- k. Abril de 2017. Rizomas con presencia de yema para su siguiente ciclo de producción.

Otros datos:

- Presenta espatas dobles en las repeticiones:
- Presenta una hoja coloreada el tratamiento 2 en la repeticón no. 15.
- La primera flor terminó su ciclo 15 días despues de que apareció.

V. CONCLUSIONES

En las variables altura de planta, longitud de escapo floral, longitud de espata, se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos sobresaliendo el testigo (Solución Universal Steiner al 90%).

Sin embargo; para la variable altura de planta y longitud de escapo floral el T₄ (40% de vermicompost) resultó estadísticamente igual al testigo. Mientras que el T₂ (20% de vermicompost) resultó estadísticamente igual al testigo en las variables de longitud de escapo floral y longitud de espata.

Para las variables número de hojas, número de brotes y número de flores, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo; es viable la producción en maceta del cultivo de *Zantedeschia rehmannii* Engl. con vermicompost, con los porcentajes del 20-40%, en condiciones de invernadero en la Región Lagunera.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- Abad B., M., P. Mpgiera ;-. U C. B. Carrión. 2005. Sustratos en los cultivos sin suelo y fertirrigación. *In: Cadahia, C. L. (ed). Fertirrigación: Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Mundi-Prensa, Madrid, España pp: 299-352.*
- Abad, M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Pp. 47-62. *In: Cultivos sin suelo. F. Canovas y J. R. Díaz, (ed). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA.*
- Acosta D., C. M.2008. Los recursos naturales como materia prima para la preparación de sustratos. pp 48-60. En: Oliver-Guadarrama, R., Taboada-Salgado. M., Granjeno-Colín, A.E. (Compiladores). 2008.
- Acosta D., C.; Vázquez B., Noelia; Villegas T., O.; Vence, L., B.; Acosta P., D.; 2014. "Vermicomposta como componente de sustrato en el cultivo de *Ageratum houstonianum* Mill. y *Petunia hybrida* E.Vilm. en contenedor". *Bioagro*, num. Mayo-Agosto, pp. 107-114.
- Ansorena, M. J. 1994. Sustratos, Propiedades y caracterización. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Arancon, N. Q., C. A. Edwards, A. Babenko, J. Cannon, P. Galvis & J. D. Metzger. 2008. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Applied Soil Ecology*. 39: 91-99.

- Armitage M. A. 1993. Specialty cut flowers: the production of annuals, perennials, bulbs and woody plants for fresh and dried cut flowers, Varsuty press. Portland, Oregón EEUU. 371-322 p.
- Atiyeh, R. M.; Arancon, N, Q; Edwards, C.A.; Metzger, J. D. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of margolds. *Biores. Technol.*, 81; 103-108.
- Atuyeh, R. M; Edwards, C. A.; Subler, S.; Metzger, J. D. 2001. Pig manure vermicompot as a component of a horticultural bedding plant médium: effects on phisicochemical properties and plant growth. *Biores. Technol.*, 78: 11-20
- Bahomonde B. P. V. 2006. Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre híbridos de calas (*Zantedeschia* spp). Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Austral de Chile, Chile.
- Bloomz. 2004. Guidelines for pot growers. Technical Bulletin Series C001/00.2004. *Zantedeschia* (Calla Lily) production. Nueva Zelanda. Callafornia Callas. 4 p.
- Boletin UAM. (2016) Obtiene la UAM primera variedad de Alcatraz generada en México. Boletín No. 444. En línea consultado 8 de junio de 2017. <http://www.comunicacionsocial.uam.mx/boletinesuam/444-16.html>
- Borges G., L; Estrada B., M. A.,; Villanueva-Couoh, Eduardo; Gayosso-Rodríguez, Salomé; Garruña-Hernández, René; (2016). SUSTRATOS PARA PRODUCCIÓN DE FLORES. *Agrociencia*, Julio-Agosto, 617-631.

Borgueño, H., 1999. La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico.

Bursag S. A. de C. V. Culiacán, Sinaloa, México. 88 pp.

Cabrera de los S. A. 2009. Evaluación de diferentes niveles de vermicompost en el desarrollo ornamental en maceta (*Helianthus annuus* L.) Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila México. Pp. 6.

Cabrera R. I. 1995. Fundamentals of container media management. Part I, Physical properties. Rutgers Cooperative Extension Factsheet. Num, 950, 4 p.

Cabrera R., I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para producción de plantas en maceta. Revista Chapingo, serie Horticultura. vol. 5 no 1. Universidad Autónoma Chapingo. Tesis licenciatura. Texcoco México. 1998 pp. 85.

Castellanos J.Z y J. L. Ojodagua 2009. Formulación de Solución Nutritiva pp. 131-156 en Castellanos, H Z. y Borbón Morales 2009. INTAGRI_AMHPAC. Panorama de la agricultura protegida en México. Manual de Producción de tomate de invernadero. INTAGRI, México.

Chand, S., P. Pande, A. Prasad, M. Anwar & D. D. Patra. 2007. Influence of integrated supply of vermicompost and zinc-enriched compost with two graded levels of iron and zinc on the productivity of geranium. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38: 2581-2599.

Corr B. 1993. Zantedeschia reasearch in the United States: Past, Present and Future. Acta Horticultura 337:177-188.

- Cruz C, J. H., C. M. A. Alfaro., G. M. L. Albores y C. J. E. Angón. 2001. Crecimiento del alcatraz ' Green Goddess' *Zantedeschia aethiopica* (L.) K. Spreng en las montañas de Veracruz, México. Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo.
- Cruz C., J. G.; Torres L., P. A.; Alfaro Ch., M.; Albores-González, M. L.; Murguía-González, J.; 2008. "LOMBRICOMPOSTAS Y APERTURA DE LA ESPATA EN POSCOSECHA DEL ALCATRAZ "GREEN GODDESS" (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) EN CONDICIONES TROPICALES". *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA*,núm. Mayo-Agosto, pp. 207-212.
- Cruz,C. G. J., Torres L. P. A.; Mendoza R. M. A., 2010. El alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng) Un nuevo cultivo para diversificar las regiones tropicales de altura de México, Departamento de Publicaciones de la Dirección General de Difusión Cultural y Servicio de la Universidad Autónoma Chapingo edición, pp. 42.
- Dávila C. B. 2016. Plantas de ornamental, cultivo emblemático en Morelos.Periódico El Economista. Opinión y Análisis. Consulta en línea. Febrero de 2017. <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2016/02/17/plantas-ornamental-cultivo-emblematico-morelos-i>
- De Pascale S.,; Paradiso R;. 2006 . Influencia del régimen térmico y del GA₃ sobre *Zantedeschia ahethiopica* L. 3er. Congreso Argentino de Floricultura. Libro de resúmenes. La Plata, Argentina, pp. 21-24.

Dede, O. H.; KOSEOGLU, G.; OZDEMIR. S. AND CELEBI. A.: Effect of organic Waste substrates on the growth of impatiens., Turkish Journal of Agriculture and Forestry, ISSN: 1300-011X, 30: 375–381, 2006.

Dede, O.H. Koseoglu, G.; Ozdemir, S. And Celebi. A.: *Effect of organic Waste substrates on the growth of impatiens., Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: ISSN: 1873-2976, 83:81-87, 2002.

Díaz, O. L., 2000. Estudio comparativo del lombricompostaje de tres residuos orgánicos y de dos métodos de adición del sustrato. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Estado de México. p 119.

Domínguez J., Lazcano C., Gómez, B., M., 2010. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas: Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Acta Zoológica Mexicana (n.s) Volumen 26, pp. 359-371. ISSN 0065-1737.

Estrada, B., M. Antonio; Garruña, H., R.; Gayosso R., S.; Borges G., L.; Villanueva C., E.; (2016). SUSTRATOS PARA PRODUCCIÓN DE FLORES. Agrociencia, Julio-Agosto, 617-631.

Funell, K. A. 1992. Comparative effects of Promalin and GA3 on flowering and development of *Zantedeschia* "Galaxy". Acta Horticulturae 292: 173-179.

Funell, K. A. 1993. *Zantedeschia* In: De Hertogh, A.; Le Nard, M. The Physiology of flower of bulbs. Elsevier Amsterdam pp. 683-704.

- Galindo, F. V.; Fortis, H. M.; Preciado, R. P., Trejo, V. R.; Segura, C. M. A., Orozco, V. J. A: Caracterización físico química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. ISSN-2007-0934, 5(7): 1219-1932, 2014.
- García C., O.; Alcántar G.,G; Cabrera, R. I.; Gavi R.,F.; Volke H.,V. 2001.Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en Maceta. *Terra Latinoamericana*. 19: 249-258.
- García L. F., 2010. Efecto de la cepa bacteriana CAE-01 y fumigación al suelo sobre la pudrición blanda en el cultivo de alcatraz en la perla Veracruz. Instituto de Horticultura, pg. 1-71
- García R. A. 1996. Aspectos de la producción comercial de alcatraz (*Zantedeschia spp.*) una alternativa de cultivo en México. Tesis de Licenciatura. Ing. Agr. Esp. Fitotecnia UACH. Chapingo, México 60 p.
- García, P.R.E. La lombriz de tierra como una biotecnología en la agricultura. 2011. Universidad Autónoma Chapingo. ISBN-978-968-02-0299-7,177 p. Texcoco, Estado de México,
- García, P.R.E. La lombriz de tierra como una biotecnología en la agricultura. 2011. Universidad Autónoma Chapingo. ISBN-978-968-02-0299-7,177 p. Texcoco, Estado de México,

- González A., M. Lozano, J. L. Casas, S. Bañón, J. A. Fernández, and J. A. Franco, 1999. Influence of growth retardant on the growth and development of *Zantedeschia aethiopica*. *Acta Horticulturae* 486: 333-338.
- Guaqueta Trading Group. 2006. Información Técnica sobre *Zantedeschia* (Mini Calla) Miami Florida. U. S. A.
- Gutiérrez-M., F. A., J. Santiago B., J. A. Montes M., C. C. Nafate, M.; Abdud A. M. A. O.,; Llaven, R. Rincón-Rosales & L. Deendoven. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology*. 98: 2781-2786.
- Hartman T. H.; Kester E. D. (1999) Propagación de Plantas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. México. p.540.
- Hartmann, H. T., Kester D. E. (1992). Propagación de plantas y principios y prácticas. Sexta Reimpresión. Editorial CECSA. México. D. F.
- Heitz H. 1994. Plantas de Interior. Editorial Everest, S. A. Madrid, España. p. 135.
- Hernández H., E.; (2013). Guía Básico del Cultivo de Alcatraz (*Zantedeschia sp*) y nociones para su propagación. Trabajo de Experiencia Recepcional. Pp 1-27.
- Hernández P., F. J., (2014). Evaluación de la fertilización potásica en tomate tipo bola (*Solanum hypersium L.*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.
- Hertogh A. and M. Le Nard, 1993. The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier. N.Y. The netherlands. p. 811.

- Jacobs F. 1997. Calla en maceta y Calla para flor cortada. Dos nuevas posibilidades para el mercado español. <http://www.horticom.com>. Consultado el 15 de marzo de 2017.
- Juárez H., M J.; Curiel R., A.; Martínez S. J.; Gracia S., A.; (2011). PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE ALCATRAZ AMARILLO (*Zantedeschia elliotiana* Engl.) EN DIFERENTES SUSTRATOS. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Noviembre-Diciembre, 495-507
- Kuehny S. J. 2000. Calla History and Culture. HortiTechnology 10(2) pp. 270.
- Kunstmann J. 2004. Determinación de subespecies de *Erwinia caratovora* (Dye) Hall como agentes causales de “pudrición blanda” en cala (*Zantedeschia* spp). Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 103.
- Larson A. R.;1988. Introducción a la Floricultura, AGT Editor S.A. pp.185-186.
- Leszczyńska-Borys, H, Borys, M. W 2002. La Flora en la Cultura del Estado de Puebla, Ed. SIZA-CONACYT, UPAEP, Fundación Produce, Puebla, Puebla ;México. 216 p.
- Lopes, P. E. W.; Borges, M. da S.; Liberalino, F. A., J; Sousa, N. G. H. de; Ervian, T. J; Simoes, B. R. 2005. Producao de vermicomposto em diferentes proporcoes de estrco bovino e palha de camauba. Caatinga 18; 112-116.
- López V. A., J. Pérez., C. Sosa., J. M. Mejía y L. Bucio. 2005. El cultivo de plantas ornamentales tropicales. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. p 117.

- Martínez M., J. C.; 2012. Evaluación de diferentes niveles de vermicomposta y fertilización foliar en plantas de Calla (*Zantedeschia elliottiana*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 7.
- Milpa M., S.,; Grenón C., Graciela N.; González C., A.,; Vázquez G., L. M.; 2012. "Cultivo en maceta de Iris xiphium L. (Iris de Holanda) con diferentes concentraciones de humus de lombriz y sus lixiviados". *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, num. . pp. 109-117.
- Moreno R., A.; Gómez F., L.; Cano R., P.; Martínez C., V.,; Reyes C., J.L., Puente M., J.L.; Rodríguez D.; N. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. *Terra Latinoamericana*. 26: 103-109.
- Ndegwa, P. M.; Thompson, S.A.; Dass, D. C. 2000. Effects of stock-ing desity and feeding rateo n vermicomposting of blosollds. *Biores. Techonol*. 71: 5-12.
- Ngamau K. 2008. Selection for early flowering, temperatura and salt tolerance *Zantedeschia aethiopica* "Green Goddess". *Acta Hort*. 766: 155.162.
- Nowak, J. Y R. M. Rudnick. 1990. Postharvest handling and storage of cut flower. Floris greens, and potted plant. Timber Press, Inc., Obregon, USA. p.210.
- Orozco, F. H.: Cegarra, J.; Trujillo., L. Roig, A. M. 1996. Vermicomposting of coffie pulp using the earthworm *Eisenia foetida*; effects on C and Ncontents and the avallability of nutrients. *Biology and Fertility of Solls* 22, 162-166

- Paredes D. E. 2006. Composta de residuos de jardinería en la producción de cala (*Zantedeschia albomaculata* y *Zantedeschia elliotiana*). Tesis profesional. Chapingo Departamento de Fitotecnia. Tesis de Licenciatura. Texcoco. México. p. 85.
- Pastor S., J. N.; 1999. "Utilización de sustratos en viveros". *Terra Latinoamericana*, num. julio-septiembre, pp. 231-235.
- Pérez C. I. 1998. Aplicación de ácido giberelico y thidiazuron en alcatraz. (*Zantedeschia elliotiana*) para incrementar flores bajo invernadero. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Tesis de Licenciatura. Texcoco. México. p. 85.
- Puerta A., C. E., T. Russián L. y C.A. Ruíz S. 2012. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. *Rev. Cient UDO Agric.* 12:298-306.
- Puertas I., y I. Hidalgo D. 2009. Efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el establecimiento de *Pochonia chlamydosporia* vat. *Catenulata* en el rizosfera de plantas de tomate. *Rev. Protec. Veg.* 23:162-165.
- Reiser, R.A. and R. W. Langhans. 1993. Cultivation of *Zantedeschia* species for potted plant production. *Acta Hort.* 337:87-94.
- Ruíz F.J.F: Ingeniería del compostaje, primera reimpresión. 2013. Universidad Autónoma de Chapingo. ISBN-978-607-00-6772-3 pp. 152, Mérida Yucatán, México,

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2008. Servicio de Información agroalimentaria y Pesquera (SIAP) www.sagarpa.gob.mx.

SAGARPA. (2015) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) Voletín informativo Productores Mexicanos preparados para recibir la demanda de flores en México. Fecha de publicación. 13 de febrero de 2015.

Salinger P. J. ;1991. Producción Comercial de Flores. Editorial Acribia, S.A. pp. 203-206.

Salinger P. J.; Comercial Flower Growing. Sidney. Australia. Inkata. p. 269.

Sánchez de L. V. J. M. 2001. Guía de las plantas ornamentales. Mundi-prensa. México D. F. 685 p.

Santamaría, R, S., Ferrera C. R., Almaraz, S, J. J; Galvis, S. A.; Barois, B. I, 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. Agrociencia. 35:377-384.

Seemann F. P. y W. K. Hoffens. 1999. Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Cultivo de Calas .Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. Pp. 95-110.

Snijder R. C. and J. M. V Tuyl. 2002. Breeding for resistance in *Zantedeschia* spp. (Aracea) against soft rot caused by *Erwinia carotovora* ssp. *Corotovora*. Acta Hort. 570:236-266.

UAM (2016). Obtiene la UAM la primera variedad de Alcatraz generada en México.

LA UAM PRIMERA VARIEDAD DE ALCATRAZ GENERADA EN MÉXICO. Boletín No. 444.

Urbina S. E. Uso de diferentes tipos de vermicomposta como fertilizante orgánico en el cultivo del rosal. Tesis maestro en ciencias. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.

Urrestarazu, M.; Salas C. M.; Padilla, I. M.; Moreno, J.; Elorrieta, A. M.; Carrasco, G.A. 2001) Evaluation of different composts from horticultural crop residues and their uses in greenhouse solis cropping. _Acta Hort. 549;147-152

Varela, A. S.; Martínez B.A., Uso del compost de biosólidos en la formulación de sustratos para la producción industrial de plantas de *Northofagus alpina*. *Revista Bosque* ISSN-0404-8799-34(3): 281-289, 2013.

Wright, P. and K . Burge.2000 Irrigation, Sawdust mulch and enhance bicycles effects. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science* 28: 225-235.

APÉNDICE

Tabla. Altura de planta

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PR>F
Tratamiento	4	1132	283	6.49	0.003
Error experimental	45	1961	43		
Total	49	3094			
$R^2 = 0.36$		C.V.% = 10.39	Media = 63.51		

Número de hojas

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PR>F
Tratamiento	4	1.52	0.38	0.22	0.92
Error experimental	45	78.40	1.74		
Total	49	79.92			
$R^2 = 0.19$		C.V.% = 44.59	Media = 2.96		

Número de brotes

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PR>F
Tratamiento	4	0.52	0.13	0.21	0.93
Error experimental	45	27.80	0.61		
Total	49	28.32			
$R^2 = 0.18$		C.V.% = 54.58	Media = 1.44		

Número de flores

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PR>F
Tratamiento	4	2.68	0.67	0.27	0.89
Error experimental	45	110.70	2.46		
Total	49	113.38			
$R^2 = 0.02$		C.V.% = 37.52	Media = 4.18		

Longitud de tallo

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PR>F
Tratamiento	4	869	217	5.45	0.001
Error experimental	45				
Total	49				
R ² = 0.32		C.V.% = 11.94		Media = 52.62	

Longitud de flor

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PR>F
Tratamiento	4	7	1.98	3.52	0.013
Error experimental	45	25	0.56		
Total	49	33			
R ² = 0.23		C.V.% = 6.74		Media = 11.11	