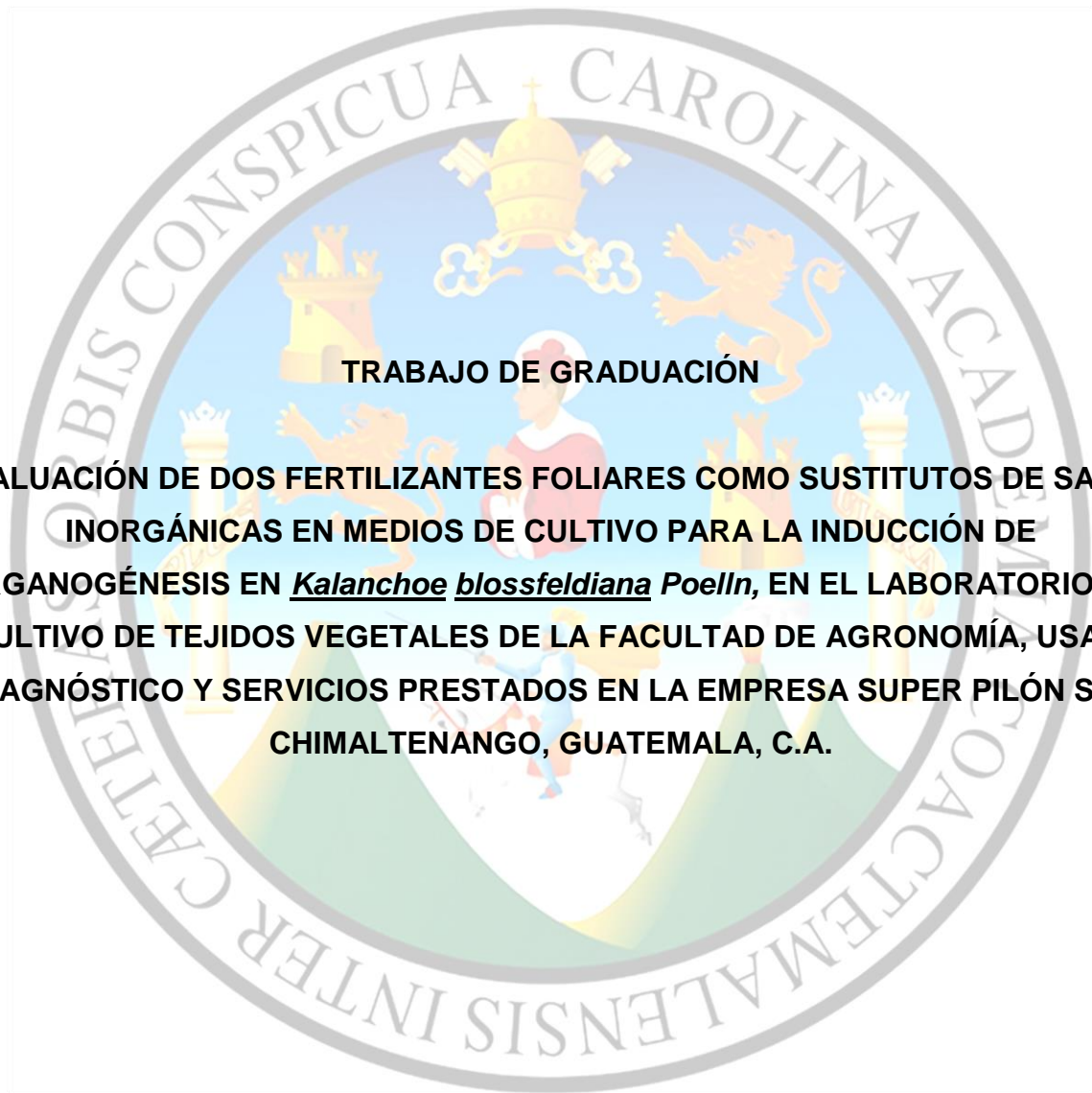


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A. CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

**CLARA LUZ HAYDEÉ ARENAS RAMOS**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020.**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES  
INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE  
ORGANOGENESIS EN *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, EN EL LABORATORIO DE  
CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A.  
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**CLARA LUZ HAYDEÉ ARENAS RAMOS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**RECTOR**

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL PRIMERO	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	Pr. Agr. Marlon Estuardo González Paz
VOCAL QUINTO	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Guatemala, noviembre de 2020

Guatemala, noviembre de 2020

**Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala**

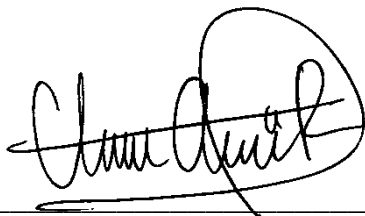
Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación **EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN Kalanchoe blossfeldiana Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A. CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



---

Clara Luz Haydeé Arenas Ramos

Carné: 201112067

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A Dios**

Por su amor y misericordia, por estar conmigo siempre, ayudarme en situaciones difíciles y por permitirme cumplir una de mis metas.

### **A María Santísima**

Por su intercesión ante su hijo Jesús en mis oraciones, gracias Madre Amada por tu ayuda.

### **A mis padres**

A mi mamá Antonieta por su amor, entrega, dedicación, consejos y buen ejemplo de mujer correcta y luchadora, gracias por el tiempo que invertiste en mí, Dios te bendiga por siempre. A mi papá Pancho (†) quien siempre estuvo a mi lado, apoyándome, gracias por tu gran ejemplo de humildad, de sencillez pero sobre todo de amor a tus hijos, que estés gozando de paz en cielo. Los amo.

### **A mis hermanos**

Sandra Mirtala y Francisco por su amor, por sus cuidados, sus consejos, su ayuda en momentos difíciles y por su ejemplo de perseverancia, de luchar y luchar por lo que se quiere.

### **A mis tías**

Ninett y Lorena, por sus consejos y cuidados, por su amor como el de una segunda madre, este logro es también gracias a ustedes, que Dios las bendiga.

### **A mis primos**

Eli, Raquel, Ingrid, Asiria, Juan, Sofía, Sara y Areos, porque ellos fueron parte de la motivación para culminar esta meta, gracias por las experiencias vividas, por ser como hermanos y encontrar en ustedes apoyo. Los quiero. Y a mí peque Yasuri por alegrar nuestras vidas.

### **A mi novio**

Erick Salvatierra, por su amor, comprensión, apoyo y motivación en cada momento de mi vida, por ser ejemplo de lucha por lo que queremos, por estar siempre para mí en momentos difíciles, por sus cuidados, sus consejos y sobre todo alegrar mi vida. Que Dios lo cuide siempre. Lo amo.

### **A mis amigos**

Javier, Rocio, Debby, Pablo, Wendy, Heydy, Belvet, Nelly, Sheila, Oscar, Julia, Claudia, Andrea, Jairo, Verónica, Adriana por compartir muchas experiencias juntos, gracias por su amistad, apoyo y locuras durante la carrera.

A mi amiga Tona por muchos años de amistad.

A mis amigas del INCA Amanda, Cecy, Luisa por tan bella amistad.

### **A la familia Hernández**

Con mucho cariño a doña Lola, Debby y Lourdes, por acogerme como un miembro más en su hogar. Dios las bendiga.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A la Universidad de San Carlos de Guatemala:**

Por abrirme las puertas de tan noble casa de estudios y darme la oportunidad de formarme como profesional y ser una egresada Sancarlista.

### **A la Facultad de Agronomía:**

Por los conocimientos que adquirí de tan bondadosa profesión como ingeniera agrónoma, por darme las herramientas necesarias para hoy culminar una meta y los valores profesionales que de ella adquirí.

### **A mis profesores:**

Por compartir sus conocimientos y experiencias y en especial a aquellos profesores que también me brindaron su amistad.

### **A mis asesores:**

Dr. Amílcar Sánchez por su tiempo, conocimiento técnico y dedicación para la realización de este documento.

Ing. Agr. Edgar Franco por su tiempo, dedicación y confianza en la realización de mi investigación. Así mismo por su amistad.

### **A Super Pilón:**

Por abrirme las puertas para poder realizar mi EPS, así mismo al Ing. Agr. Héctor Salazar por su asesoría y apoyo durante ese tiempo.

### **A los agricultores**

Por sus valiosos conocimientos y experiencias, en especial a don Alfredo, Irma, Tomasa, Chepe, don Tomas por su amistad y por su apoyo.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
RESUMEN	x
CAPÍTULO I	1
DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PILONES DE FLORES Y ORNAMENTALES EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A. CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	1
1.1. PRESENTACIÓN	2
1.2. MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1. Localización	3
1.2.2. Localización geográfica y extensión territorial del Municipio de El Tejar, Chimaltenango	3
1.2.3. Características biofísicas de El Tejar, Chimaltenango	3
A. Zona de Vida	3
B. Suelos	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.4. METODOLOGÍA	5
1.4.1. Fase de gabinete	5
1.4.2. Fase de campo	6
1.4.3. Integración de la fase de gabinete y de campo	6
1.5. RESULTADOS	7
1.5.1. Proceso para la elaboración de pilones de flores por medio de semilla	7
1.5.2. Proceso para la elaboración de pilones por medio de esqueje	10
1.5.3. Principales problemas en la producción de pilones de flores y ornamentales	11
1.6. CONCLUSIONES	14

	<b>Página</b>
1.7. BIBLIOGRAFÍA	15
CAPÍTULO II	15
EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC, GUATEMALA, C.A.	15
2.1. PRESENTACIÓN	16
2.2. MARCO TEÓRICO	18
2.2.1. Marco conceptual	18
2.2.1.1.Origen de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	18
2.2.1.2.Clasificación taxonómica de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	18
2.2.1.3.Descripción de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	18
2.2.1.4.Requerimientos ambientales para el cultivo de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	19
2.2.1.5.Métodos de propagación de <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	20
2.2.1.6.Cultivo de tejidos vegetales	22
2.2.1.7.Consideraciones importantes en el cultivo de tejidos	23
2.2.2. Marco referencial	32
2.2.2.1.Ubicación del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales	32
2.2.2.2.Infraestructura del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales	32
2.2.2.3.Investigaciones relacionadas	32
2.2.2.4.Descripción de los fertilizantes foliares evaluados	35
2.3. OBJETIVOS	38
2.4. HIPÓTESIS	38
2.5. METODOLOGIA	39

	<b>Página</b>
2.5.1. Metodología experimental	39
2.5.1.1. Material experimental	39
2.5.1.2. Descripción de tratamientos	39
2.5.1.3. Unidad experimental	40
2.5.1.4. Diseño experimental	41
2.5.1.5. Modelo estadístico-matemático	41
2.5.1.6. Distribución de unidades experimentales	42
2.5.1.7. Variables de respuesta	43
A.    Numero de brotes	43
B.    Longitud de brotes	43
2.5.1.8. Análisis de información	43
2.5.2. Manejo del experimento	44
2.5.2.1. Preparación de medios de cultivos	44
2.5.2.2. Esterilización de medios de cultivo y cristalería	51
2.5.2.3. Desinfección del material vegetal	51
2.5.2.4. Siembra en medios de cultivo de inducción organogénica	52
2.5.2.5. Identificación e incubación de cultivos	53
2.5.2.6. Preparación de medios de cultivo para crecimiento y desarrollo de explantes	54
2.5.2.7. Transferencia de explantes a medio de crecimiento y desarrollo	54
2.5.2.8. Obtención de datos de variables de respuesta	55
2.5.2.9. Costo de medios de cultivo	55
2.6.    RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
2.6.1.    Evaluación de dos protocolos de desinfección	56
2.6.2.    Efecto de los medios de inducción de organogénesis	57

	<b>Página</b>
2.6.3. Número de brotes	61
2.6.4. Longitud de brotes	62
2.6.5. Costo de medios de cultivo	64
2.7. CONCLUSIONES	68
2.8. RECOMENDACIONES	69
2.9. BIBLIOGRAFIA	70
2.10. ANEXOS	73
Anexo 1. Cálculo de las concentraciones para macro y micronutrientes del medios basal MS.	73
Anexo 2. Cálculo de cantidad utilizada de producto comerciales Bayfolan® Forte y Foliato® NPK Extra SL, para cada elemento.	74
Anexo 3. Boleta de registro de datos.	80
Anexo 4. Cotización de reactivos utilizados para el medio basal MS.	81
CAPÍTULO III	82
SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A., CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	82
3.1. Presentación	83
3.2. Servicio 1. Elaboración de una propuesta de manejo para la plaga fungus gnat ( <i>Bradysia difformis</i> ), en el cultivo de lisianthus ( <i>Eustoma grandiflorum</i> ).	85
3.2.1. OBJETIVOS	85
3.2.2. METODOLOGÍA	85
3.2.3. RESULTADOS	87
3.2.4. EVALUACIÓN	91
3.3. Servicio 2. Elaboración de un programa de fertilización orgánico para pilones de Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> )	92

	<b>Página</b>
3.3.1. OBJETIVOS	92
3.3.2. METODOLOGÍA	92
3.3.3. RESULTADOS	93
A. Requerimientos nutricionales de forma convencional de pilones de lechuga	93
B. Programa de fertilización orgánica de pilones de lechuga	94
3.3.4. EVALUACIÓN	95
3.4. Servicio 3. Aclimatación de plántulas de Kalanchoe ( <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> P.) provenientes de cultivos <i>in vitro</i>	96
3.4.1. OBJETIVOS	96
3.4.2. METODOLOGÍA	96
3.4.3. RESULTADOS	98
3.4.4. EVALUACIÓN	100

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Flores de corte y especies ornamentales, reproducidas por medio de semilla en la empresa Super Pilón S.A.	7
Cuadro 2. Matriz FODA realizado con los colaboradores de la empresa Super Pilón S.A.	12
Cuadro 3. Matriz de problemas identificados en la producción de pilones de flores y ornamentales en la empresa Super Pilón S.A.	13
Cuadro 4. Componentes y cantidades requeridas en el medio de cultivo de Murashige y Skoog (1962).	29
Cuadro 5. Composición del fertilizante foliar Bayfolan® Forte.	35
Cuadro 6. Composición del fertilizante foliar Foliato® NPK Extra SL.	36
Cuadro 7. Composición del fertilizante foliar Ultra Fert.	37
Cuadro 8. Descripción y composición de los tratamientos evaluados para la inducción de organogénesis en explantes de hoja de <i>K. blossfeldiana</i> . En Evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en <i>K. blossfeldiana</i> . Guatemala, 2017.	40
Cuadro 9. Componentes del medio MS, denominación y concentración de soluciones concentradas utilizadas en medios de inducción organogénica, de desarrollo y crecimiento.	45
Cuadro 10. Concentración y volumen preparado de ANA y BAP, utilizados para la inducción de organogénesis en explantes <i>K. blossfeldiana</i> .	46
Cuadro 11. Volúmenes de soluciones concentradas utilizadas para preparar 160 ml de medio de cultivo MS.	47
Cuadro 12. Volumen de fertilizante foliar Bayfolan® Forte utilizado para sustituir sales inorgánicas en los tratamientos.	49
Cuadro 13. Volumen de fertilizante foliar Foliato® NPK extra SL utilizado para sustituir sales inorgánicas en los tratamientos.	49

	<b>Página</b>
Cuadro 14. Vitaminas agregadas a medios de inducción organogénica en las que se sustituyeron sales inorgánicas por fertilizantes foliares.	50
Cuadro 15. Reguladores de crecimiento utilizados y cantidad agregada a medios de inducción organogénica.	50
Cuadro 16. Resultados de las metodologías utilizadas para desinfección de hojas de <i>K. blossfeldiana</i> .	56
Cuadro 17. Cantidad en miligramos por litro de cada elemento que contiene el medio MS y la cantidad en miligramos por litro agregada con los volúmenes utilizados de los dos fertilizantes foliares.	60
Cuadro 18. Costo en quetzales de un litro de medio de cultivo MS, según el precio de los reactivos en el mercado.	65
Cuadro 19. Costo en quetzales de un litro de medio de cultivo conteniendo fertilizante foliar Bayfolan® Forte como fuente de sales inorgánicas.	66
Cuadro 20. Costo en quetzales de un litro de medio de cultivo conteniendo fertilizante foliar Foliato® NPK extra SL como fuente de sales inorgánicas.	66
Cuadro 21. Precio en quetzales de cada componente del medio de cultivo MS y presentación del producto que ofrece el mercado.	67
Cuadro 22. Propuesta de manejo para Fungus gnat ( <i>Bradysia difformis</i> ), en el cultivo de lisianthus ( <i>Eustoma grandiflorum</i> ), producción bajo invernadero.	87
Cuadro 23. Criterios de evaluación para la propuesta de manejo de fungus gnat ( <i>B. difformis</i> ) en el cultivo de lisianthus ( <i>E. grandiflorum</i> ).	91
Cuadro 24. Dosis aplicadas de N-P-K en fertilización convencional para pilones de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ).	94
Cuadro 25. Dosis aplicadas de N-P-K según el programa de fertilización orgánico para pilones de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ).	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Distribución de las unidades experimentales en el Cuarto de Incubación del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la FAUSAC. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en <i>K. blossfeldiana</i> . Guatemala, 2017.	42
Figura 2. Ajuste de pH a 5.6 en medios de cultivo con el potenciómetro, utilizando NaOH (0.1 N) o HCl (0.1 N).	48
Figura 3. Desinfección de hojas de <i>K. blossfeldiana</i> con hipoclorito de sodio comercial al 0.525 % y agua estéril.	53
Figura 4. (A) Inducción de organogénesis en explantes de <i>K. blossfeldiana</i> en medio basal MS adicionado con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA. (B) Explantes de <i>K. blossfeldiana</i> turgentes, sin mostrar inducción organogénica en medios donde se sustituyeron las sales inorgánicas por fertilizantes foliares adicionados con reguladores de crecimiento.	57
Figura 5. Número de brotes producidos en las unidades experimentales del tratamiento constituido por el medio MS con la adición de 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA y desviación estándar del número de brotes con relación al promedio, límite superior e inferior.	61
Figuras 6. (A) Brotes obtenidos de explantes de <i>K. blossfeldiana</i> inducidos en medio MS con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA. (B) Separación de brotes de los explantes, para su cuantificación.	62
Figura 7. Longitud de brotes producidos en medio basal MS con adición de 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA y desviación estándar de la longitud de brotes con relación al promedio, límite superior e inferior.	63
Figura 8. Determinación de la altura de brotes obtenidos en explantes de <i>K. blossfeldiana</i> en medio basal MS con adición de 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA.	63



**Página**

- Figura 9. (A) Lavado de raíces con agua desmineralizada para eliminar restos de medio de cultivo en las mismas. (B) Plántulas listas para sembrar en Peat moss. (C) Siembra de plántulas de kalanchoe (*K. blossfeldiana*) en sustrato peat moss. 98
- Figura 10. Desarrollo y crecimiento de plántulas de kalanchoe provenientes de cultivo *in vitro*, en invernadero. 98
- Figura 11. (A) crecimiento de plantas de kalanchoe (*K. blossfeldiana*) en umbráculo. (B) observación de síntomas o signos de enfermedades y plagas. 99
- Figura 12. Lote de 41 plantas provenientes de cultivo *in vitro* de kalanchoe (*K. blossfeldiana*), aclimatadas. 99

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación es un informe acerca del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía -EPSA-, el cual fue realizado en el periodo de febrero a noviembre de 2017, en la empresa Super Pilón S.A., ubicada en el municipio de San Miguel, El Tejar del departamento de Chimaltenango. Super Pilón S.A. se dedica a la producción de pilones de hortalizas y flores, comercialización de flores ornamentales y otra de sus líneas de trabajo es la producción de flores de corte bajo invernadero.

En el Capítulo I se presenta el diagnóstico realizado en el proceso de producción de pilones de ornamentales. Super Pilón S.A. produce variedad de pilones de ornamentales a partir de semillas o esquejes según la especie que se trate, las cuales se comercializan en maceta y otras para establecer en invernadero para flores de corte. Para describir el proceso de producción de pilones se utilizó la observación como técnica principal y la comunicación con los colaboradores de la empresa para comprender de mejor manera esta actividad, así mismo se identificaron los principales problemas y se realizó un FODA juntamente con los colaboradores de la empresa.

El Capítulo II corresponde a la investigación realizada para este caso en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Facultad de Agronomía, donde se evaluó dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *Kalanchoe blossfeldiana* P., utilizando como testigo el medio Murashige y Skoog (1962), y como tratamientos tres volúmenes de cada fertilizante, suplementados con vitaminas, agar, azúcar morena y reguladores de crecimientos por ser medios de inducción organogénica. Dicha investigación se relaciona con la inquietud que Súper Pilón S. A. tiene acerca de aplicar nuevas tecnologías en el propagación de ornamentales, usando esta especie *K. blossfeldiana* por ser una especie nueva que se está comercializando.

Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que en el medio de cultivo MS complementado con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA, si induce organogénesis en la

especie *Kalanchoe blossfeldiana*, mientras que en los medios de cultivo en los cuales se sustituyen las sales inorgánicas por los elementos inorgánicos de los fertilizantes foliares Bayfolan Forte® y Foliato NPK extra SL® suplementados con reguladores de crecimiento no producen inducción organogénica en la especie *Kalanchoe blossfeldiana P* y que las posibles causas de que no exista organogénesis puede ser por la relación auxina/citoquina, el tipo de reguladores de crecimiento y concentración de macro y micronutrientes.

Por último, en el Capítulo III se muestran los servicios realizados en la empresa Super Pílon S.A. los cuales consisten en una propuesta para manejo de fungus gnat (*Bradysia difformis*) en el cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) que es una de las principales plagas y que causa mayor daño en dicho cultivo. Un segundo servicio que es un programa de fertilización orgánico para pilones de lechuga (*Lactuca sativa*), basado en el programa convencional que la empresa utiliza y un tercer servicio que es la aclimatación de un lote de 41 plántulas de *Kalanchoe blossfeldiana* provenientes de cultivo *in vitro*.



## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PILONES DE FLORES Y ORNAMENTALES  
EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A. CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

## 1.1. PRESENTACIÓN

En el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, una de las primeras actividades que se lleva a cabo es la realización del diagnóstico del lugar o empresa, con el fin de conocer y analizar el entorno, recabando información tanto de fuentes primarias como secundarias, valiéndose de métodos y técnicas.

La empresa Super Pilón S.A. se dedica a la producción de pilones de hortalizas y flores, venta de flores ornamentales y flores de corte, para este caso el diagnóstico se enfocó en la producción de pilones de flores siendo éstas lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), snapdragon (*Antirrhinum majus*), campanas de Irlanda (*Molucella laevis*), dianthus (*Dianthus barbatus*) y girasol (*Helianthus annuus*) como flores de corte, además a la producción de flores en macetas como ciclamen (*Cyclamen persicum*), kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*), begonia (*Begonia rex*), gazania (*Gazania sp.*), geranio (*Pelargonium sp.*), celosía (*Celosia argéntea*) y crisantemo (*Chrysanthemum sp.*), algunas de estas especies reproducidas por esquejes.

En la elaboración de los pilones se llevan a cabo una serie de procesos, siendo cada uno fundamental y de importancia para poder producir un pilón de calidad, el cual después continuará su crecimiento en campo desarrollándose de la mejor manera para obtener buenas cosechas.

Dentro del diagnóstico se conocieron y identificaron las actividades que la empresa lleva a cabo, describiendo los procesos realizados, lo que permitió conocer cuales se están realizando correctamente y que otras tienen algunas deficiencias que están provocando problemas y que pueden mejorarse, permitiendo con ello dar posibles soluciones a los problemas.

## 1.2. MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1. Localización

Súper Pilón S. A. se encuentra ubicado en el kilómetro 49 de San Miguel Morazán, El Tejar, a 1 km de la ruta que conduce de San Miguel Morazán hacia Pastores, Sacatepéquez (RN 14).

### 1.2.2. Localización geográfica y extensión territorial del Municipio de El Tejar, Chimaltenango

Limita al norte con el municipio de San Juan Sacatepéquez; al Este con los municipios Sumpango y Santo Domingo Xenacoj; al sur con los municipios de Parramos y Pastores Sacatepéquez y al Oeste con Chimaltenango.

- Extensión territorial: 144 Km<sup>2</sup>.
- Altitud: 1,765 metros sobre el nivel del mar.
- Latitud: 14° 38' 45"
- Longitud 90° 47' 30"

### 1.2.3. Características biofísicas de El Tejar, Chimaltenango

#### A. Zona de Vida

Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB) Esta zona de vida está en un relieve plano accidentado cuya vegetación predominante o especies indicadoras son los rodales de ciprés común, (*Cupressus lisitanica*), mano de león (*Chiranthodendron pentadactylon*), encinos y robles (*Quercus sp*), así como rodales de pino de pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino blanco (*Pinus ayacahuite*).

Se caracteriza por el clima frío, topografía accidentada en toda la región con elevaciones que van desde los 1800 a 3000 msnm, biotemperaturas entre 12.5 °C a 18.6 °C y un rango promedio de precipitación anual entre 2065 a 3988 mm.

## **B. Suelos**

Desde la clasificación vernácula en la serie de suelos se reconoce como Consociación El Tejar, donde las características principales es que posee un buen drenaje, de coloración café muy oscuro o café oscuro, de textura franco arcillosa con una profundidad incluso mayor a 1 m y un pH promedio de 6.13.

Desde el punto de vista taxonómico el área posee un orden de suelos de tipo MOLISOL, con una textura franco arcilloso donde los rangos de pendiente van de 0-3% siendo un área ligeramente plana. El área estudiada está ubicada dentro de la región denominada Cadena Volcánica Central y es por ello que el material parental corresponde a piroclastos no consolidados (tefras, ceniza y pómez). Son suelos de colores oscuros, espesos, con buena estructura, alta saturación de bases, blandos y relativamente fértiles, con un horizonte espeso, oscuro y de abundantes materiales orgánicos y de consistencia y estructura favorables para el desarrollo radicular.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. General**

Presentar el proceso de producción de pilones de flores para corte y ornamentales que realiza la empresa Super Pílon S.A., para abordar los principales problemas y planteando algunas soluciones.

#### **1.3.2. Específicos**

1. Describir el proceso de producción de pilones por medio de semilla y esqueje para flores de corte y flores ornamentales.
2. Identificar los principales problemas en la producción de pilones de flores y ornamentales.
3. Sugerir posibles soluciones a los problemas identificados en la producción de pilones de flores y ornamentales, implementando un proyecto de investigación y realizando servicios que contribuyan a la solución de algunos problemas identificados.

### **1.4. METODOLOGÍA**

#### **1.4.1. Fase de gabinete**

Consistió en recabar información de fuentes secundarias como la web para conocer las características biofísicas del lugar. Buscar y recolectar información de fuentes primarias (colaboradores de la empresa) acerca de las especies que producen y problemas que han experimentado al llevar a cabo sus actividades y procedimientos. Así se consultó manuales de organización y procedimientos de la empresa Super Pílon S.A.



#### **1.4.2. Fase de campo**

Para llevar a cabo el diagnóstico de la empresa se utilizó la observación como método inicial, ya que esto permitió que surgieran interrogantes en los procesos realizados por los colaboradores de cada área, entablando una conversación fluida con ellos, la cual dio como resultado conocer los procesos realizados en la producción de pilones de flores y ornamentales.

En la fase de campo se observaron los procesos que los colaboradores de la empresa Super Pílon realizan en la elaboración de pilones por medio de semilla, siendo estos lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), snapdragon (*Antirrhinum majus*), campanas de Irlanda (*Molucella laevis*), dianthus (*Dianthus barbatus*), girasol (*Helianthus annuus*), ciclamen (*Cyclamen persicum*), begonia (*Begonia rex*), gazania (*Gazania sp.*) y celosía (*Celosia argénte*a), y por medio de esquejes, como geranio (*Pelargonium sp.*), kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*), y crisantemo (*Chrysanthemum sp.*), por lo que se dialogó con las personas encargadas de cada uno de los procesos para obtener información detallada.

#### **1.4.3. Integración de la fase de gabinete y de campo**

Esta fase consistió en agrupar la información tanto primaria como secundaria para comprender el entorno. Con el fin de conocer las actividades que se realizan, la información obtenida para la realización del diagnóstico se organizó para tener claros los procedimientos que se llevan a cabo para diferentes actividades en la empresa, mostrando estos en la parte de resultados y se elaboró un diagrama FODA para conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en los procesos de producción de la empresa Súper Pílon S.A.

## 1.5. RESULTADOS

### 1.5.1. Proceso para la elaboración de pilones de flores por medio de semilla

En la elaboración de pilones por medio de semilla, se siguen una serie de procesos para realizar dicha actividad y garantizar la obtención de un pilón de calidad, a continuación se enlista el procedimiento a seguir, así mismo en el cuadro 1 se observan las especies reproducidas por semilla, cabe mencionar que algunas especies son para la venta en pilón y otras para el uso de la propia empresa para la venta de flores ornamentales y otras para una línea de la empresa que se dedica a la producción de flores de corte bajo invernadero, siendo su principal producto comercial la especie lisianthus (*Eustoma grandiflorum*).

Cuadro 1. Flores de corte y especies ornamentales, reproducidas por medio de semilla en la empresa Super Pilón S.A.

Nombre común	Nombre científico
Lisianthus	<i>Eustoma grandiflorum</i>
Snapdragon	<i>Antirrhinum majus</i>
Campanas De Irlanda	<i>Molucella laevis</i>
Dianthus	<i>Dianthus barbatus</i>
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
Ciclamen	<i>Cyclamen persicum</i>
Begonia	<i>Begonia rex</i>
Gazania	<i>Gazania sp.</i>
Celosía	<i>Celosia argéntea</i>
Vinca	<i>Catharanthus roseus</i>
Petunia	<i>Petunia hybrida</i>

**A. Orden o pedido de los clientes:** los clientes realizan sus pedidos de pilones indicando la especie, cantidad de plantas y la fecha que desea los pilones.

- B. Existencia de semilla en inventario:** se verifica la existencia de la semilla según la variedad solicitada, en el inventario.
- C. Programación de siembra:** una vez que se verifica la existencia de semilla que se utilizará, se realiza una programación de siembra donde se indica que variedad/serie que se sembrará, en qué tipo de bandeja y la cantidad que se requiere.
- D. Desinfección de bandejas:** previo a usar las bandejas donde serán sembradas las semillas, se realiza la desinfección de las mismas, utilizando Hipoclorito de sodio al 2 %.
- E. Preparación del sustrato:** previo a la siembra se realiza la preparación del sustrato, en este caso del Peat Moss, humedeciéndolo con agua antes de colocarlo en la bandeja. Este procedimiento se realiza manualmente, agregando agua y homogenizando con una pala y la persona encargada determina según su experiencia la cantidad de agua a agregar, generalmente para 3.8 pie<sup>3</sup> de sustrato se utilizan 40 litros de agua.
- F. Llenado de bandejas:** se realiza manualmente evitando compactar el sustrato en la bandeja o dejando espacios vacíos, por lo que al momento de llenar, se dan suaves golpes para realizar un adecuado llenado de la celda.
- G. Ahoyado:** con la ayuda de un rodillo ahoyador se realizan los agujeros donde se colocara la semilla.
- H. Siembra de la semilla:** se coloca según la variedad o serie, cierta cantidad de semillas por celda, este proceso se realiza manualmente, tratando que la semilla quede en el centro.

- I. Identificación de bandeja:** para llevar un buen control en la empresa, se identifican las bandejas con número de registro de siembra, el cual es ingresado al sistema en la computadora, esto permite verificar cualquier anomalía, si existiera algún problema.
- J. Manejo de la germinación de la semilla:** una vez realizada la siembra, las bandejas pasan al cuarto de germinación, en donde se humedece la bandeja y se le provee de una temperatura controlada de 20 - 22 °C, y el 70 % de humedad relativa para la germinación de la semilla. La persona encarga de esta área debe realizar el riego de las bandejas y verificar el porcentaje de germinación, según la especie.
- K. Tapado de bandeja:** una vez emerge la plántula, se realiza el tapado de la misma con vermiculita, evitando saturar o sobrecargar a la plántula ya que esto podría ocasionar la muerte de la misma.
- L. Traslado de bandeja a invernaderos:** cuando la plántula ha alcanzado una edad adecuada (21 dds), ésta se traslada al invernadero en donde continuará su crecimiento.
- M. Manejo de las plántulas:** estando en el invernadero, el encargado debe realizar el riego de las bandejas con una frecuencia diaria evitando sobresaturar el suelo, control preventivo de plagas y enfermedades, fertilización de las plantas y muestreo de plagas.
- N. Entrega del pilón al cliente o empresa:** una vez cumplida la edad adecuada (según la especie) para que la planta pueda pasar al campo, umbráculo o invernadero, éstas son entregadas a los clientes en cajas plásticas para evitar el daño en los pilones por un mal traslado o en dado caso si es para la empresa .

### 1.5.2. Proceso para la elaboración de pilones por medio de esqueje

Algunas especies ornamentales es apropiado reproducirlas de manera asexual por medio de esquejes, la empresa Super Pílon únicamente utiliza este método con Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana*), geranio (*Pelargonium sp.*) y crisantemo (*Chrysanthemum sp.*). A continuación se describe el procedimiento para la producción de esquejes.

- A. Preparación de sustrato:** inicialmente se realiza la mezcla de broza, arena de río y tierra negra en una relación 1:1:1, seguidamente se humedece el sustrato y se desinfecta agregando Banrot 40 WP y Vydate 24 SL.
  
- B. Llenado de bolsas y macetas:** se coloca el sustrato preparado anteriormente en bandejas de enraizamiento, bolsas de polietileno o en maceta, según sea el caso. Las plantas reproducidas por esquejes son propiamente para comercialización de la empresa.
  
- C. Corte de esquejes:** previamente a esta actividad ya se ha establecido un banco de plantas madres, a las cuales se les da un manejo adecuado para obtener esquejes de calidad. Por lo general el esqueje debe tener entre 7 a 10 cm de longitud según la especie, deben tener apariencia sana y no debe presentar la formación de botones florales.
  
- D. Enraizamiento de esquejes:** los esquejes que anteriormente fueron cortados se colocan en una solución de auxinas para estimular la producción de raíces, luego son colocados en el sustrato y se trasladan a la cámara de enraizamiento, en la cual se tiene programado el riego con una frecuencia diaria, con un método de nebulización a cada 15 minutos.

**E. Trasplante de plantas enraizadas:** cuando las plantas ya han enraizado se trasladan del sustrato enraizador hacia las macetas o bolsas según sea el caso, evitando doblar o dañar las raíces.

**F. Manejo de las plantas:** una vez colocadas en el vivero, se debe de dar un manejo técnico que consiste en regar las macetas diariamente, hacer fumigaciones semanalmente para el control preventivo de plagas y enfermedades y fertilización.

### **1.5.3. Principales problemas en la producción de pilones de flores y ornamentales**

Luego de sistematizar la información obtenida, conocer los procesos implementados por los colaboradores, así mismo observar las actividades que realizan y dialogando con ellos, se realizó una matriz FODA que se observa en el Cuadro 2, donde ellos mencionan que acciones, situaciones y actividades están bien, cuales pueden mejorar y cuales representan un peligro para los objetivos de la empresa.

A partir de lo anterior se identificaron los principales problemas en la producción de pilones de flores y ornamentales, los cuales se muestran en Cuadro 3.

Cuadro 2. Matriz FODA realizado con los colaboradores de la empresa Super Pilon S.A.

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<p>F1. Se tienen claramente definidos los proveedores de la empresa.</p> <p>F2. Proveedores de alto reconocimiento en el mercado</p> <p>F3. Calidad garantizada y certificada de la semilla que se utiliza y del sustrato</p> <p>F4. Experiencia en la producción de pilones de flores</p> <p>F5. Buen trato hacia los clientes, cumpliendo sus expectativas y necesidades, entregando pedidos a tiempo.</p> <p>F6. Empresa reconocida en el mercado.</p> <p>F7. Inicio de exportaciones de flores hacia el Salvador.</p>	<p>O1. Diversificación de especies ornamentales.</p> <p>O2. Aplicación de nuevas tecnologías para la propagación de especies ornamentales.</p> <p>O3. Evaluación de nuevos materiales vegetales y productos de protección para establecimientos de nuevos cultivos.</p> <p>O4. Cumplir los requerimientos de exportación hacia mercados más grandes y exigentes.</p> <p>O5. Voluntad por parte de los colaboradores en aprender nuevos conocimientos y capacitarse.</p>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>D1. Bajo nivel de escolaridad de empleados</p> <p>D2. No hay una adecuada comunicación entre trabajadores</p> <p>D3. Algunos procesos no siguen un patrón</p> <p>D4. No se sigue correctamente el plan de manejo de pilones.</p> <p>D5. Aplicación de productos químicos sin una base justificable.</p> <p>D6. Área de la empresa que no tiene ningún uso.</p> <p>D7. Plantas madres sin renovar.</p> <p>D8. Escaso conocimiento sobre las nuevas especies a propagar.</p> <p>D9. Problemas de plagas y enfermedades sin controlar.</p>	<p>A1. Alta competencia en el mercado.</p> <p>A2. La empresa no realiza publicidad de sus productos.</p> <p>A3. Inestabilidad de precios en la compra de insumos.</p> <p>A4. Inestabilidad de precios de venta para las flores en maceta.</p>

Cuadro 3. Matriz de problemas identificados en la producción de pilones de flores y ornamentales en la empresa Super Pílon S.A.

No.	Problemas identificados
1	Falta de implementación de nuevas tecnologías para la propagación de especies ornamentales que garanticen plantas sanas, libres de patógenos, plagas y enfermedades.
2	Los planes de manejo de pilones tienen cierta antigüedad y no se han renovado según las necesidades actuales.
3	El muestreo de plagas de insectos y enfermedades no se realiza frecuentemente como parte de un método preventivo, en cambio emplean un método curativo cuando el umbral de daño se hace evidente.
4	Uso frecuente de productos comerciales que tienen el mismo ingrediente activo, generando resistencia.
5	Para la obtención de esquejes, no se ha realizado la renovación de plantas madres.
6	La empresa ha introducido nuevas especies de flores ornamentales, pero los trabajadores desconocen el manejo adecuado de las mismas.
7	Algunos procesos que requieren de cuidado como la siembra y el corte de esquejes, no se realiza con la asepsia necesaria para evitar la propagación de plagas enfermedades.
8	Algunos procesos realizados por los trabajadores no siguen un patrón, es decir, existe una metodología para realizar cierta actividad pero el trabajador no la realiza correctamente o no la aplica.
9	Escasa comunicación entre los trabajadores para la coordinación y distribución de actividades, así como la solución de problemas inmediatos.
10	Falta de capacitación a los trabajadores para mejorar algunas actividades y ampliar conocimientos.
11	Debido a que no hay suficientes trabajadores, cada uno de los trabajadores tienen a su cargo demasiadas actividades y en algunas ocasiones ellos realizan la que tiene mayor prioridad, dejando a un lado otras actividades.



## 1.6. CONCLUSIONES

1. Por medio de la observación, diálogo y organización de la información obtenida se describieron los procesos que se llevan a cabo para la producción de pilones tanto por semilla como por esquejes, siendo éstos desde la preparación del sustrato, siembra de semillas, obtención de esquejes, siembra de esquejes hasta el manejo de riego, plagas y enfermedades para su posterior comercialización como plantas ornamentales y para flores de corte que Super Pilón ofrece al mercado.
2. Los principales problemas que se identificaron en la producción de pilones de flores y ornamentales son la falta de implementación de nuevas tecnologías que permitan mejorar y aumentar la propagación de plantas, problemas de plagas debido la ejecución de los mismos planes de manejo que no implementan nuevas técnicas para controlar las plagas y estimula al uso frecuente de los mismos productos comerciales, desconocimiento del manejo de nuevas especies ornamentales, falta de capacitación y problemas de comunicación entre colaboradores.
3. Dentro de las posibles soluciones que se pueden sugerir ante los problemas identificados figuran la aplicación de tecnologías como la propagación *in vitro* de plantas ornamentales, renovación de los planes de manejo de plagas y enfermedades que permita el manejo integrado de las mismas haciendo uso de otras técnicas y rotando productos comerciales y capacitación para conocer el manejo de nuevas especies ornamentales que se introducen.

## 1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. El Tejar [Chimaltenango]. 2010. Serproic. Consultado 10 feb. 2017. <http://serproic.260mb.com/ELTEJAR.htm?i=1>
2. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2010. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Chimaltenango. Guatemala, MAGA, 2 v. 2 CD.
3. Roca Aifán, MR. 2011. Comercialización y organización empresarial (engorde de gallina) proyecto: producción de brócoli. Tesis Licda. Admon. Emp. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. 161 p. [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0778\\_v3.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0778_v3.pdf)
4. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
5. Súper Pílon, Guatemala. 2013a. Manual de organización Súper Pílon, S.A. Guatemala. 20 p.
6. \_\_\_\_\_. 2013b. Manual de procedimientos Súper Pílon, S.A. Guatemala. 53 p.





## CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF TWO FOLIAR FERTILIZERS AS SUBSTITUTES OF INORGANIC SALTS IN CULTURE MEDIUM FOR ORGANOGENESIS INDUCTION IN *kalanchoe blossfeldiana* Poelln, IN THE PLANT TISSUE CULTURE LABORATORY OF THE AGRONOMY FACULTY, USAC, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1. PRESENTACIÓN

*Kalanchoe blossfeldiana Poelln* es una planta originaria del Madagascar, perteneciente a la familia de las crasuláceas, caracterizadas por tener hojas suculentas, posee gran belleza por sus flores pequeñas pero llamativas.

Uno de los productos ornamentales que la empresa Super Pílon, S.A. ofrece a sus clientes es *Kalanchoe blossfeldiana Poelln* que recientemente fue introducido para su comercialización, por lo que en la búsqueda de propagar esta especie vegetal se ha recurrido a la propagación *in vitro*, la cual en la actualidad tiene distintas ventajas y desventajas, siendo una de las últimas los altos costos de los reactivos utilizados para la elaboración de medios de cultivo.

Dentro de la propagación *in vitro*, los costos por el uso sales inorgánicas para la elaboración de los medios de cultivo donde se desarrollarán los explantes, es de aproximadamente Q.13,499.00 (Año 2018), siendo un costo elevado debido a la presentación comercial en que venden los reactivos. Por ello, se hace necesario buscar alternativas de sales inorgánicas con el objetivo de reducir los costos en la propagación *in vitro* de *Kalanchoe blossfeldiana*.

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, realizado en el periodo comprendido de febrero a noviembre de 2017 y del diagnóstico a la empresa Super Pílon S.A., surgió la investigación “Evaluación de fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*”, ya que a futuro se contempla la implementación de un laboratorio de Cultivo de Tejidos por parte de la empresa, buscando alternativas en la reducción de la inversión de materiales y equipo, ya que el costo de reactivos utilizados en la elaboración de medios de cultivos es alto.

En esta investigación se evaluaron dos fertilizantes foliares como sustitos de sales inorgánicas en medios de cultivo de inducción organogénica y crecimiento inicial de brotes, éstos fueron: Bayfolan® Forte y Foliato® NPK Extra SL. Se utilizó para ello tres

concentraciones en los medios de cultivo, se adicionó azúcar, vitaminas que el medio MS contiene, auxinas y citoquininas para el medio de inducción. Como testigo se utilizó en medio Murashige y Skoog, las concentraciones de ANA y BA utilizadas tuvieron como referencia el trabajo de Kaviani *et al* (2014). Las variables de respuesta consideradas fueron el número de brotes y la longitud de brotes.

En esta investigación no se obtuvo inducción organogénica en los medios de cultivo donde se sustituyeron las sales inorgánicas por fertilizantes foliares. Caso contrario en el medio de cultivo MS se observó la inducción y crecimiento inicial de brotes en los explantes de *Kalanchoe blossfeldiana P.*

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Marco conceptual

#### 2.2.1.1. Origen de *Kalanchoe blossfeldiana*

*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln es una planta endémica originaria del Madagascar, introducida y adaptada en América como especie ornamental, dada la apariencia de sus hojas y flores de diversos colores. Pertenece a la familia de las crasuláceas, la cual contiene 125 especies del género *Kalanchoe*, que tienen en general la característica de poseer hojas suculentas (Ballester-Olmos, 1983).

#### 2.2.1.2. Clasificación taxonómica de *Kalanchoe blossfeldiana*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Saxifragales
Familia:	Crassulaceae
Subfamilia:	Kalanchoideae
Género:	<i>Kalanchoe</i>
Especie:	<i>K. blossfeldiana</i> POELLN. 1934 (Lao <i>et al.</i> 2002)

#### 2.2.1.3. Descripción de *Kalanchoe blossfeldiana*

*Kalanchoe blossfeldiana* P. es una planta perenne, que puede alcanzar una altura de 30 a 40 cm, con raíces fasciculadas que se desarrollan sobre una capa de sustrato.

Sus tallos son rectos, poco ramificados, glabros y lisos. Las hojas son crasas o suculentas, por lo que son engrosadas, permitiendo el almacenamiento de agua en mayores cantidades. Hojas opuestas, carnosas, brillantes, con márgenes dentados, de color verde oscuro de siete centímetros de largo por cuatro centímetros de ancho y peciolo largo (Lao *et al.* 2002).

Las flores, que son la atracción de la planta, son de diversos colores según los híbridos que se han generado como amarillas, blancas, naranjas, rojas y tonalidades intermedias, situadas en los extremos de los tallos como racimos de numerosas flores, simples o dobles.

#### **2.2.1.4. Requerimientos ambientales para el cultivo de *Kalanchoe blossfeldiana***

##### **A. Temperatura**

La especie *Kalanchoe blossfeldiana* requiere de una temperatura de 21 °C para el desarrollo de raíces. Para el desarrollo de esta planta se requiere una temperatura alrededor de 16 °C a 22 °C (Ballester-Olmos, 1983).

##### **B. Sustrato**

El sustrato donde se desarrollara esta especie debe ser suelto, aireado, poroso, con buena capacidad de drenaje y con un pH de 6.5. Se recomienda el uso de arena de río gruesa mezclada con turba negra en una relación de 1:1, otra alternativa puede ser el uso de tierra abonada, arena gruesa y mantillo de hojas en una relación de igual manera 1:1:1, adicionando carbón vegetal que puede evitar el desarrollo de hongos (Lao *et al.* 2002).

## **C. Riego**

Dado que es una planta suculenta y que almacena altas cantidades de agua en sus hojas, puede sobrevivir a largos periodos de sequía. En días cortos ya que la radiación solar es menor, es más reducida la cantidad de agua que necesita que en días largos. Es recomendable regar moderadamente la planta y dejar que el sustrato seque entre riego y riego, para evitar problemas de pudrición (Lao *et al.* 2002).

### **2.2.1.5. Métodos de propagación de *Kalanchoe blossfeldiana***

*Kalanchoe blossfeldiana* se puede propagar por distintos métodos, siendo estos: propagación por semilla, propagación vegetativa y propagación *in vitro*.

#### **A. Propagación por semilla**

La propagación por semilla, fue la principal forma de propagar esta especie. La semilla es de tamaño muy pequeño, necesitando luz para germinar.

El sustrato que se utilice debe ser con buen drenaje y aireación, se puede utilizar turba y perlita. Es importante realizar previamente la desinfección del sustrato, para evitar problemas fitosanitarios.

Debido a que las semillas son de tamaño pequeño se recomienda mezclarlas con agua y con la ayuda de un gotero sembrarlas en el sustrato, sin cubrirlas con sustrato ya que la semilla requiere de luz. Es aconsejable colocar plástico transparente cubriendo el recipiente donde se siembren para que la humedad relativa sea alta y conserve la temperatura, ya que es necesario que sea de 21 °C, evitando que la luz solar incida directamente (Lao *et al.* 2002).



El tiempo de germinación dura generalmente alrededor de siete a diez días, el crecimiento de las plantas es lento, necesitando aproximadamente siete semanas para su trasplante. Al momento de realizar el trasplante este debe ser superficial, para evitar pudrición en el cuello de la planta (Lao *et al.* 2002).

## **B. Propagación vegetativa**

La propagación vegetativa puede efectuarse por el método de cultivo de plantas madre para producción de esquejes.

### **a. Cultivo de plantas madres**

Las plantas madres se pueden establecer en recipientes, con el sustrato que se ha mencionado, bajo condiciones controladas, manteniéndolas en días largos para que estén continuamente en ciclo vegetativo, para ello se deben iluminar la mitad del periodo de oscuridad, siendo este método más efectivo que los días largos de luz continua hasta de 16 horas (Lao *et al.* 2002).

Una vez bien establecido el cultivo de plantas madres, se puede comenzar a eliminar la punta de los brotes y con esto inducir a que la planta ramifique. La temperatura diurna puede ser hasta de 26 °C y la nocturna de 18 °C. La cantidad de agua a aplicar varía, esto conforme al tamaño, el tipo de sustrato y a la velocidad de pérdida de agua del tejido de la planta debido a la temperatura. Las plantas madres no deben experimentar déficit hídrico y es recomendable que las hojas estén secas para evitar la diseminación de patógenos (Lao *et al.* 2002).

La fertilización debe ser completa, con macro y micro elementos para el desarrollo balanceado de las plantas, realizándose cada 10 o 15 días, para mantener en buen estado las plantas madres (Lao *et al.* 2002).

Como toda planta madre, es importante después de cierto tiempo de producción de esquejes, renovar la plantación, para evitar reducir la calidad de la planta y la aparición de botones florales prematuros (Lao *et al.* 2002).

#### **b. Producción de esquejes**

Los esquejes adecuados para enraizamiento deben tener un longitud de cinco a siete centímetros, estos deben ser esquejes terminales. El enraizamiento puede llevarse a cabo en bandejas de madera, plástico o bancos de propagación. El distanciamiento será variado según el tamaño de las hojas, además se deben eliminar las hojas de la parte baja ya que el esqueje debe sembrarse a una profundidad de tres a cuatro centímetros (Ballester-Olmos, 1983).

El uso de sistema de nebulización intermitente ha permitido un buen enraizamiento de los esquejes, ya que mantiene húmeda la planta y el sustrato.

#### **2.2.1.6. Cultivo de tejidos vegetales**

El Cultivo de Tejidos Vegetales, también llamado cultivo *in vitro* de plantas, es un método de propagación de especies vegetales, el cual en los últimos años ha mostrado ser uno de los medios que ofrece mayores ventajas en la producción de plantas.

El Cultivo de Tejidos Vegetales consiste en la siembra de un explante, que se puede definir como una porción separada de la planta (célula, protoplasto, tejido u órgano) que se desea propagar en un medio de composición química definida y bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo (Mroginski *et al.* 1991).

### **A. Ventajas del cultivo de tejidos vegetales**

El cultivo de tejidos vegetales ofrece diferentes ventajas, las cuales se mencionan a continuación: propagación masiva de plantas, especialmente para especies de difícil propagación por otros métodos, o en vías de extinción, clonación de individuos de características agronómicas muy deseables durante todo el año, obtención de plantas libres de virus, conservación de germoplasma (conjunto de individuos que representan la variabilidad genética de una población vegetal), obtención de metabolitos secundarios, mejora genética de plantas, estudios fisiológicos diversos y uso de poco espacio para altas cantidades de plantas producidas (Segretín, sf).

### **B. Desventajas del cultivo de tejidos vegetales**

Algunas de las desventajas del cultivo de tejidos vegetales son: altos costos de mantenimiento e instalación de laboratorio, necesidad de tener mano de obra calificada y pérdida de variabilidad (Del Cid Illescas, 2009).

#### **2.2.1.7. Consideraciones importantes en el cultivo de tejidos**

##### **A. Explante**

El primer paso para el establecimiento de la especie a propagar *in vitro* es la elección del explante, el cual debe ser el más adecuado para la iniciación del cultivo, orientado a la especie vegetal a estudiar y a los objetivos propuestos (Mroginski *et al.* 1991).

La elección del explante a utilizar dependerá del fin que se desee, entre estos están: la regeneración de plantas, la producción de callos, obtención de haploides, producción de plantas libres de patógenos, conservación de germoplasma, entre otros. Otras razones a considerar por practicidad son la disponibilidad, facilidad de manipulación, homogeneidad,

baja contaminación con microorganismos y rápida respuesta *in vitro* (Mroginski *et al.* 1991).

Es importante tomar en cuenta la variabilidad asociada al genotipo de las plantas, esto en cada especie vegetal, porque es frecuente que bajo las mismas condiciones controladas, las respuestas *in vitro* para determinado explante difieran en relación al cultivar empleado. Otro caso es el estado de desarrollo y la edad ontogénica del explante, la que puede variar notablemente la respuesta *in vitro* (Mroginski *et al.* 1991).

## **B. Medio de cultivo**

En el cultivo de tejidos vegetales, los medios de cultivo son el elemento fundamental para permitir la iniciación y desarrollo del explante. También puede ser llamado Medio Basal, pueden ser semisólidos o líquidos y tiene la función de proveer los nutrientes y otras sustancias a la parte de la planta que se esté cultivando, además las necesidades nutricionales en condiciones *in vitro* varían según la especie vegetal.

En cuanto a los componentes que conforman el medio de cultivo, en general se pueden mencionar: sales inorgánicas (nutrientes minerales), vitaminas, carbohidratos, agentes gelificantes (medios de cultivos semisólidos), reguladores del crecimiento y otros compuestos.

### **a. Sales inorgánicas**

Las sales inorgánicas son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que los medios de cultivo *in vitro* deben suministrar a los explantes de macrolementos, siendo éstos: Carbono, Hidrogeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio, además, de microelementos como Boro, Zinc, Manganeso, Cobre, Molibdeno y

Hierro; en la concentración adecuada, pues la ausencia de éstos afecta los explantes, interfiriendo en el desarrollo de los mismos.

El Nitrógeno forma parte de los componentes de las proteínas, vitaminas y ácidos nucleicos, mientras la planta está en crecimiento activo necesita altas cantidades de Nitrógeno. Las células en crecimiento pueden fabricar sus proteínas a partir de fuentes adecuadas de Nitrógeno. Las fuentes más comunes y adicionadas a medios de cultivo son en las formas de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o iones de amonio ( $\text{NH}_4$ ), o la combinación de ambos ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), y como nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) (Usui *et al.* 1996).

El Fósforo es necesario para el metabolismo de la planta, principalmente es utilizado para sintetizar ATP como fuente de energía. Dentro de los medios de cultivo las plantas lo absorben como  $\text{PO}_4^{2-}$ . Puede adicionarse a los medios de cultivos en las formas  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  o  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (Usui *et al.* 1996).

El Potasio se encuentra en altas cantidades en la naturaleza; es un catión que se agrega en forma de  $\text{KCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ , o  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y básicamente tiene su función en la diferenciación de órganos.

El Magnesio es un componente importante en la molécula de clorofila, junto con el Azufre se adicionan como fuente el compuesto  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , y el Cloro se adiciona en forma de  $\text{KCl}$  o  $\text{CaCl}_2$  (Usui *et al.* 1996).

El Calcio es un componente de la pared celular y se adiciona con  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

En el caso de los micronutrientes, estos son necesarios para una adecuada actividad metabólica, las células vegetales requieren de Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co y Mo. Los últimos cinco elementos son fundamentales para la síntesis de clorofila y la función de cloroplastos. El Fe es requerido para la formación de precursores de la clorofila. El Mn contribuye en el mantenimiento de la estructura y el proceso fotosintético. El Cu y Zn son

utilizados para la oxidación e hidroxilación de compuestos fenólicos. El Mo y Fe forman parte de las enzimas nitrato-reductasa y nitrogenasa. El Boro es necesario para el mantenimiento de la actividad meristemática y está involucrado en la síntesis de bases nitrogenadas, en particular de Uracilo (Pizarro, 2012).

#### **b. Vitaminas**

Las vitaminas tienen su importancia en el sistema enzimático, ya que actúan como coenzimas en distintos procesos fisiológicos de las plantas. Solamente la Tiamina es considerada como esencial, mientras que otras como el Ácido Nicotínico y la Piridoxina, son agregadas para estimular procesos específicos; sin embargo se incluyen a manera de prevención (Mroginski *et al.* 1991) (Pizarro, 2012).

#### **c. Carbohidratos**

Debido a que los cultivos *in vitro* no son autótrofos, por no realizar fotosíntesis debido a la baja intensidad de luz que reciben, se debe adicionar fuentes de carbono, principalmente de sacarosa en un 2 % a 5 % (Mroginski *et al.* 1991).

#### **d. Agentes gelificantes**

Los agentes gelificantes se agregan en la composición para medios semisólidos, a manera de dar soporte al explante. En su mayoría se utiliza el agar en una concentración de 0.6 % a 1 %, se debe tener en cuenta la pureza de este reactivo, ya que a presencia de impurezas alterara la respuesta *in vitro* (Mroginski *et al.* 1991).

### **e. Reguladores del crecimiento**

En la propagación *in vitro*, algunas especies vegetales requieren de la adición de reguladores de crecimiento, principalmente de auxinas y citoquininas, esto según sea el objetivo de lo que se desee obtener y en función de eso se dará la proporción y cantidad adecuada de las mismas.

En el caso de que el objetivo sea la formación de yemas, la promoción se dará si la proporción de auxina es menor a la citoquina y habrá inhibición si la auxina es mayor que la citoquina (Usui *et al.* 1996).

Para la formación de raíces la auxina debe estar en mayor concentración que la citoquinina, caso contrario no habrá inducción a la formación de raíz.

Si lo que se busca es la formación de callo la concentración de auxina debe ser mayor que la de citoquinina (Usui *et al.* 1996).

#### **i. Auxinas**

Las auxinas se utilizan para promover la división celular y la diferenciación de raíces. Las auxinas mayormente utilizadas son: AIA (Ácido Indolacético), ANA (Ácido Naftalenacético), IBA (Ácido Indolbutírico) y el 2,4-D (Ácido Diclorofenoxiacético) (Usui *et al.* 1996).

#### **ii. Citoquininas**

Las citoquininas promueven la división celular y la diferenciación de yemas y brotes adventicios de callos y órganos. Las más utilizadas son: KIN (Kinetina), BA (6-Benciladenina), BAP (6-bencilaminopurina) y Zeatina (Usui *et al.* 1996).

#### **f. Otros compuestos**

Con frecuencia se han añadido otros compuestos naturales de composición variable y no bien definida a los medios de cultivo, teniendo resultados que han contribuido a desarrollar mejor los explantes o en algunos casos a tener efectos inhibitorios por estar en concentraciones altas, entre ellos se pueden mencionar: levadura, caseína hidrolizada, peptona, agua de coco, extractos de tubérculos de papa, albumen inmaduro de maíz, jugo de plátano, tomate y de naranja (Roldan, 2011).

#### **C. Descripción del medio basal de Murashige y Skoog (MS)**

El medio de Murashige y Skoog (1962), se caracteriza por estar compuesto de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cl), micronutrientes (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co, Mo), vitaminas como la Tiamina la cual se añade en forma de Tiamina-HCl, Piridoxina-HCl, el Mio-inositol no se considera como una vitamina, sino como un azúcar-alcohol ya que tiene efecto estimulante sobre la morfogénesis, además podemos encontrar Glicina que es un aminoácido que tiene alguna función en la nutrición de los tejidos vegetales, se puede agregar carbón activado, al cual se le atribuye la absorción de metabolitos tóxicos.

El medio MS se caracteriza por tener alto contenido de sales de Nitrógeno y Potasio y es muy utilizado para regeneración de plantas. En el cuadro 4 se muestran los componentes del medio Murashige y Skoog desarrollado alrededor del año 1962.



Cuadro 4. Componentes y cantidades requeridas en el medio de cultivo de Murashige y Skoog (1962).

Componentes	Cantidad (mg/l)
Nitrato de amonio (NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	1650
Nitrato de potasio KNO <sub>3</sub>	1900
Cloruro de calcio CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440
Sulfato de magnesio MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370
Fosfato de potasio KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170
Sulfato de hierro FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.8
Sodio quelatado Na <sub>2</sub> EDTA	33.6
Sulfato de manganeso MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22.3
Sulfato de zinc ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.6
Acido bórico H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2
Ioduro de potasio KI	0.83
Molibdato de sodio Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.25
Sulfato de cobre CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.025
Cloruro de cobalto CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.025
Mio-inositol	100
Ácido nicotínico	0.5
Piridoxina-HCl	0.5
Tiamina-HCl	0.1
Glicina	2
Carbón activado	1

Fuente: Hernández *et al* (2012).

#### D. pH

Al finalizar de realizar la adición de todos los reactivos en los medios de cultivo, se procede a justar el pH del medio, ya que este puede variar en función de los reactivos utilizados. Para ello se utiliza Hidróxido de sodio (NaOH) a 0.1N o 1N en el caso que el

medio esté ácido, o Ácido clorhídrico (HCl) al 0.1N o 1N en el caso que el medio esté básico.

Es recomendable mantener un pH entre 5.2 y 5.8, ya que bajos o altos niveles sobre este valor pueden mostrar interferencias como en la solubilidad de algunos componentes y por lo tanto pueden no ser absorbidos por los explantes, interferir en la solidificación de los medios y afectar actividades de algunas enzimas.

### **E. Condiciones de asepsia**

El cultivo de tejidos *in vitro* debe cumplir fundamentalmente las condiciones de asepsia, ya que la contaminación de cualquier tipo tendría resultados adversos en la especie que se esté estudiando, ya que los explantes no se desarrollarían y esto sería una amenaza para otros cultivos en el laboratorio que podrían de igual manera contaminarse.

Por ello se debe esterilizar todo tipo de cristalería, materiales y equipo que se utiliza dentro del laboratorio, para mantener las condiciones de asepsia se hace uso de hipoclorito de sodio, alcohol al 70 % y 95 %, el uso del autoclave para esterilizar cristalería, materiales, agua y medios de cultivo.

Es importante que al iniciar a trabajar en cualquiera de las áreas, las superficies de éstas se desinfecten con alcohol al 70 % para eliminar esporas de hongos y bacterias, de igual manera se recomienda que la persona que esté trabajando en el laboratorio haga uso de bata y una desinfección de manos y zapatos con alcohol al 70 % antes de ingresar al laboratorio, al momento de hacer siembra de explantes o transferencia de estos. En el caso del alcohol al 95 %, se hace necesario para flamear pinzas, azas o bisturís.

## **F. Condiciones ambientales para la incubación**

En la incubación de los cultivos es importante considerar básicamente tres aspectos, que son la temperatura, el fotoperiodo y la luz.

El área de incubación o crecimiento in vitro debe proporcionar un buen control de la temperatura (20-28 °C), la iluminación (variables según las necesidades: 1,000 a 5,000 lux) y de la humedad relativa (70-80 %).

Es necesario propiciar una buena distribución del aire en el cuarto para evitar zonas de recalentamiento por efecto de las luces. La regulación de la temperatura se puede lograr por medios de aparato de aire acondicionado de pared o de sistema central (FAO, 2006).

## **2.2.2. Marco referencial**

### **2.2.2.1. Ubicación del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales**

La investigación se ejecutó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales, ubicado en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala zona 12, Ciudad de Guatemala, en la Facultad de Agronomía, edificio T8 tercer nivel.

### **2.2.2.2. Infraestructura del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales**

En Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales existen distintas áreas de trabajo, éstas son: área de lavado y secado de cristalería, área de almacenamiento de reactivos, área de preparación de medios, área de transferencias y área de incubación.

En el área de lavado y secado se tienen estructuras para el lavado y un horno para el secado de cristalería. En el área de almacenamiento se tienen anaqueles en los cuales se almacenan los reactivos, así también se tienen espacios para almacenar cristalería. En el área de preparación de medios de cultivo se tiene balanza analítica, potenciómetro y agitadores orbitales con control de temperatura. En el área de transferencias se tienen dos cámaras de flujo laminar y en el cuarto de incubación se tienen estanterías con luz blanca artificial y un equipo de aire acondicionado para el control de la temperatura.

### **2.2.2.3. Investigaciones relacionadas**

#### **A. Antecedentes del uso de fertilizantes foliares como componentes en medios de cultivo**

Se han realizado algunas investigaciones en otros cultivos en las cuales se utilizaron fertilizantes foliares como sustitutos de reactivos. En Costa Rica, se utilizaron estos

fertilizantes para evaluar el efecto que tenían sobre la propagación *in vitro* de micro estacas de papa, mostrando buenos resultados, pero recomendando la alternancia de éstos con medios basales como el MS. En Guatemala, la investigación realizada por Toledo, J. (2016) quien evaluó medios de cultivo para la germinación de semillas y crecimiento inicial de *Lycaste lasioglossa* Rchb.f., demostró que el medio propuesto por Archila (2015), el cual dentro de sus componentes contiene Bayfolan Forte, fue el que mostró mejor germinación de las semillas de esta especie y también fue en el que observó mejor crecimiento inicial, por lo que se tiene un buen aporte de esta investigación en el uso de fertilizantes foliares.

Dalzotto (2013), evaluó el efecto de cuatro medios de cultivo en el crecimiento de *Oncidium bifolium*, utilizó azúcar refinada, agua de coco y adicionando dos fertilizantes foliares comerciales al medio base de Murashige y Skoog. El medio donde se observó mayor porcentaje de plantas con pseudobulbos y con mayor longitud de los mismos fue el medio que se le añadió Peters® (10-30-20). Las plantas que tuvieron mayor porcentaje de brotes fueron las que se desarrollaron en el medio MS a la mitad de la concentración y agua de coco.

El medio basal (MS) suplementado con azúcar refinada y agua de coco junto con el empleo del fertilizante Peters® 20-20-20 o 10-30-20, mostraron el mismo efecto sobre el crecimiento de *O. bifolium* "federal", dando como resultado plantas más vigorosas con mayor altura, mayor número de raíces, mayor peso seco (biomasa aérea, raíces y totales) y alto porcentaje de plantas con pseudobulbos. Los suplementos utilizados mostraron ser económicos y de fácil adquisición en el mercado.

Azofeifa, Guevara, & Jiménez, (2008) evaluaron distintos fertilizantes foliares en el desarrollo de microestacas de papa (*Solanum tuberosum* var. *Atzimba*), algunos de ellos con uno o dos macroelementos, otros con uno o más microelementos. Para la constitución de los medios de cultivo, buscaron hacer tratamientos en donde integraran distintos fertilizantes foliares para hacer un medio de cultivo con las sales inorgánicas que tiene el medio MS, agregando las vitaminas del medio MS y sacarosa en un 3 %.

Algunos medios mostraron buenos resultados en cuanto al número de yemas del brote principal, durante los cinco subcultivos realizados, otros mostraron disminución en el número de yemas formadas a partir del cuarto subcultivo. En el medio MS, que se utilizó como testigo, se obtuvo la mejor longitud del brote principal y plantas sin síntomas de deficiencia, en los cinco subcultivos.

Concluyeron que con los resultados obtenidos es posible considerar el uso de fertilizantes foliares, como reemplazo a las sales minerales de alta pureza, empleadas normalmente en la elaboración del medio de cultivo MS, al menos por períodos de tiempo limitados o en un esquema de alternancia con el MS.

Mohaddeseh Kordi *et al*, (2013) evaluaron reguladores del crecimiento en la especie *Kalanchoe blossfeldiana Poelln*, utilizaron ANA (Acido naftalenacético) y BA (Benciladenina), las concentraciones para cada uno fueron de 0.00, 0.50, 1.00 y 2.00 mg/l, haciendo todas las combinaciones entre ambos, utilizaron como medio basal el medio MS.

A los 45 días después de la siembra se observaron diferencias en los medios, en el caso del MS que contenía 1 mg/l de BA + 1mg/l de ANA, dio como resultado las mejores variables de respuesta en cuanto altura de plantas (7.012 cm), número de raíces (8.86) y longitud de raíces (10.16 cm).

El mayor número de brotes (5.88), numero de hojas (8.98) e índice de proliferación (1.79) lo observaron en medios MS suplementado con 1 mg/l de BA + 0.50 mg/l de ANA. En cuanto al medio MS que no contenía BA y ANA, se obtuvieron los valores más bajos de las variables de respuesta; altura de planta (1.98 cm), número de brotes (1.22), número de raíces (2.72), longitud de raíz (3.016 cm), número de hojas (2.015) e índice de proliferación (0.40).

#### 2.2.2.4. Descripción de los fertilizantes foliares evaluados

##### A. Bayfolan® Forte

El producto Bayfolan® Forte es un fertilizante foliar, con fórmula especial concentrada de macro y micro nutrientes que contiene vitaminas y Ácido Indolacético (AIA); actúa estimulando los procesos metabólicos de las plantas. En el cuadro 5 muestra la composición del fertilizante foliar Bayfolan® Forte.

Cuadro 5. Composición del fertilizante foliar Bayfolan® Forte.

Elemento	Contenido
Nitrógeno (N)	110 g/l
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	80 g/l
Potasio (K <sub>2</sub> O)	60 g/l
Azufre (S)	1500 mg/l
Boro (B)	400 mg/l
Cobalto (Co)	20 mg/l
Zinc (Zn)	800 mg/l
Cobre (Cu)	400 mg/l
Molibdeno (Mo)	50 mg/l
Calcio (Ca)	250 mg/l
Manganeso (Mn)	400 mg/l
Hierro (Fe)	500 mg/l
Magnesio (Mg)	250 mg/l
Clorhidrato de tiamina	40 mg/l
Acido indolacético (AIA)	30 mg/l

Fuente: Ficha técnica Bayfolan® Forte. Bayer.

## B. Foliato® NPK Extra SL

El Foliato® es un producto que contiene los nutrientes más importantes para el desarrollo del tejido vegetal (hojas y tallos); contiene Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Azufre, Magnesio, Boro, Zinc, Fulvatos, Ácidos Carboxílicos, Polisacáridos, Aminoácidos y vitaminas. Foliato® NPK Extra SL es una formulación foliar completa que combina elementos mayores (NPK) más elementos menores más bioestimulantes como los fulvatos y los aminoácidos. En el cuadro 6 se muestra la composición del fertilizante foliar Foliato® NPK Extra SL.

Cuadro 6. Composición del fertilizante foliar Foliato® NPK Extra SL.

Elemento	mg / l
Nitrógeno (N)	80000
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	30000
Potasio (K <sub>2</sub> O)	30000
Hierro (Fe)	1000
Zinc (Zn)	10400
Boro (B)	1000
Magnesio (MgO)	15800
Calcio (CaO)	32500
Citoquininas	100
Giberelinas	400
Cobre (Cu)	100
Molibdeno (Mo)	100
Manganeso (Mn)	1000
Ácidos carboxílicos	1000
Vitaminas	1100
Azufre (SO <sub>4</sub> )	3000
Materia orgánica	11300
Aminoácidos totales	50500

Fuente: Ficha técnica Foliato® NPK Extra SL. Enlasa.



### C. Ultra Fert

Ultra Fert es un fertilizante foliar que contiene macronutrientes como Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Magnesio y Calcio, además micronutrientes como Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Boro y Molibdeno, sin otros compuestos como reguladores de crecimiento, vitaminas o aditivos que pudieran interferir en la respuesta organogénica de los explantes, por lo que este producto fue utilizado como fuente de sales inorgánicas en la composición de medios de cultivo para crecimiento y desarrollo. En el cuadro 7 se observa la composición del fertilizante foliar Ultra Fert.

Cuadro 7. Composición del fertilizante foliar Ultra Fert.

Elemento	mg/l
Nitrógeno (N)	110000
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	80000
Potasio (K <sub>2</sub> O)	60000
Magnesio (MgO)	400
Calcio (CaO)	350
Hierro (Fe)	500
Zinc (Zn)	800
Cobre (Cu)	400
Manganeso (Mn)	400
Boro (B)	400
Molibdeno (Mo)	50

Fuente: Ficha técnica Ultra Fert. Disagro.

## 2.3. OBJETIVOS

### 2.3.1. General

Comparar el efecto organogénico y el crecimiento inicial de brotes de *Kalanchoe bloosfeldiana* utilizando el medio basal MS suplementado con reguladores de crecimiento y medios de cultivo en los cuales se sustituyen los elementos inorgánicos con dos fertilizantes foliares, en tres concentraciones, complementados con reguladores de crecimiento.

### 2.3.2. Específicos

1. Comparar el efecto organogénico en explantes de *Kalanchoe bloosfeldiana* en el medio basal MS, suplementado con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA, con el efecto organogénico de medios de cultivo en los cuales se sustituyen las sales inorgánicas por dos fertilizantes foliares, en tres concentraciones, suplementados con reguladores de crecimiento.
2. Comparar el crecimiento inicial de brotes de *Kalanchoe bloosfeldiana* en el medio MS, con el crecimiento inicial de brotes de medios de cultivo en los cuales se sustituyen las sales inorgánicas por el fertilizante foliar Ultra Fert.
3. Conocer el costo de un litro de medio de cultivo MS y un litro de medios de cultivo en los cuales se utilizan fertilizantes foliares para sustituir los elementos inorgánicos.

## 2.4. HIPÓTESIS

No habrá diferencia en el número de brotes y longitud de brotes de *Kalanchoe blossfeldiana P.* que se obtienen al utilizar fertilizantes foliares como fuente de sales inorgánicas en medios de cultivo en comparación con el uso del medio Murashige y Skoog (MS).

## **2.5. METODOLOGIA**

### **2.5.1. Metodología experimental**

#### **2.5.1.1. Material experimental**

Se utilizaron plantas de *Kalanchoe blossfeldiana*, proveniente de los viveros de la empresa Super Pilón S.A., con una edad de ocho meses.

El material vegetal utilizado como explante fueron hojas de los brotes jóvenes de la especie *Kalanchoe blossfeldiana P.*, se utilizaron hojas sanas, sin síntomas o signos de enfermedades, sin presencia o daños de plagas y con la coloración específica de la planta, color verde brillante.

#### **2.5.1.2. Descripción de tratamientos**

Los tratamientos evaluados fueron: medio MS completo, al cual se añadió 1.0 mg/l de ANA y 1.0 mg/l de BAP (T1 correspondiente al Testigo). En el caso de los dos fertilizantes foliares utilizados como sustitutos de sales inorgánicas, fueron los productos comerciales Bayfolan® Forte (2.5, 7.8 y 13.0 mg/l) y Foliato® NPK Extra SL (3.0, 10.8 y 26.1 mg/l) cada uno con tres concentraciones por litro de solución. Para determinar las concentraciones evaluadas se tomó como referencia los elementos Nitrógeno y Potasio, los cuales en el medio de cultivo Murashige y Skoog (MS) se adicionan en mayor cantidad.

Las concentraciones utilizadas para el producto Bayfolan® Forte fueron: 2.5 ml/l, esta concentración fue tomada como referencia del medio de cultivo propuesto por Archila (2015), 7.8 ml/l el cual se determinó en relación a la cantidad de Nitrógeno del medio MS y 13.0 ml/l que se determinó con base a la cantidad de Potasio que se requiere en el medio MS.

Las concentraciones para el producto Foliato® NPK Extra SL fueron: 3.0 ml/l con el cual se equiparó la concentración de Nitrógeno que se utilizó en el medio de cultivo Archila (2015), 10.8 ml/l que es equivalente al Nitrógeno que se utiliza en el medio MS y 26.1 ml/l con base a la cantidad de Potasio que requiere el medio MS.

Se añadieron las vitaminas que el medio MS contiene en su composición, esto para todos los tratamientos, de igual manera se agregó azúcar morena en un 3 % del volumen total que se preparó y para solidificarlos se agregó Bacto™ Agar LABWARE (Generic Labware) al 0.6 %. En el cuadro 8 se muestran los tratamientos evaluados.

Cuadro 8. Descripción y composición de los tratamientos evaluados para la inducción de organogénesis en explantes de hoja de *K. blossfeldiana*. En Evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Número de tratamiento	Sales Inorgánicas	Volumen (ml/l) de fertilizante foliar	ANA (mg/l)	BAP (mg/l)
T1 (Testigo)	MS 100%	-	1	1
T2	Bayfolan® Forte	2.5	0 *	1
T3		7.8	0 *	1
T4		13.0	0 *	1
T5	Foliato® NPK Extra SL	3.0	1	0 **
T6		10.8	1	0 **
T7		26.1	1	0 **

Fuente: Elaboración propia (2017).

\*: No se agregó ANA, ya que el producto Bayfolan® Forte incluye AIA (Ácido indolacético 30 mg/l)

\*\* : No se agregó BA ya que el producto Foliato® NPK Extra SL, contiene citoquininas en una cantidad de 100 mg/l.

### 2.5.1.3. Unidad experimental

La unidad experimental consistió en un frasco de vidrio de 120 ml de capacidad, de un diámetro de cinco cm, con una altura de siete cm, con 20 ml de medio de cultivo; en cada

unidad experimental se colocaron dos explantes de hoja de *Kalanchoe blossfeldiana P.*, las hojas que se utilizaron fueron las provenientes de brotes jóvenes.

#### 2.5.1.4. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue Completamente al Azar, bifactorial. Los dos factores considerados fueron dos fertilizantes foliares, siendo estos Bayfolan® Forte y Foliato® NPK extra SL y los niveles de los factores fueron las tres concentraciones por litro de solución. Se tuvieron ocho repeticiones para cada tratamiento. El testigo fue el tratamiento 1 (T1) que corresponde al medio Murashige y Skoog (MS). Se tuvo un total de 56 unidades experimentales.

#### 2.5.1.5. Modelo estadístico-matemático

El modelo estadístico que se propuso para el análisis de la información es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots$ , factor (a)

$j = 1, 2, \dots$ , nivel (b)

$k = 1, 2, \dots$ , repeticiones (r)

En donde:

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta (numero de brotes o longitud de brotes) medida en la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = media general de la variable de respuesta (numero de brotes o longitud de brotes).

$\alpha_i$  = efecto del  $i$ -ésimo medio de cultivo (MS, Bayfolan® Forte y Foliato® NPK extra SL).

$\gamma_j$  = efecto de la  $j$ -ésima concentración de fertilizantes foliares (tres concentraciones para cada uno).

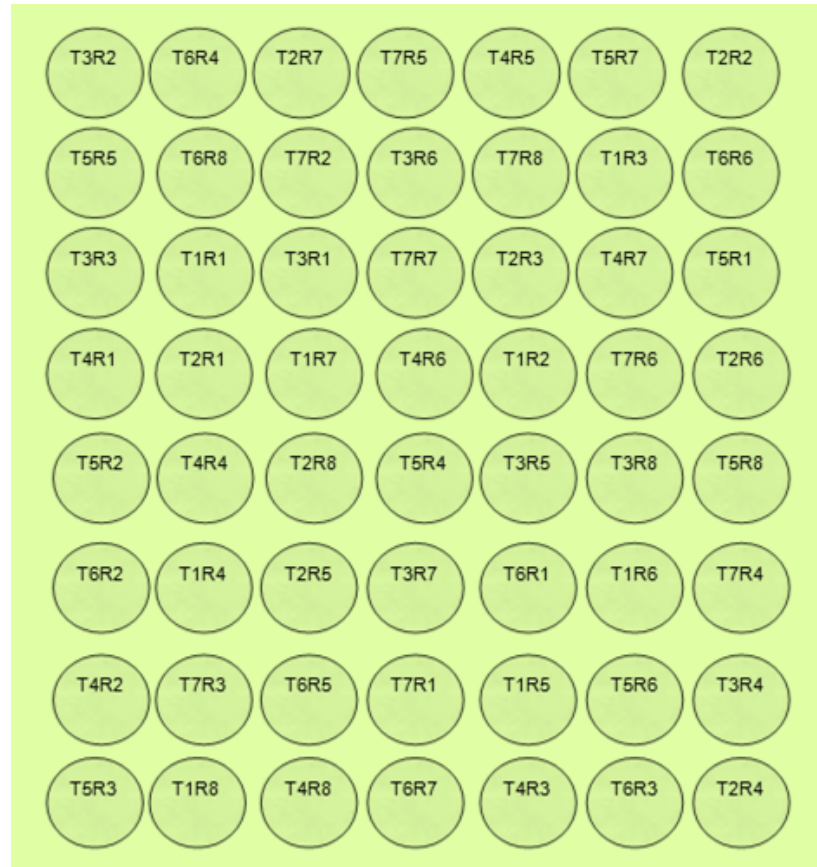
$(\alpha\gamma)_{ij}$  = efecto de la interacción del  $i$ -ésimo fertilizante foliar y la  $j$ -ésima concentración de fertilizante foliar.

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

Fuente: Ruesga, I. *et al* (2005).

### 2.5.1.6. Distribución de unidades experimentales

Los principios del diseño experimental Completamente al Azar son la repetición y la aleatorización, en este caso las condiciones dentro del laboratorio fueron homogéneas, por lo que unidades experimentales se distribuyeron con la función Random de la calculadora. En la figura 1 se muestra la distribución final de las unidades experimentales.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 1. Distribución de las unidades experimentales en el Cuarto de Incubación del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la FAUSAC. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Referencia: T1 medio MS completo. T2, T3, Y T4 medios que contenían Bayfolan® Forte (T2 = 2.5 mg/l, T3 = 8 mg/l y T4 = 13 mg/l) como fuente de sales inorgánicas. T5, T6 y T7 medios que se les adicionó Foliato® NPK Extra SL (T5 = 3 mg/l, T6 = 10.8 mg/l y T7 = 26.1 mg/l). R hace referencia a repetición y el número que aparece a la derecha de R indica el número de repetición.

### 2.5.1.7. Variables de respuesta

Las variables de respuesta que se cuantificaron fueron:

- A. Numero de brotes:** se contabilizó la cantidad de brotes por explante a los 59 días después de la siembra. Se observó cada unidad experimental y dentro de ella cada explante, se tomaron datos de número de brotes que se indujo en cada explante.
  
- B. Longitud de brotes:** se determinó la altura de cada brote en milímetros, para ello se utilizó una regla graduada. Este procedimiento se realizó a los 59 días después de la siembra de los explantes.

### 2.5.1.8. Análisis de información

Debido a que únicamente se obtuvo respuesta en el tratamiento testigo, se realizó análisis por medio de estadística descriptiva para este tratamiento con el fin de obtener medidas de tendencia central, de posición y variación, para ello se utilizó el software libre InfoStat.

## **2.5.2. Manejo del experimento**

### **2.5.2.1. Preparación de medios de cultivos**

#### **A. Preparación de soluciones concentradas**

Para la preparación del medio MS, se utilizaron soluciones concentradas, los macronutrientes se dividieron en dos grupos de compuestos A y B, para cada uno de los grupos se preparó la solución concentrada a 10X. La solución de Hierro se preparó a una concentración de 50X. Los micronutrientes se dividieron en tres grupos, micronutrientes A se elaboró a una concentración de 100X y micronutrientes B y C se prepararon a una concentración de 1000X en forma separada. Las vitaminas Acido Nicotínico, Piridoxina y Tiamina se prepararon a una concentración de 1000X cada una por separado, en cuanto a Glicina se concentró a 200X y Mio-inositol a 10X.

Se procedió inicialmente a realizar los cálculos correspondientes según a la concentración de las soluciones y con base al volumen a preparar. En el cuadro 9 se observa la cantidad en gramos de cada compuesto utilizado como fuentes de sales inorgánicas, para determinado volumen en ml de solución concentrada que se preparó. Para la preparación de dichas soluciones se colocó en un beacker el 60 % de agua desmineralizada en relación al volumen total que se preparó, se introdujo un agitador magnético y se colocó sobre el plato con agitación magnética para lograr su agitación, se adicionó la cantidad de él o los compuestos que previamente se pesaron en la balanza analítica según la solución madre que correspondía preparar y se esperó unos minutos para que se disolviera y formara una solución homogénea, después de esto se procedió a colocar en una probeta la solución y se aforó hasta el volumen total, luego la solución se trasvasó a un Erlenmeyer el cual se agitó y posteriormente se trasvaso a un frasco limpio, el cual se identificó con el nombre según la denominación de la solución concentrada, concentración, nombre de la persona encarga de preparar dicha solución, fecha de preparación y vencimiento de la misma.



Para el caso del hierro quelatado, se prepararon por separado el sulfato de hierro y el sodio quelatado, al momento de disolver cada componente se calentó la solución, para ello se colocó en un plato caliente con agitación magnética, seguidamente se mezclaron ambas soluciones de manera lenta para que el hierro no precipitara.

Cuadro 9. Componentes del medio MS, denominación y concentración de soluciones concentradas utilizadas en medios de inducción organogénica, de desarrollo y crecimiento. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Componentes	Cantidad (mg/l)	Denominación	Concentración	Volumen preparado (ml)	Cantidad utilizada (g)
(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	1650	Macronutrientes A	10 X	500	8.25
KNO <sub>3</sub>	1900				9.5
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440				2.2
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370	Macronutrientes B	10 X	500	1.85
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170				0.85
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.8	Hierro quelatado	50 X	200	0.278
Na <sub>2</sub> EDTA	33.6				0.336
MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22.3	Micronutrientes A	100 X	200	0.446
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.6				0.172
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2				0.124
KI	0.83	Micronutriente B	1000 X	100	0.083
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.25	Micronutrientes C	1000 X	100	0.025
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.025				0.0025
CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.025				0.0025
Ácido nicotínico	0.5	Vitaminas	1000 X	100	0.05
Piridoxina-HCl	0.5		1000 X	100	0.05
Tiamina-HCl	0.1		1000 X	100	0.01
Glicina	2		200 X	100	0.04
Mio-inositol	100		10 X	100	0.1

Fuente: elaboración propia, 2018.

## B. Preparación de reguladores de crecimiento

Para la preparación de los reguladores de crecimiento Ácido Naftalenacético y Bencilaminopurina, se utilizaron cantidades de 1 mg/l para cada uno, se concentraron a 1000X, y se procedió a pesar ambos compuestos en la balanza analítica de manera separada. Primero se preparó el Ácido Naftalenacético, se colocaron 25 ml de etanol al 95 % en un beacker, se colocó en el plato con agitación magnética y se agregó el compuesto, al homogenizar y observar que no había partículas en la solución se trasladó a una probeta en donde se aforó con etanol al 95 % hasta llegar a 50 ml por último se trasvasó a un frasco limpio e identificó. Después se procedió a preparar la Bencilaminopurina realizando el mismo procedimiento mencionado anteriormente. En el cuadro 10, se presenta la concentración y el volumen preparado de Ácido Naftalenacético y Bencilaminopurina.

Cuadro 10. Concentración y volumen preparado de ANA y BAP, utilizados para la inducción de organogénesis en explantes *K. blossfeldiana*. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Regulador de crecimiento	Cantidad (mg/l)	Concentración	Volumen preparado	Cantidad agregada
ANA (Ácido naftalenacético)	1	1000X	50 ml	0.05 g / 50 ml
BA (Bencilaminopurina)	1	1000X	50 ml	0.05 g / 50 ml

Fuente: elaboración propia, 2018.

## C. Preparación del medio Murashige y Skoog (MS) con reguladores de crecimiento como medio de cultivo de inducción de organogénesis

Inicialmente se determinó el volumen utilizado de soluciones concentradas para la preparación de medio de cultivo MS, en el cuadro 11 se observa el volumen de solución concentrada utilizada para la preparación de 160 ml de medio de cultivo, que se utilizaron para ocho frascos, se agregó a cada uno 20 ml de medio de cultivo.

Para la preparación del medio de cultivo MS se colocaron 100 ml de agua desmineralizada en un beacker con un agitador magnético y se colocó en el plato con agitación magnética, seguidamente con la ayuda de probetas, pipetas y micropipetas según fuera la cantidad de solución concentrada a utilizar, se agregaron cuidadosamente las soluciones concentradas en el orden que se muestra en el cuadro 8, siendo este macronutrientes A y B, hierro quelatado, micronutrientes A, B y C, Acido Nicotínico, Piridoxina, Tiamina, Glicina, Mio-inositol, reguladores de crecimiento (ANA y BAP), seguidamente se agregó azúcar al 3 % en relación al volumen total de medio de cultivo, se utilizó 4.8 g, se observó que todos los compuestos agregados se diluyeran completamente sin formar ningún tipo de precipitado. Después de mezclar los componentes del medio de cultivo MS, se aforó con una probeta hasta completar 160 ml de medio de cultivo.

Cuadro 11. Volúmenes de soluciones concentradas utilizadas para preparar 160 ml de medio de cultivo MS. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

<b>Solución concentrada</b>	<b>Concentración</b>	<b>Volumen de solución concentrada utilizada</b>
Macronutrientes A	10X	16 ml
Macronutrientes B	10X	16 ml
Hierro quelatado	50X	3.2 ml
Micronutrientes A	100X	1.6 ml
Micronutrientes B	1000X	0.16 ml
Micronutrientes C	1000X	0.16 ml
Acido nicotínico	1000X	0.16 ml
Piridoxina	1000X	0.16 ml
Tiamina	1000X	0.16 ml
Glicina	200X	0.8 ml
Mio-inositol	10X	16 ml
ANA	1000X	0.16 ml
BAP	1000X	0.16 ml

Fuente: elaboración propia, 2018.

Posteriormente se ajustó el pH a 5.6 con un potenciómetro, utilizando NaOH 0.1 N si el medio de cultivo era ácido o HCl 0.1 N si el medio de cultivo era básico, como se presenta en la figura 2. Seguidamente se agregó agar para la solidificación del medio de cultivo en una relación de 0.7 % del volumen total, se agregó 1.12 g a los 160 ml de medio de cultivo. Para disolver el agar se colocó el beacker conteniendo el medio de cultivo en el microondas por cinco minutos hasta observar una solución homogénea. Seguidamente se procedió a llenar los frascos con 20 ml de medio de cultivo MS, se colocó papel aluminio para cubrirlos y sellarlos, se identificó cada frasco según el número de tratamiento y repetición para después trasladarlos a la autoclave.



Fuente: elaboración propia, 2017.


Figura 2. Ajuste de pH a 5.6 en medios de cultivo con el potenciómetro, utilizando NaOH (0.1 N) o HCl (0.1 N). En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

#### **D. Preparación de medios de cultivo con fertilizantes foliares y reguladores de crecimiento para medios de cultivo de inducción de organogénesis**

Para la preparación de medios de cultivo en los cuales se sustituyó las sales inorgánicas por fertilizantes foliares, se procedió a determinar la cantidad a utilizar de fertilizante foliar tanto para el producto Bayfolan® Forte y Foliato® NPK extra SL, en el cuadro 12 y 13 se


muestra el volumen de fertilizantes foliares que se utilizaron para 160 ml de medio de cultivo, según el tratamiento correspondiente.

Cuadro 12. Volumen de fertilizante foliar Bayfolan® Forte utilizado para sustituir sales inorgánicas en los tratamientos. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Producto comercial	Código de tratamiento	Volumen por litro de medio de cultivo	Volumen para 160 ml de medio de cultivo
Bayfolan® Forte 	T2	2.5 ml/l	0.4 ml
	T3	7.8 ml/l	1.3 ml
	T4	13.0 ml/l	2.1 ml

Fuente: elaboración propia, 2018.

Cuadro 13. Volumen de fertilizante foliar Foliato® NPK extra SL utilizado para sustituir sales inorgánicas en los tratamientos. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Producto comercial	Código de tratamiento	Volumen por litro de medio de cultivo	Volumen para 160 ml de medio de cultivo
Foliato® NPK extra SL 	T5	3.0 ml/l	0.5 ml
	T6	10.8 ml/l	1.7 ml
	T7	26.1 ml/l	4.2 ml

Fuente: elaboración propia, 2018.

El procedimiento que se realizó para la preparación de medios de cultivo con base a fertilizantes foliares consistió en colocar en un beacker 100 ml de agua desmineraliza, se introdujo un agitador magnético y se colocó en el plato con agitación magnética, seguidamente se agregó la cantidad de fertilizante foliar que se detalla en los cuadros 12 y 13, utilizando una pipeta, esto se realizó según cada tratamiento, seguidamente se agregaron las vitaminas que el medio de cultivo MS tiene en su composición cuyo volumen

agregado se muestran en el cuadro 14 y en ese mismo orden, posteriormente se adicionó los reguladores de crecimiento Bencilaminopurina y Ácido Naftalenacético a los tratamientos correspondientes, como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 14. Vitaminas agregadas a medios de inducción organogénica en las que se sustituyeron sales inorgánicas por fertilizantes foliares. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

<b>Vitaminas</b>	<b>Concentración</b>	<b>Volumen agregado a 160 ml de medio de cultivo</b>
Ácido Nicotínico	1000X	0.16 ml
Piridoxina	1000X	0.16 ml
Tiamina	1000X	0.16 ml
Glicina	200X	0.8 ml
Mio-inositol	10X	16 ml

Fuente: elaboración propia, 2018.

Cuadro 15. Reguladores de crecimiento utilizados y cantidad agregada a medios de inducción organogénica. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

<b>Tratamiento (medios de cultivo)</b>	<b>Regulador de crecimiento</b>	<b>Volumen agregado para 160 ml de medio de cultivo</b>
Bayfolan Forte (2.5 ml/l, 7.8 ml/l y 13.0 ml/l)	ANA (Ácido Naftalenacético)	0.16 ml
Foliato NPK extra SL (3 ml/l, 10.8 ml/l y 26.1 ml/l)	BA ( Bencilaminopurina)	0.16 ml

Fuente: elaboración propia, 2018.

Posteriormente se añadió azúcar al 3 % en relación al volumen preparado, se homogenizó el medio de cultivo y se trasladó a una probeta graduada y se aforó a 160 ml con agua desmineralizada. Posteriormente se ajustó el pH a 5.6. Por último se agregó agar en una relación de 0.7 % del volumen total y se disolvió en el microondas; se agitó para

uniformizar su contenido y se luego se procedió a colocar en los frascos 20 ml de medio de cultivo. Se colocó papel aluminio para cubrirlos y se identificó cada frasco según el número de tratamiento y repetición para después trasladarlos a la autoclave.

### **2.5.2.2. Esterilización de medios de cultivo y cristalería**

Se colocaron los frascos conteniendo medio de cultivo de todos los tratamientos en la autoclave para su esterilización, se utilizaron 15 lb de presión por pulgada cuadrada y temperatura de 121 °C, durante 20 min. En cuanto a la cristalería esterilizada, se colocaron probetas, beackers y agua, esto para utilizarlo en el proceso de desinfección del material vegetal, además se adicionaron cajas de Petri, para colocar el material vegetal desinfectado previo a la siembra. Una vez esterilizados los materiales se trasladaron al área de transferencia.

### **2.5.2.3. Desinfección del material vegetal**

Se evaluaron dos protocolos de desinfección de hojas de la especie *Kalanchoe blossfeldiana P.*, para ello se utilizaron dos tamaños de hojas, pequeñas (22 mm) y medianas (28 mm) para cada metodología, con el finalidad de observar el efecto de cada método de desinfección en la contaminación de los explantes y la apariencia de la hoja.

El primer protocolo consistió en la desinfección con una solución de hipoclorito de sodio comercial, en el cual el hipoclorito estuvo al 0.525 %, en esta solución se sumergieron las hojas por 10 min, posteriormente se realizó triple lavado con agua estéril. Una vez desinfectado el material vegetal se procedió a colocar los explantes en cajas de Petri. Posteriormente se colocaron las hojas en medios de cultivo MS.

El segundo protocolo consistió en evaluar una solución de hipoclorito de sodio comercial, en la cual el hipoclorito estuvo al 5.25 %, en esta solución se sumergieron las hojas por 10 min, seguidamente fueron colocadas en etanol al 70 % por tres min y luego se realizó

triple lavado con agua estéril. Los explantes desinfectados se colocaron en cajas de Petri para posteriormente realizar la siembra en medios de cultivos MS. Esta metodología es una adaptación de la metodología reportada por *Kaviani et al* (2014) quienes para desinfectar meristemas de *Kalanchoe blossfeldiana P*, utilizaron hipoclorito de sodio al 15 % por 15 min y 5 min en etanol al 70 %.

Para la evaluación de los protocolos de desinfección de hojas se tuvieron 10 repeticiones por cada uno, la unidad experimental estuvo constituida por un frasco de vidrio de 120 ml de capacidad, conteniendo 20 ml de medio MS con dos explantes. Se evaluaron como explantes hoja pequeña (22 mm) y hoja mediana (28 mm) de *Kalanchoe blossfeldiana P*. Las variables de respuesta en la evaluación de los protocolos de desinfección fueron porcentaje de explantes contaminados y porcentaje de hojas sin daño.

Con base en los resultados de la evaluación de los protocolos de desinfección, en el experimento se utilizó el protocolo en cual se sumergieron las hojas por 10 min en hipoclorito de sodio comercial al 0.525 % y posteriormente fueron lavadas tres veces con agua estéril, como se observa en la figura 3. Se utilizaron hojas pequeñas (22 mm) debido a que presentaron más turgencia. A este protocolo se adicionó, previo a la desinfección, el lavado de las hojas con jabón antibacterial con agua del grifo por 5 min.

#### **2.5.2.4. Siembra en medios de cultivo de inducción organogénica**

Para iniciar el proceso de siembra se trasladaron los medios de cultivo de inducción organogénica al área de transferencia, en donde se tenían los explantes desinfectados. Seguidamente en la cámara de flujo laminar se desinfectaron las pinzas sumergiéndolas en etanol al 95 % y flameándolas en el mechero de Bunsen. Para la siembra de explantes se procedió, con pinzas desinfectadas, a colocar dos explantes en cada unidad experimental. Estos fueron colocados con el haz hacia arriba y la parte del envés fue levemente sumergida en el medio de inducción. Por último, se tapó nuevamente el frasco con papel aluminio. De esta manera se realizó la siembra de los explantes en las 56 unidades experimentales.





Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 3. Desinfección de hojas de *K. blossfeldiana* con hipoclorito de sodio comercial al 0.525 % y agua estéril. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

#### 2.5.2.5. Identificación e incubación de cultivos

Los medios de cultivos se habían previamente identificado al momento de prepararlos, para identificar cual era cada medio de cultivo y su composición. Para su identificación se colocó el número de tratamiento y el número de repetición en cada una de las unidades experimentales con marcador permanente.

Después de finalizada la siembra de explantes, se colocaron todas las unidades experimentales en el cuarto de incubación de acuerdo a la aleatorización, a una temperatura de 24 °C, a 3,000 lux, y fotoperiodo de 16 h.

#### **2.5.2.6. Preparación de medios de cultivo para crecimiento y desarrollo de explantes**

Los explantes inicialmente fueron colocados en medios de inducción organogénica, que contenían reguladores de crecimiento, luego a los 18 días después de la siembra fueron transferidos los explantes a un medio de cultivo de crecimiento y desarrollo, en el cual los brotes se manifestaron y desarrollaron. Este medio de cultivo se diferenció del medio de inducción organogénica en que no contenía reguladores de crecimiento, para los medios de cultivo en donde se sustituyeron las sales inorgánicas se utilizó un fertilizante foliar que no contiene reguladores de crecimiento, siendo este Ultra Fert®, en el cuadro 4 se muestra la composición química de éste fertilizante.

Para el Testigo que fue el tratamiento uno (T1) en el cual el medio de inducción contenía el medio basal MS y reguladores de crecimiento, los explantes fueron trasladados a este mismo medio basal sin reguladores de crecimiento y para los demás tratamientos que contenían distintos volúmenes de fertilizantes foliar (T2, T3, T4, T5, T6, y T7) todos los explantes se trasladaron a un mismo medio de crecimiento y desarrollo al cual se le adicionó 2.5 ml del fertilizante foliar Ultra Fert® por cada litro de medio de cultivo, para los 48 frascos se prepararon 960 ml de medio de cultivo, al cual se le adicionó 2.4 ml del fertilizante foliar Ultra Fert® y las vitaminas del medio de cultivo MS. El procedimiento para la preparación de los medios de cultivo fue el descrito anteriormente.

#### **2.5.2.7. Transferencia de explantes a medio de crecimiento y desarrollo**

Después de 18 días de mantener los explantes en el medio de inducción, éstos fueron transferidos al medio de crecimiento y desarrollo, para ello en la cámara de flujo laminar se realizó la transferencia habiéndose identificado cada uno de los frascos con el medio de inducción del cual procedían los explantes, así como la fecha de transferencia

A los 15 días después de haber transferido los explantes a este medio se observó la emergencia de brotes a partir de los explantes, éstos se mantuvieron por 41 días en los medios de crecimiento y desarrollo.

#### **2.5.2.8. Obtención de datos de variables de respuesta**

Los datos de las variables de respuesta se obtuvieron a los 59 días después de la siembra de los explantes en el medio de inducción y a los 41 días después de haber sido transferidos del medio de inducción al medio de crecimiento y desarrollo.

Para cuantificar el número de brotes y la longitud de brotes fue necesario extraer cada explante según el número de tratamiento y repetición a cajas de Petri previamente esterilizadas, en donde con un bisturí desinfectado se cortaron los brotes desde la base y se registró el número y longitud de los mismos, la medición se realizó con una regla graduada en milímetros previamente desinfectada. Los datos fueron registrados en una boleta que se muestra en el anexo 3.

#### **2.5.2.9. Costo de medios de cultivo**

Con el propósito de comparar los costos del medio de cultivo Murashige y Skoog con medios de cultivo en los cuales se utiliza como fuente de elementos inorgánicos los fertilizantes foliares, se realizó análisis del costo de un litro de medio cultivo MS, según el precio de los reactivos en el mercado y el costo de un litro de medios de cultivo en los cuales se utilizan fertilizantes foliares como fuente de inorgánicos.

## 2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1. Evaluación de dos protocolos de desinfección

En los dos protocolos de desinfección evaluados, cinco días después de realizada la siembra no se observó contaminación en los explantes, con ambos protocolos se obtuvo el 100 % de explantes libres de contaminación.

En relación al estado de las hojas se observó que al utilizar hipoclorito de sodio comercial al 5.25 % todos los explantes mostraron quemaduras en las hojas, esto se observó en hojas pequeñas (22 mm) y medianas (28 mm). Por otra parte cuando se utilizó hipoclorito de sodio comercial al 0.525 % las hojas tanto pequeñas (22 mm) como medianas (28 mm) no mostraron quemaduras y las pequeñas mostraron mayor turgencia, por ello las hojas pequeñas fueron las utilizadas en esta investigación. En el cuadro 16, se muestran los resultados de la evaluación de los protocolos de desinfección.

Cuadro 16. Resultados de las metodologías utilizadas para desinfección de hojas de *K. blossfeldiana*. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Tamaño de hoja	Metodología	Contaminación	Observación de daños
Hoja pequeña (22 mm)	Solución de cloro comercial al 0.525 % de Hipoclorito de Sodio por 10 min y triple lavado con agua estéril.	Sin presencia de hongos y bacterias.	Hojas sin daño.
	Cloro comercial al 5.25 % de Hipoclorito de Sodio por 10 min, etanol al 70 % por tres min y triple lavado con agua estéril.	Sin presencia de hongos y bacterias.	Todas las hojas se observaron con necrosis.
Hoja mediana (28 mm)	Solución de cloro comercial al 0.525 % de Hipoclorito de Sodio por 10 min y triple lavado con agua estéril.	Sin presencia de hongos y bacterias.	Hojas sin daño.
	Cloro comercial al 5.25 % de Hipoclorito de Sodio por 10 min, alcohol al 70 % por tres min y triple lavado con agua estéril.	Sin presencia de hongos y bacterias.	Todas las hojas necrosadas.

### 2.6.2. Efecto de los medios de inducción de organogénesis

La inducción de organogénesis solo fue observada en el medio de inducción constituido por el medio basal MS al que se adicionaron 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA. La organogénesis se observó 15 días después de haber trasladado los explantes del medio de inducción al medio de crecimiento y desarrollo (figura 4). En los explantes provenientes de los medios de inducción, en los cuales se sustituyeron las sales inorgánicas por fertilizantes foliares, no se observó organogénesis (figura 4). En estos medios las hojas mostraron turgencia, la cual mantuvieron al ser trasladados al medio de crecimiento y desarrollo, sin embargo a los 59 días se observó necrosis en las hojas.

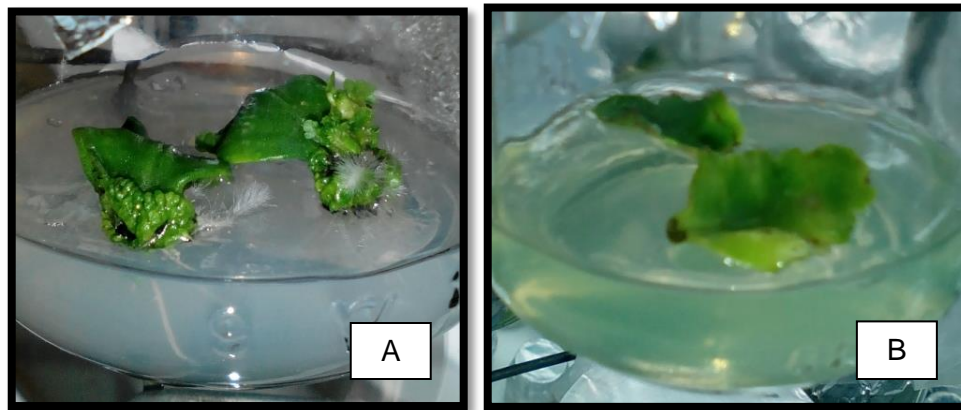


Figura 4. (A) Inducción de organogénesis en explantes de *K. blossfeldiana* en medio basal MS adicionado con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA. (B) Explantes de *K. blossfeldiana* turgentes, sin mostrar inducción organogénica en medios donde se sustituyeron las sales inorgánicas por fertilizantes foliares adicionados con reguladores de crecimiento. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017

En los tratamientos donde se sustituyeron las sales inorgánicas por fertilizantes foliares no se observó organogénesis cuando los explantes fueron trasladados al medio de crecimiento y desarrollo, no obstante haberse observado turgencia en los mismos al ser trasladados a este último medio. Un factor que pudo haber influido en la no inducción de organogénesis puede ser la concentración de reguladores del crecimiento, debido a que

en el medio de inducción en el cual se utilizó el producto Bayfolan® Forte contiene como auxina Ácido Indolacético en una concentración de 30 mg/l, la cual se utilizó en las concentraciones siguientes: 0.075 mg/l, 0.23 mg/l y 0.39 mg/l, complementado con 1 mg/l de BAP, lo cual establece una relación auxina/citoquinina de 0.07, 0.23 y 0.39 respectivamente, mientras que el medio MS, suplementado con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA, en el cual se obtuvo respuesta organogénica, la relación auxina/citoquinina fue de 1. Se ha reportado que la relación auxina/citoquinina influye en la inducción de organogénesis (Usui *et al*, 1996). Por otra parte se reporta que el Ácido Indolacético es degradado por la luz y la oxidación enzimática (Dodds y Robertts, 1985)

Cuando se utilizó Foliato® NPK extra SL como fuente de sales inorgánicas, se indica en la constitución del mismo que contiene 100 mg/l de citoquinina, sin especificar el nombre de la citoquinina que contiene, la cual fue utilizada en las concentraciones siguientes: 0.3 mg/l, 1.08 mg/l y 2.61 mg/l, complementando cada concentración con 1 mg/l de ANA. La relación auxina/citoquinina para estos tratamientos fue de 3.33, 0.93 y 0.38 respectivamente, mientras que la relación auxina/citoquinina utilizada con el medio MS, en el cual se obtuvo respuesta organogénica fue de 1. Esta relación auxina/citoquinina pudo influir en la no respuesta organogénica, así como también pudo influir el tipo de citoquinina la cual no se identifica en el producto comercial. Las citoquininas se reporta son las responsables de influir en la organogénesis en balance con las auxinas, para cada especie es necesario encontrar la relación auxina/citoquinina (Usui *et al*, 1996)

Otra posible causa de la no respuesta organogénica puede ser la concentración de macro y micronutrientes que fueron utilizados, debido a que se consideró como referencia para el uso de los productos comerciales el Nitrógeno y el Potasio, no así los otros elementos, los cuales en su concentración en el medio de cultivo de inducción fueron diferentes a los que se utilizan en el medio MS. En el cuadro 14 se detalla la cantidad, en miligramos por litro, de cada elemento que contiene el medio MS y la cantidad en miligramos por litro agregada con los volúmenes utilizados de los fertilizantes foliares Bayfolan® Forte y Foliato® NPK extra SL, en las tres concentraciones en que fueron utilizadas.

Como puede observarse en el cuadro 17, las concentraciones de macro y micronutrientes variaron y fueron diferentes a las que presenta el medio MS, el cual fue desarrollado por Murashige y Skoog utilizando tabaco y es el que más se utiliza como medio basal para diferentes especies en procesos de inducción organogénica.

Otro factor que pudo haber influido en la no inducción organogénica fue la constitución del medio de crecimiento y desarrollo, al cual fueron trasladados los explantes después de haber estado incubados en los medios de inducción, en los cuales se sustituyeron las sales inorgánicas por fertilizantes foliares. En el medio de crecimiento y desarrollo se utilizó como fuente de sales inorgánicas el producto comercial Ultra Fert® y se consideró como referente la concentración de Nitrógeno del medio Bayfolan Forte® (2.5 ml/l). En este medio la concentración de los otros macronutrientes y micronutrientes es menor que la que se utiliza con el medio MS, lo cual puede ser observado en el cuadro 17.





### 2.6.3. Número de brotes

Para la variable de respuesta número de brotes obtenida en el medio de inducción constituido por MS más 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA, se obtuvieron en promedio ocho brotes por unidad experimental. El rango de número de brotes que se obtuvo en las diferentes unidades experimentales fue de 2 a 16. La desviación estándar en el número de brotes producidos fue de 6. Estos datos muestran que los explantes tuvieron diferente comportamiento en relación al número de brotes producidos. En las figuras 5 y 6, se observa el número de brotes por cada una de las unidades experimentales, en donde se observó respuesta y la desviación estándar del número de brotes con relación al promedio, límite superior (14 brotes) y límite inferior (2 brotes).

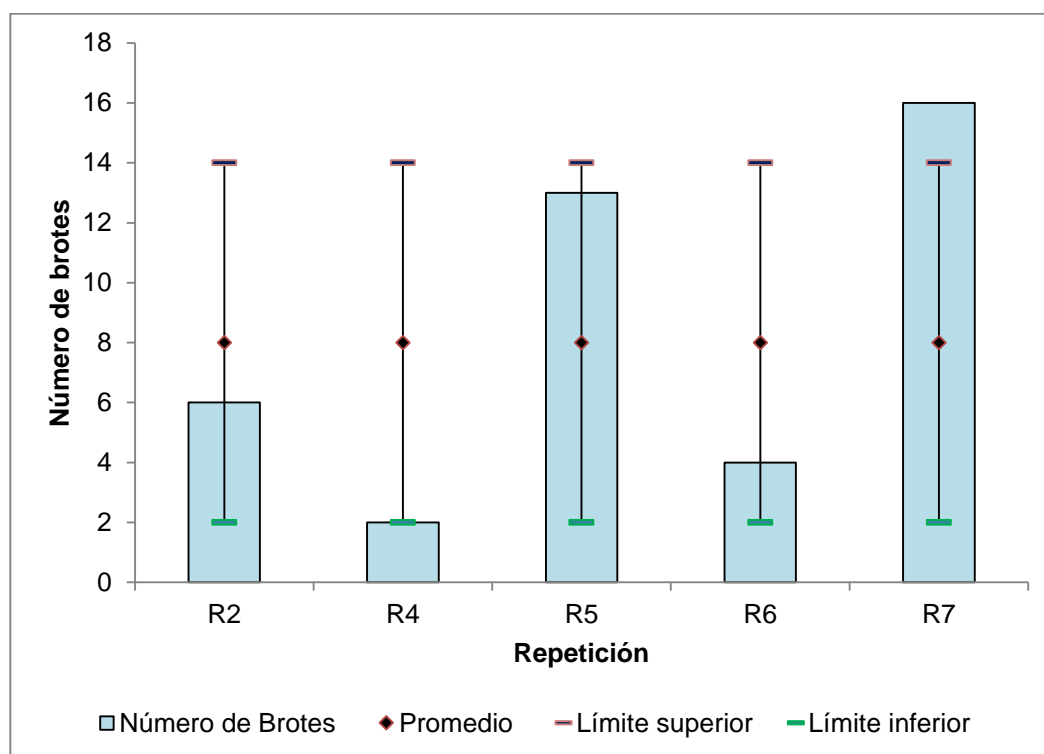
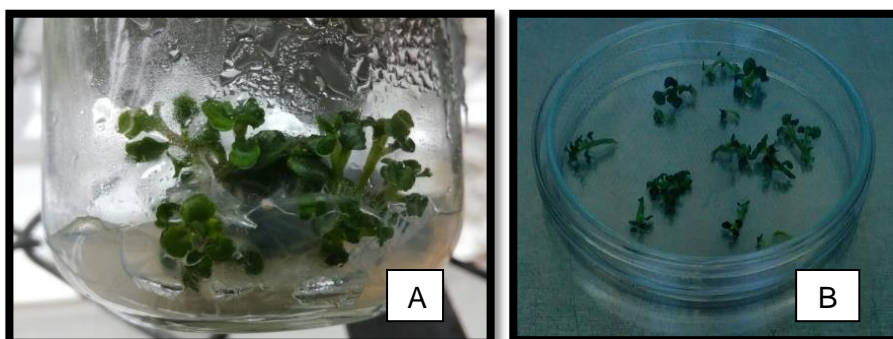


Figura 5. Número de brotes producidos en las unidades experimentales del tratamiento constituido por el medio MS con la adición de 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA y desviación estándar del número de brotes con relación al promedio, límite superior e inferior. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.



Figuras 6. (A) Brotes obtenidos de explantes de *K. blossfeldiana* inducidos en medio MS con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA. (B) Separación de brotes de los explantes, para su cuantificación. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

#### 2.6.4. Longitud de brotes

Para la variable de respuesta longitud de brotes se obtuvo un promedio de 13.85 mm, el rango de longitud de brotes fue de 5 mm a 42 mm (anexo 3). La desviación estándar fue de 7.25 mm. Los resultados de la longitud de brotes obtenidos muestran que no existe uniformidad en el crecimiento de los brotes, debido a que la emisión de estos se da en tiempos diferentes. En las figuras 7 y 8 se muestra el número de brotes producidos en cada repetición y la desviación estándar de la longitud de brotes obtenidos con relación al promedio, límite superior (21.1 mm) y límite inferior (6.6 mm); se observa que la mayoría de datos están dentro de los límites de la desviación estándar.

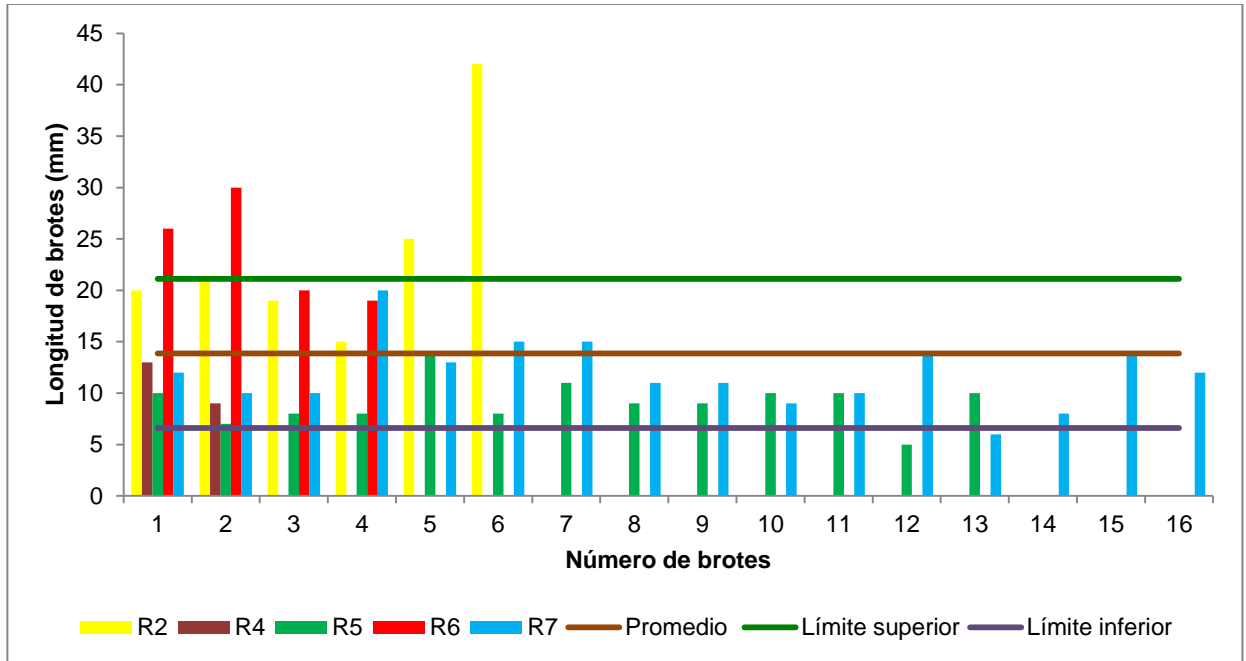


Figura 7. Longitud de brotes producidos en medio basal MS con adición de 1 mg/lt de BAP y 1 mg/lt de ANA y desviación estándar de la longitud de brotes con relación al promedio, límite superior e inferior. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

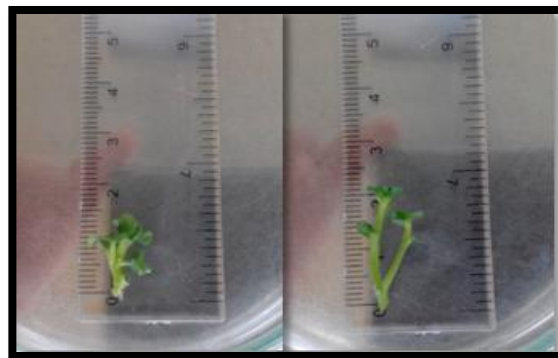


Figura 8. Determinación de la altura de brotes obtenidos en explantes de *K. blossfeldiana* en medio basal MS con adición de 1 mg/lt de BAP y 1 mg/lt de ANA. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

### **2.6.5. Costo de medios de cultivo**

El costo de un litro de medio basal MS es de Q. 35.67, el costo de un medio de cultivo basal en el cual se sustituyen los elementos inorgánicos por 2.5 ml/l de Bayfolan® Forte es de Q. 32.07 y el costo de un litro de medio basal en el cual se sustituyen los elementos inorgánicos con 3.0 ml/l de Foliato® NPK extra SL es de Q. 32.07. Se observa que el uso de fertilizantes foliares para la sustitución de inorgánicos reduce alrededor del 10 % el costos del medio basal.

Se debe considerar que para la preparación del medio MS se requiere la compra de reactivos, lo que conlleva alta inversión; se estima que el costo de los reactivos para la preparación del medio MS es de Q. 24,874.00. En el cuadro 18, se presenta el costo del medio basal MS, en el cuadro 19, se muestra el costo de un litro de medio basal sustituyendo los elementos inorgánicos con 2.5 ml/l de Bayfolan® Forte, en el cuadro 20, se presenta el cálculo del costo de un litro de medio basal utilizando 3 ml/l de Foliato® NPK extra SL como fuente de elementos inorgánicos y en el cuadro 21, se muestra el costo de adquisición de reactivos para la preparación del medio MS.

Cuadro 18. Costo en quetzales de un litro de medio de cultivo MS, según el precio de los reactivos en el mercado. En evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *K. blossfeldiana*. Guatemala, 2017.

Componentes	Cantidad (mg/l)	Precio (Q.)
Nitrato de amonio (NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	1650	2.1615
Nitrato de potasio KNO <sub>3</sub>	1900	0.8037
Cloruro de calcio CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440	0.1778
Sulfato de magnesio MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370	0.3130
Fosfato de potasio KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170	0.0870
Sulfato de hierro FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.8	0.0249
Sodio quelatado Na <sub>2</sub> EDTA	33.6	0.1802
Sulfato de manganeso MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22.3	0.0268
Sulfato de zinc ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.6	0.0087
Acido bórico H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2	0.0055
Ioduro de potasio KI	0.83	0.0019
Molibdato de sodio Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.25	0.0035
Sulfato de cobre CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.025	0.0000
Cloruro de cobalto CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.025	0.0006
Mio-inositol	100	0.3518
Ácido nicotínico	0.5	0.0020
Piridoxina-HCl	0.5	0.0474
Tiamina-HCl	0.1	0.0022
Glicina	2	0.0064
Bacto™ Agar Labware	6000	31.2000
Sacarosa	30000	0.2643
<b>Total</b>		<b>Q. 35.67</b>

Cuadro 19. Costo en quetzales de un litro de medio de cultivo conteniendo fertilizante foliar Bayfolan® Forte como fuente de sales inorgánicas.

Compuesto	Cantidad por litro	Precio (Q.)
Fertilizante foliar Bayfolan® Forte	2.5 ml	0.2000
Ácido nicotínico	0.5 mg	0.0020
Piridoxina	0.5 mg	0.0474
Tiamina	0.1 mg	0.0022
Glicina	2.0 mg	0.0064
Mio-inositol	100.0 mg	0.3518
Azúcar	30.0 gr	0.2643
Bacto™ Agar Labware	6.0 gr	31.2000
<b>Total</b>		<b>Q. 32.07</b>

Cuadro 20. Costo en quetzales de un litro de medio de cultivo conteniendo fertilizante foliar Foliato® NPK extra SL como fuente de sales inorgánicas.

Compuesto	Cantidad por litro	Precio (Q.)
Fertilizante foliar Foliato® NPK extra SL	3.0 ml	0.1950
Ácido nicotínico	0.5 mg	0.0020
Piridoxina	0.5 mg	0.0474
Tiamina	0.1 mg	0.0022
Glicina	2.0 mg	0.0064
Mio-inositol	100.0 mg	0.3518
Azúcar	30.0 gr	0.2643
Bacto™ Agar Labware	6.0 gr	31.2000
<b>Total</b>		<b>Q. 32.07</b>

Cuadro 21. Precio en quetzales de cada componente del medio de cultivo MS y presentación del producto que ofrece el mercado.

Componentes	Presentación	Precio (Q.)
Nitrato de amonio (NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	500 g	655.00
Nitrato de potasio KNO <sub>3</sub>	1 kg	423.00
Cloruro de calcio CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	500 g	202.00
Sulfato de magnesio MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	500 g	423.00
Fosfato de potasio KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1 kg	512.00
Sulfato de hierro FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	500 g	448.00
Sodio quelatado Na <sub>2</sub> EDTA	250 g	1341.00
Sulfato de manganeso MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	1 kg	1204.00
Sulfato de zinc ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	500 g	503.00
Acido bórico H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1 kg	882.00
Ioduro de potasio KI	1 kg	2296.00
Molibdato de sodio Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	100 g	1388.00
Sulfato de cobre CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	1 kg	901.00
Cloruro de cobalto CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	100 g	2321.00
Mio-inositol	1 kg	3518.00
Ácido nicotínico	100 g	405.00
Piridoxina-HCl	25 g	2369.00
Tiamina-HCl	100 g	2157.00
Glicina	100 g	322.00
Bacto™ Agar Labware*	500	2600.00
Sacarosa	454 g	4.00
<b>Total</b>		<b>Q. 24,874.00</b>

Fuente: RGH Guatemala (2018)

\* Química Técnica (2018)

## 2.7. CONCLUSIONES

1. El medio de cultivo MS complementado con 1 mg/l de BAP y 1 mg/l de ANA, induce organogénesis en la especie *Kalanchoe blossfeldiana P.*
2. Los medios de cultivo en los cuales se sustituyen las sales inorgánicas por los elementos inorgánicos de los fertilizantes foliares Bayfolan Forte® y Foliato NPK extra SL® suplementados con reguladores de crecimiento no producen inducción organogénica en la especie *Kalanchoe blossfeldiana P.*
3. La no inducción organogénica cuando se sustituyen los elementos inorgánicos de los medios de cultivo, por fertilizantes foliares puede ser debida a varios factores entre ellos pueden estar relación auxina/citoquina, el tipo de reguladores de crecimiento y concentración de macro y micronutrientes.
4. Al sustituir las sales inorgánicas de medios de cultivos basales por fertilizantes foliares Bayfolan Forte y Foliato NPK extra SL, se reduce 10% el costo de un litro de medio basal de cultivo.



## 2.8. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el medio basal MS suplementado con 1 mg/l de BAP y 1mg/l de ANA como medio de inducción organogénica y el medio basal MS como medio para la expresión organogénica y crecimiento inicial de los brotes en la especie *Kalanchoe blossfeldiana P.*
2. Evaluar otros fertilizantes foliares como fuentes de sales inorgánicas para sustituir en medios de inducción organogénica y de crecimiento inicial de brotes, adicionando reguladores de crecimiento BAP 1 mg/l y ANA 1 mg/l en la especie *Kalanchoe blossfeldiana P.*

## 2.9. BIBLIOGRAFIA

1. Azofeifa, Á; Guevara, E; Jiménez, V. 2008. Uso de abonos foliares comerciales en la elaboración de medios de cultivo *in vitro*. *Agronomía Costarricense* 32(2):149-160.
2. Ballester-Olmos, J. 1983. Metodología para el cultivo de *Kalanchoe blossfeldiana*. México, Órgano de la Sociedad Mexicana de Cactología. 24 p.
3. Cultivo de tejidos vegetales: Principios básico, metodologías y técnicas. 2006. In FAO. Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios. Italia. Consultado 17 mar. 2017. <http://teca.fao.org/es/read/4290>
4. Dalzotto, C. 2013. Efecto de medios de cultivo en el crecimiento *in vitro* de *Oncidium bifolium* Sims "Federal". *Revista Científica Agropecuaria* 17(2):7-15.
5. Del Cid Illescas, RE. 2009. Respuesta a la germinación *in vitro* de la *Vanilla planifolia*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 94 p. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2468.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2468.pdf)
6. Dodds, J; Roberts, L. 1986. Plant tissue culture. USA, Cambridge University Press. 232 p.
7. Kaviani, B; Hashemabadi, D; Kordi, M. 2014. The efectct of difeferent concentrations of plant growth regulators on micropropagation of *Kalanchoe blossfeldiana* cv. White. *Journal of Ornamental Plants* 4(2):101-106.
8. Lao, M; Jiménez, R; Sánchez, I; Jiménez, S; Trigo, J. 2002. Evaluación de nuevos cultivos ornamentales: *Kalanchoe blossfeldiana*. Almeria, España, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. 62 p.
9. Mansilla Méndez, JR. 2007. Propagación *in vitro* de la especie epífita *Tillandsia caput-medusae* (Bromeliaceae) con fines de uso sostenible. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 81 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02538.pdf>
10. Mazariegos, CA. 2011. Evaluación de tres concentraciones de auxinas (ANA) y cinco de citocininas (BAP) en la propagación *in vitro* del piñon (*Jatropha curcas* L.) cultivar Cabo Verde. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2629.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2629.pdf)

11. Mroginski, L; Roca, W. 1991. Establecimiento de cultivo de tejidos vegetales *in vitro*. In Roca, WM; Mroginski, LA (eds.). Cultivo de tejidos en la agricultura. Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT-. p. 1-18. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/Cultivo\\_de\\_tejidos\\_en\\_la\\_agricultura.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Cultivo_de_tejidos_en_la_agricultura.pdf)
12. Pizarro, F. 2012. Cultivo de tejidos vegetales: Elaboración de soluciones concentradas y medios de cultivos. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán. 39 p.
13. Posadas Villeda, S. 2011. Inducción de callos meristemáticos y regeneración de plantas *in vitro* en el cultivo del piñón (*Jatropha curcas* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 113 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02883.pdf>
14. Ramírez, H; Guevara, M; Escobar, R. 2012. Cultivo de tejidos vegetales: conceptos y prácticas. Cali, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 227 p.
15. Roldan Mansilla, WA. 2011. Respuesta de cuatro genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la propagación masiva *in vitro*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 101 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02889.pdf>
16. Rosales Castillo, JM. 2005. Micro propagación de calahuala (*Phlebodium pseudoaureum* (Cav.) Lellinger) con tres tipos de explantes en diferentes medios de cultivo *in vitro*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02411.pdf>
17. Ruesga, I; Peña, E; Exposito, I; Gardon, D. 2005. Libro de experimentación agrícola. La Habana, Cuba, Centro Universitario Vladimir I. Lenin, Editorial Universitaria. 116 p.
18. Segretín, M. 2008. Los cultivos celulares y sus aplicaciones II: Cultivo de células vegetales. Argentina, Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. 6 p. <https://pdf4pro.com/fullscreen/los-cultivos-celulares-y-sus-aplicaciones-ii-cultivos-6fd3d.html>
19. Taracena Zamora, E. 2004. Evaluación del efecto de dos medios basales con cinco combinaciones de auxinas y citocininas para la inducción de brotes *in vitro* y enraizamiento de brotes de malanga (*Colocasia esculenta* Schott.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02290.pdf>

20. Toledo Olmedo, JR. 2016. Evaluación de cuatro medios de cultivo para la germinación de semillas y dos medios de cultivo para el crecimiento inicial de plantas de *Lycaste lasioglossa* Rchb.f. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6007/1/Tesis%20IMPRIMASE%20JOEL%20TOLEDO.pdf>
21. Usui, K; Okabe, K; Victores, R; Aída, R. 1996. Principios básicos de cultivo de tejidos vegetales. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola / JOCV. 166 p.



Rolando Barrios

## 2.10. ANEXOS

### Anexo 1. Cálculo de las concentraciones para macro y micronutrientes del medios basal MS.

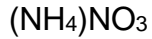
Elemento	Peso atómico
N	14.01
P	30.98
K	39.1
Mg	24.32
S	32.07
Ca	40.08
Cl	35.46
Fe	55.85
Mn	54.94
Zn	65.38
Cu	63.54
B	10.82
Mo	95.95
H	1.01
O	16
C	12.01

Macronutrientes (MS)	Concentración en milimoles
N (NO <sub>3</sub> )	40
N(NH <sub>4</sub> )	20
K	20
Mg	1.5
P	1.25
Ca	3
S	1.5
Cl	6

Micronutrientes (MS)	Concentración en micromoles
I	5
B	100
Mn	100
Zn	30
Mo	1
Cu	0.1
Co	0.1
Fe	100

**Anexo 2. Cálculo de cantidad utilizada de producto comerciales Bayfolan® Forte y Foliato® NPK Extra SL, para cada elemento.**

**Fuentes de Nitrógeno**



Cantidad requerida en medio basal MS = 0.5981 g



Cantidad requerida en medio basal MS = 0.2633 g

Total de N = 0.8614 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 110 g N

N en MS            X ----- 0.8614 g N

**X = 7.8 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar N**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 135.2 g N

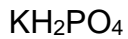
N en MS                            X ----- 0.8614 g N

**X = 6.4 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar N**

**Fuentes de Potasio**



Cantidad requerida en medio basal MS = 0.7347 g



Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0488 g



Cantidad requerida en medio basal MS = 0.00019 g

Total K = 0.7837 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 60 g K

K en MS            X ----- 0.7837g K

**X = 13.06 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar K**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 96.8 g K

K en MS X ----- 0.7837g K

**X = 8.09 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar K**

**Fuente de Fosforo**

$\text{KH}_2\text{PO}_4$

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.03869 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 80 g P

P en MS X ----- 0.03869 g P

**X = 0.48 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar P**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 61.1 g P

P en MS X ----- 0.03869 g P

**X = 0.63 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar P**

**Fuente de calcio**

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.1199 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.25 g Ca

N en MS X ----- 0.1199 g Ca

**X = 479.6 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Ca**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 32.5 g Ca

Ca en MS X ----- 0.1199 g Ca

**X = 3.69 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar Ca**

**Fuente de Magnesio**

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0365 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.25 g Mg

Mg en MS            X ----- 0.0365 g Mg

**X = 146 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Mg**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 15.8 g Mg

Mg en MS                            X ----- 0.0365 g Mg

**X = 2.31 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar Mg**

### **Fuentes de Azufre**

MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0481 g

FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0032 g

MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0032 g

ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0009 g

CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.000003 g

Total S = 0.0554 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 1.5 g S

S en MS            X ----- 0.0554 g S

**X = 36.93 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar S**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 3 g S



S en MS                                      X ----- 0.0554 g S

**X = 18.46 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar S**

**Fuente de Boro**

$\text{H}_3\text{BO}_3$

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0010846 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.4 g B

B en MS                                      X ----- 0.0010846 g B

**X = 2.71 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar B**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 1 g B

B en MS                                      X ----- 0.0010846 g B

**X = 1.08 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar B**

**Fuente de Hierro**

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0055 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.5 g Fe

Fe en MS                                      X ----- 0.0055 Fe

**X = 11 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Fe**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 1 g Fe

Fe en MS                                      X ----- 0.0055 g Fe

**X = 5.5 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar Fe**

**Fuente de Manganeso**

$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.005584 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.4 g Mn

Mn en MS            X ----- 0.005584 g Mn

**X = 13.96 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Mn**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 1 g Mn

Mn en MS            X ----- 0.005584 g Mn

**X = 5.58 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar Mn**

### **Fuente de Zinc**

ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.00195 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.8 g Zn

Zn en MS            X ----- 0.00195 g Zn

**X = 2.43 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Zn**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 0.4 g Zn

Zn en MS            X ----- 0.00195 g Zn

**X = 4.87 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar Zn**

### **Fuente de Molibdeno**

Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.000099 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.05 g Mo

Mo en MS            X ----- 0.000099 g Mo

**X = 1.98 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Mo**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 0.1 g Mo

N en MS            X ----- 0.000099 g Mo

**X = 0.99 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar Mo**

**Fuente de Cobre**CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.00000636 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.4 g Cu

Cu en MS X ----- 0.00000636 g Cu

**X = 0.015 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Cu**

Foliato NPK Extra SL 1000 ml ----- 0.1 g Cu

Cu en MS X ----- 0.00000636 g Cu

**X = 0.06 ml de Producto Multifruto NPK Extra SL para aportar Cu****Fuente de Cobalto**CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.00000619 g

Bayfolan Forte 1000 ml ----- 0.02 g Co

Co en MS X ----- 0.00000619 g Co

**X = 0.3 ml de Producto Bayfolan Forte para aportar Co****Fuente de Yodo**

KI

Cantidad requerida en medio basal MS = 0.0006 g

### Anexo 3. Boleta de registro de datos.

#### Boleta de registro de datos

Nombre de la investigación: Evaluación de dos fertilizantes foliares como sustitutos de sales inorgánicas en medios de cultivo para la inducción de organogénesis en *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Agronomía, USAC.


Responsable: Clara Luz Arenas Ramos

Fecha: 18 de diciembre de 2017.

Código de tratamiento	Numero de brote	Longitud de brote (mm)
T1R1	Contaminación	
T1R2	1	20
T1R2	2	21
T1R2	3	19
T1R2	4	15
T1R2	5	25
T1R2	6	42
T1R3	Contaminación	
T1R4	1	13
T1R4	2	9
T1R5	1	10
T1R5	2	7
T1R5	3	8
T1R5	4	8
T1R5	5	14
T1R5	6	8
T1R5	7	11
T1R5	8	9
T1R5	9	9
T1R5	10	10
T1R5	11	10
T1R5	12	5
T1R5	13	10
T1R6	1	26
T1R6	2	30

Código de tratamiento	Numero de brote	Longitud de brote (mm)
T1R6	3	20
T1R6	4	19
T1R7	1	12
T1R7	2	10
T1R7	3	10
T1R7	4	20
T1R7	5	13
T1R7	6	15
T1R7	7	15
T1R7	8	11
T1R7	9	11
T1R7	10	9
T1R7	11	10
T1R7	12	14
T1R7	13	6
T1R7	14	8
T1R7	15	14
T1R7	16	12
T1R8	Contaminación	

## Anexo 4. Cotización de reactivos utilizados para el medio basal MS.

 <b>RGH SOCIEDAD ANÓNIMA</b> <small>www.gruporgh.com</small> 6 calle 7-25, Zona 2, GUATEMALA 28 av. 10-55 zona 4, El Naranjo, Premium Park, Ofibodega 3, Misco, GUATEMALA Móvil: 3014-0749/5516-3363, PBX: 2323-1212 Tel directo: 2323-1208		COTIZACIÓN No.		<b>EMITIR CHEQUE A NOMBRE DE: RGH, S.A.</b> <b>NIT: 588686-4</b> <b>RÉGIMEN: SUJETO A PAGOS TRIMESTRALES</b>										
		20180802.DV.0699												
		REPRESENTANTE							Licda. Dámaris Viquez					
		FECHA							2/08/2018					
		CONDICIONES DE PAGO							CONTADO					
Empresa:		MONEDA		Q										
Correo:		U. VENTA		ENVASE		CANTIDAD		PRECIO/U.V.		TOTAL		Disponibilidad...		
Srita. Clara Luz Arenas														
clara.arenas@corral.com														
101380500	AMONIO NITRATO PA (MERCK (MDA)) (vence: 30/11/2022)	UN	500 G	1	655.00	655.00	INMEDIATA							
1050631000	POTASIO NITRATO PA (MERCK (MDA)) (vence: 30/09/2019)	UN	1 KG	1	423.00	423.00	INMEDIATA							
1023820500	CALCIO CLORURO DIHIDRATO CRST. PA (MERCK (MDA))	UN	500 G	1	202.00	202.00	3-5 DIAS							
1048731000	POTASIO DIHIDROGENOFOSFATO PA (MERCK (MDA)) (vence: 31/10/2021)	UN	1 KG	1	512.00	512.00	INMEDIATA							
1058860500	MAGNESIO SULFATO HEPTAHIDRATO PA (MERCK (MDA))	UN	500 G	1	423.00	423.00	3-5 DIAS							
1084180250	TITRIPLEX II PA (MERCK (MDA)) (vence: 02/06/2022)	UN	250 G	1	1,341.00	1,341.00	INMEDIATA							
1088830500	ZINC SULFATO HEPTAHIDRATO PA (MERCK (MDA))	UN	500 G	1	503.00	503.00	3-5 DIAS							
1001651000	ACIDO BORICO PA (MERCK (MDA)) (vence: 30/11/2020)	UN	1 KG	1	882.00	882.00	INMEDIATA							
1027861000	MANGANESO(II) SULFATO TETRAHIDRATO PA (MERCK (MDA))	UN	1 KG	1	1,204.00	1,204.00	45 DIAS							
1050431000	POTASIO YODURO PA (MERCK (MDA)) (vence: 31/10/2021)	UN	1 KG	1	2,296.00	2,296.00	INMEDIATA							
1065210100	SODIO MOLIBDATO DIHIDRATO PA (MERCK (MDA))	UN	100 G	1	1,388.00	1,388.00	45 DIAS							
1025390100	COBALTO(II) CLORURO HEXAHIDRATO PA (MERCK (MDA))	UN	100 G	1	2,321.00	2,321.00	45 DIAS							
1047311000	MIO-INOSITA DAC FCC (MERCK (MDA))	UN	1 KG	1	3,518.00	3,518.00	3-5 DIAS							
1027901000	COBRE(II) SULFATO PENTAHIDRATO PA (MERCK (MDA))	UN	1 KG	1	901.00	901.00	INMEDIATA							
8187140100	ACIDO NICOTINICO PS (MERCK (MDA))	UN	100 G	1	405.00	405.00	45 DIAS							
10401010100	GLUCINA PA (MERCK (MDA))	UN	100 G	1	322.00	322.00	45 DIAS							
T1270-25G	Clorhidrato de Tiamina Bioselectivo, adecuado para cultivo celular	UN	25G	1	1,635.00	1,635.00	45 DIAS							
T1270-100G	Clorhidrato de Tiamina Bioselectivo, adecuado para cultivo celular	UN	100G	1	2,157.00	2,157.00	45 DIAS							
F5669-5G	Prilidoxina 250%	UN	5G	1	1,997.00	1,997.00	45 DIAS							
F5669-25G	Prilidoxina 250%	UN	25G	1	2,369.00	2,369.00	45 DIAS							
**** Oferta válida por 15 días. Disponibilidad sujeta a existencias ****														
										TOTAL (Q)	25,454.00			

RGH, S. A.  
 6a. CALLE 7-25, ZONA 2  
 PBX: 2323-1212  
 FAX: 2388-1930  
 ventas.gt@gruporgh.com



Licda. Dámaris Viquez  
 Representante de ventas  
 RGH, S.A.

Nota: Informamos que el mínimo para entrega dentro de la ciudad capital es de Q200.00. Compras menores deben ser recogidas en nuestra bodega: 28 Avenida 10-55 zona 4, El Naranjo, Premium Park, Ofibodega 3, Misco, Guatemala CON PAGO DE CONTADO.

Nota: Recomendamos de la manera más atenta revisar en la columna de descripción la fecha de vencimiento en los casos que aplique ya que una vez confirmado y recibido el producto **NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES**. De igual forma recomendamos revisar la columna de disponibilidad para confirmar su pedido con suficiente anticipación y puedan contar con el mismo cuando sea requerido.



**CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A., CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

### 3.1. Presentación

Dentro de las actividades del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, se contempla los servicios, los cuales se realizaron en la empresa Super Pílon S.A. y fueron seleccionados según necesidades observadas y la disponibilidad de recursos.

El primer servicio la elaboración de una propuesta para el manejo de Fungus gnat (*Bradysia difformis*) una de las principales plagas en el cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) y el mayor daño se le atribuye al estado larval ya que se alimenta de las raíces finas y pelos radicales de las plantas, ocasionando marchitez desde la raíz ascendiendo hasta el tallo de la planta y hojas, escaso crecimiento, debilitamiento de la planta por no absorber nutrientes, contribuyendo a la infección por hongos del suelo como *Fusarium*, *Pythium*, *Botrytis* y *Sclerotinia*. Es una plaga con ciclo completo y corto lo que representa altas poblaciones, también Fungus gnat (*B. difformis*), puede ser medio de diseminación de los hongos mencionados, ya que puede transportar las esporas de éstos de un lugar hacia otro.

Derivado de la anterior se elaboró una propuesta para manejo de Fungus gnat (*B. difformis*), en ésta propuesta se consideraron algunos aspectos de importancia como el ciclo biológico de la plaga (hasta cuatro semanas), ciclo vegetativo del cultivo de lisianthus (*E. grandiflorum*), estrategia a utilizar, método de control, productos a utilizar, dosificaciones, forma de preparación y aplicación de mezclas.

El segundo servicio consiste en un programa de fertilización orgánico implementado para producir pilones de lechuga (*Lactuca sativa*), de las variedades *Arugula*, *Invicta*, *Auvona*, *Mondai*, *Kristine*, *Rex* y *Antoni*. La empresa Súper Pílon S.A. se dedicada a la producción de pilones de hortalizas de manera convencional desde hace más de diez años y ante la importancia que ha adquirido la producción orgánica en el sector agrícola, la empresa debe aprovechar esta oportunidad y ofrecer al mercado pilones elaborados de manera orgánica.

El tercer servicio realizado fue la aclimatación de un lote de 41 plántulas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana P.*) provenientes de cultivo *in vitro*, por lo que se estableció la metodología de aclimatación que siendo muy básica no se registró muerte de plántulas y mostrando buen desarrollo y crecimiento sin presentar marchitez, decaimiento, decoloraciones y síntomas o signos de enfermedades.



### **3.2. Servicio 1. Elaboración de una propuesta de manejo para la plaga fungus gnat (*Bradysia difformis*), en el cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*).**

#### **3.2.1. OBJETIVOS**

1. Elaborar una propuesta de manejo de fungus gnat (*B. difformis*), en el cultivo de lisianthus (*E. grandiflorum*) producido bajo invernadero.
2. Identificar los principales componentes de la propuesta de manejo de fungus gnat (*B. difformis*), en el cultivo de lisianthus (*E. grandiflorum*).
3. Describir los componentes de la propuesta de manejo de fungus gnat (*B. difformis*), en el cultivo de lisianthus (*E. grandiflorum*).

#### **3.2.2. METODOLOGÍA**

- A. Inicialmente se observó en campo el daño de fungus gnat (*B. difformis*) en el cultivo de lisianthus (*E. grandiflorum*), el principal daño es ocasionado después de trasplantar las plántulas, debido a que las larvas de fungus gnat se alimentan de las raíces que aún son muy finas y pelos radicales, provocando:
  - a. Marchitez en la planta la cual se observa desde la raíz ascendiendo hacia tallos y hojas.
  - b. Debilitamiento de la planta debido a la poca absorción de nutrientes.
  - c. Escaso o limitado crecimiento.
  - d. Es importante mencionar que esto también contribuye a la entrada de hongos patógenos a la planta como *Fusarium*, *Pythium*, *Botrytis* y *Sclerotinia*, o actuando fungus gnat como vector de éstos hongos.

- B. Se realizó revisión de literatura con el fin de conocer características importantes de la plaga, tales como ciclo de vida, daños que ocasiona, formas de monitoreo de la plaga y métodos de control, como recurso para realizar la presente propuesta.
- C. Se contempló el uso en esta propuesta de ciertos productos que la empresa emplea en la actualidad para el manejo de fungus gnat, ya que según muestreos realizados si disminuye considerablemente las poblaciones de esta plaga.
- D. Para la elaboración de la propuesta se consideraron algunos componentes importantes como:
- a. Manejo del suelo previo al trasplante de plántulas de lisianthus, desinfección de enfermedades e insectos en el suelo.
  - b. Días después del trasplante y la etapa fenológica de la planta.
  - c. Estrategia preventiva o curativa, es importante siempre prevenir, sin embargo si en algún momento la plaga sobrepasa la cantidad poblacional se debe contemplar la estrategia curativa.
  - d. Método de control: químico, biológico, físico, mecánico, etc.
  - e. Producto a utilizar, seleccionando algunos según la revisión bibliográfica, así como la experiencia de algunos productos ya utilizados dentro del plan de manejo fitosanitario de la empresa.
  - f. Dosificación según recomendaciones del producto comercial.
  - g. Forma de preparación de la mezcla.
  - h. Forma de aplicación.

### 3.2.3. RESULTADOS

#### A. Propuesta de manejo para la plaga Fungus gnat (*Bradysia difformis*), en el cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)

Cuadro 22. Propuesta de manejo para Fungus gnat (*Bradysia difformis*), en el cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), producción bajo invernadero.

DDT	Etapa fenológica	Estrategia	Método de control	Producto (ingrediente activo)	Dosificación	Preparación de la mezcla	Forma de aplicación
0	Previo al trasplante	Preventiva	Químico	Basamid (Dazomet)	22.4 gramos por tablón (1m* 56m)	Disolver 22.4 gramos de Basamid en 30 litros de agua. Verificar que el producto este totalmente disuelto.	Incorporar en el fertirriego, previo a esto debe preparar el terreno, regar y cubrir con plástico el área a desinfectar. Esperar 21 días para hacer el trasplante.
0	Plántula	Preventiva	Biológico	Trichovista (Trichoderma harzianum)	5 g / litro	Disolver 5 gramos de producto (hongo + arroz) en un litro de agua. Preparar la cantidad de mezcla según el área a tratar.	Al momento del trasplante, colocar 25 cc en el agujero donde se colocará la plántula.
8	Plántula	Preventiva	Biológico	Teraboveria 0,5 SC (Beauveria bassiana)	2.5 cc / litro	Mezclar 2.5 cc de producto en un litro de agua. Preparar la cantidad de mezcla según el área a tratar.	Aplicar la mezcla con bomba de mochila, tronqueado, en la parte superficial.

14	Plántula	Preventiva	Químico	Trigard 75 WP (Cyromazina)	0.35 g /litro	Pesar por cada litro de agua a utilizar 0.35 gramos de producto y disolverlo. Preparar la cantidad de mezcla según el área a tratar.	Aplicar al suelo, de forma tronqueada.
24	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Químico	Spinoace 12 SC (Spinocyn)	12 cc / 16 litros	Mezclar 12 cc de producto en 16 litros de agua, para una bomba de mochila. Preparar la cantidad de bombas necesarias para fumigar el área a tratar.	Aplicación foliar, en el haz y envés de las hojas, en donde se encuentra el adulto.
30	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Biológico	Bralic (Extracto de ajo)	10 cc / 16 litros	Mezclar 10 cc de Bralic en 16 litros de agua. Preparar la cantidad de mezcla según el área a fumigar.	Aplicación foliar, en el haz y envés de las plantas y en la parte superficial del sustrato.
30	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Mecánico	Trampas amarillas (plástico de 50 cm *50 cm) con pegamento Bio-Tac	10 trampas / 1000 metros <sup>2</sup>	Mezclar 1 litro de Bio-Tac con ½ litro de gasolina, mover constantemente hasta obtener una mezcla homogénea. Sumergir a manera de bañar las trampas con la mezcla.	Colocar de 10 hasta 20 trampas por cada 1000 metros cuadrados.

38	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Químico	Potenz I.A. (Resina de Neem + ácidos alílicos)	3 cc / litro	Utilizar 3 cc de producto comercial por cada litro de agua a usar en el área a fumigar.	Asperjar la parte superficial del sustrato.
44	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Biológico	Subsol 0,08 SC (Bacillus subtilis)	10 cc / litro	Mezclar 10 cc de producto por cada litro de agua a utilizar.	Al sustrato por medio de fertirriego (riego por goteo), o tronqueado con bomba de mochila.
54	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Químico	Jade 0.8 GR (Imidacloprid)	1.5 g / litro	Pesar 1.5 gramos de producto para cada litro de agua a utilizar, en el área a tratar.	Aplicar vía foliar, en el haz y envés de las plantas y en la parte superficial del sustrato.
60	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Químico	BIO-DIE (Argemonina, berberina, ricina)	100 cc / 16 litros	Realizar una mezcla de 100 cc de BIO-DIE por 16 litros de agua a utilizar, en el área a fumigar.	Aplicar la mezcla por vía foliar, aplicando en el haz y envés de las hojas y en la parte superficial del sustrato.

60	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Mecánico	Renovación de trampas amarillas	10 trampas / 1000 metros <sup>2</sup>	Mezclar 1 litro de Bio-Tac con ½ litro de gasolina, mover constantemente hasta obtener una mezcla homogénea. Sumergir a manera de bañar las trampas con la mezcla.	Colocar de 10 hasta 20 trampas por cada 1000 metros cuadrados.
68	Crecimiento vegetativo	Preventivo	Biológico	ACT Botánico 0,003 SC (extracto de Azadirachta indica)	1.5 cc / litro	Mezclar 1.5 cc de producto comercial por cada litro de agua a utilizar.	Asperjar al sustrato o tronqueado con bomba de mochila.
74	Crecimiento vegetativo	Curativo	Químico	Match 5 EC (Lufenuron)	1 cc / litro	Agregar 1 cc de producto por cada litro de agua.	Aplicar por aspersion o tronqueado.
84	Crecimiento vegetativo	Curativo	Químico	Oberon 24 SC (Spiromefisen)	15 cc / 16 litros	Mezclar 15 cc de producto en 16 litros de agua, para una bomba de mochila.	Aplicar de manera foliar, asperjando toda la planta y la parte superficial del sustrato.
90	Crecimiento vegetativo	Curativo	Químico	Engeo 24,7 SC (Tiametoxam + Lambda cihalotrina)	7 cc / bomba 16 litros	Agregar a una bomba de mochila de 16 litros 7 cc de producto comercial.	Asperjar toda la planta y la parte superficial del sustrato.

### 3.2.4. EVALUACIÓN

Para la evaluación de la propuesta de manejo de fungus gnat (*B. difformis*) en el cultivo de lisianthus (*E. grandiflorum*) se utilizaron cuatro criterios los cuales se observan en el cuadro 23, estos criterios se basan en lo que contiene la propuesta, si se definen los objetivos, la descripción de la metodología para la elaboración de la propuesta, el establecimiento de componentes claves en la propuesta los cuales permiten detallar lo que se debe de realizar al momento de ejecutar esta propuesta. Los criterios a evaluar tienen una puntuación establecida, la cual será determinada por la persona que implemente este programa.

Cuadro 23. Criterios de evaluación para la propuesta de manejo de fungus gnat (*B. difformis*) en el cultivo de lisianthus (*E. grandiflorum*).

Criterios	Puntuación máxima	Puntuación del encargado de manejo fitosanitario
1. Define claramente los objetivos de la propuesta de manejo de fungus gnat ( <i>B. difformis</i> ) en el cultivo de lisianthus ( <i>E. grandiflorum</i> )	20	
2. Describe la metodología para la elaboración de la propuesta de manejo de fungus gnat ( <i>B. difformis</i> )	20	
3. Establece componentes importantes de la propuesta que permitirán comprender la implementación de la misma	30	
4. Detalla los componentes de la propuesta, productos a utilizar, dosificaciones, preparación de mezclas y formas de aplicar.	30	
<b>Total</b>	100	

### **3.3. Servicio 2. Elaboración de un programa de fertilización orgánico para pilones de Lechuga (*Lactuca sativa*)**

#### **3.3.1. OBJETIVOS**

1. Producir pilones de distintas variedades de lechuga (*L. sativa*), con programas de fertilización utilizando productos orgánicos.
2. Determinar las necesidades nutricionales de pilones de lechuga (*L. sativa*), basado en la fertilización que realiza la empresa Super Pílon de manera convencional.
3. Elaborar un programa de fertilización para pilones de lechuga, utilizando productos orgánicos.

#### **3.3.2. METODOLOGÍA**

- A. Para realizar el programa de fertilización de pilones de lechuga de manera orgánica, inicialmente se determinaron las necesidades nutricionales que requieren las plántulas de lechuga en base al programa de fertilización convencional implementado por la empresa Super Pílon S.A.
- B. Se seleccionaron fertilizantes certificados para agricultura ecológica. Se utilizó un fertilizante como principal para el programa de fertilización y otros como formas complementarias. Conforme a la formulación del fertilizante orgánico, se determinó la cantidad a utilizar del producto comercial, proporcionando la misma cantidad de Nitrógeno que de manera convencional con fertilizantes sintéticos la empresa produce los pilones de lechuga.
- C. Para elaborar el programa de fertilización orgánica se contempló los días después de la siembra, la formulación a utilizar principalmente de Nitrógeno, Fósforo y



Potasio, la cantidad en gramos de producto comercial a utilizar por cada bandeja a fertilizar y la cantidad de N-P-K aplicado netamente según la formulación del fertilizante.

- D. Se determinaron las variedades de lechuga a fertilizar orgánicamente, las cuales fueron: Arugula, Invicta, Auvona, Mondai, Kristine, Rex y Antoni.
- E. Se realizó la fertilización de pilones de lechuga según lo establecido en el programa de fertilización. Al momento de hacer dicha actividad, primero se estableció el lote a fertilizar para conocer el número de bandejas y los días después de ser sembradas, para así determinar la cantidad de fertilizante a utilizar. Al hacer este procedimiento se disolvió el fertilizante en agua, para aplicarlo en el riego con varilla que los trabajadores hacen manualmente.

### **3.3.3. RESULTADOS**

#### **A. Requerimientos nutricionales de forma convencional de pilones de lechuga**

Los principales nutrientes que se requieren para la producción de pilones de lechuga según el programa que la empresa ha utilizado son Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio. En el cuadro 24, se observa la fórmula química del fertilizante sintético, la cantidad utilizada para fertilizar una bandeja y con esto se obtiene la cantidad que se aplica de cada elemento (N, P, y K), con esto se conoce la necesidad nutricional del pilón de los principales elementos que de manera convencional la empresa ha realizado para el crecimiento y desarrollo del mismo.

Cuadro 24. Dosis aplicadas de N-P-K en fertilización convencional para pilones de lechuga (*Lactuca sativa*).

DDS	Formula (N-P-K)	Cantidad de fertilizante	Cantidad de Nitrógeno	Cantidad de Fosforo	Cantidad de Potasio
12	20-10-20	0.25 g/bandeja	0.05 g	0.011 g	0.0415 g
16	20-10-20	0.25 g/bandeja	0.05 g	0.011 g	0.0415 g
20	Nitrato de calcio (15.5-26)	0.5 g/bandeja	0.077 g N	0.13 g de Ca	
24	(20-20-20)	0.5 g/bandeja	0.1 g	0.044 g	0.083 g
28	(20-20-20)	0.5 g/bandeja	0.1 g	0.044 g	0.083 g
32	(20-20-20)	0.5 g/bandeja	0.1 g	0.044 g	0.083 g

Total de Nitrógeno: 0.477 gramos por bandeja

Total de Fosforo: 0.154 gramos por bandeja

Total de Potasio: 0.332 gramos por bandeja

Total de Calcio: 0.13 gramos por bandeja

### B. Programa de fertilización orgánica de pilones de lechuga

Basado en el programa de fertilización convencional de la empresa, se realizó el programa de fertilización orgánica para pilones de lechuga, en el cual se trató de proveer la misma cantidad de los nutrientes principales e igualar la frecuencia de fertilización. En cuadro 25, se observa la formula orgánica del fertilizante utilizado, así como la cantidad a utilizar al momento de fertilizar y la cantidad exacta aplicada de cada elemento.

Cuadro 25. Dosis aplicadas de N-P-K según el programa de fertilización orgánico para pilones de lechuga (*Lactuca sativa*).

DDS	Formula del fertilizante (N-P-K)	Cantidad de fertilizante a aplicar	Cantidad de Nitrógeno	Cantidad de Fosforo	Cantidad de Potasio
12	(8.6-1.92-1.07)	0.58 g/bandeja	0.05 g	0.011 g	0.006 g
16	(8.6-1.92-1.07)	0.58 g/bandeja	0.05 g	0.011 g	0.006 g
20	(8.6-1.92-1.07)	0.90 g/bandeja	0.077 g	0.017 g	0.010 g
24	(8.6-1.92-1.07)	1.16 g/bandeja	0.1 g	0.022 g	0.012 g
28	(8.6-1.92-1.07)	1.16 g/bandeja	0.1 g	0.022 g	0.012 g
32	(8.6-1.92-1.07)	1.16 g/bandeja	0.1 g	0.022 g	0.012 g

Total de Nitrógeno: 0.477 gramos por bandeja

Total de Fosforo: 0.105 gramos por bandeja

Total de Potasio: 0.058 gramos por bandeja

Otras formulas complementarias, que aportan pequeñas cantidades de macro y microelementos: Albamin®, Oligomix® y Promet Ca®.

### 3.3.4. EVALUACIÓN

Se observó que al fertilizar de forma orgánica, los pilones de lechuga no alcanzaban el mismo crecimiento que al fertilizarlos de manera convencional con fertilizantes sintéticos, esto puede derivar de la asimilación de nutrientes por parte de las plántulas, ya que los productos orgánicos son obtenidos de diferente manera que los productos sintéticos, por lo que es recomendable seguir utilizando otros productos orgánicos, con el fin de encontrar los productos óptimos con los que se obtengan pilones con buen crecimiento y desarrollo, aptos para ir al campo.

### **3.4. Servicio 3. Aclimatación de plántulas de Kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana P.*) provenientes de cultivos *in vitro***

#### **3.4.1. OBJETIVOS**

1. Aclimatar un lote de 41 plántulas *in vitro* de Kalanchoe (*K. blossfeldiana P.*), en invernaderos de la empresa Super Pílon S.A., Chimaltenango, Guatemala.
2. Establecer la metodología de aclimatación de plántulas de Kalanchoe (*K. blossfeldiana P.*) en invernadero.

#### **3.4.2. METODOLOGÍA**

- A. Se trasladó un lote de 41 plántulas Kalanchoe (*K. blossfeldiana P.*) del Laboratorio de Cultivos de Tejidos de la Facultad de Agronomía hacia la empresa Super Pílon S.A., ubicada en Chimaltenango, las plántulas fueron extraídas del laboratorio aún contenidas en el medio de cultivo.
- B. Al llegar a la empresa las plántulas se trasladaron al área de germinación de semillas, donde previamente se preparó una bandeja con celdas de tres centímetros de diámetro y cinco centímetros de profundidad conteniendo Peat Moss.
- C. Seguidamente se procedió a sacar a las plántulas de Kalanchoe (*K. blossfeldiana P.*) de los frascos que contenían medio de cultivo, para colocarlas en un recipiente limpio y desinfectado, previo a esto es importante lavarse las manos adecuadamente para evitar contaminar las plántulas.
- D. Cuidosamente se desprendió el medio de cultivo de las raíces de las plántulas y para eliminar los restos del mismo se uso agua desmineralizada. Es importante

eliminar completamente el medio de cultivo de las raíces, ya que esto podría ser fuente de contaminación por patógenos.

- E. Se colocó una plántula por cada celda de la bandeja. Con la ayuda de una pinza se introdujo la raíz de la plántula y se presionó moderadamente el sustrato con los dedos para evitar espacios vacíos.
- F. Al finalizar, se realizó el riego con varilla manualmente y se dejaron en el área de germinación por una semana a una temperatura de 24°C.
- G. El manejo inicial consistió únicamente en riego diario por una semana y observación del estado de las plántulas, si presentaban quemaduras, decoloración en hojas, síntomas de marchitamiento o decaimiento y/o muerte de plántulas, lo cual no se observó.
- H. En la segunda semana fueron trasladadas al área de invernaderos, en donde se realizó diariamente riego y fertilización (una vez por semana) de N-P-K en pequeñas cantidades, debido al tamaño de la plántula.
- I. Después de cuatro semanas las plantas fueron trasladadas al umbráculo y se transfirieron de la bandeja a macetas, para ello se utilizó una mezcla de broza, arena de río y tierra negra en una relación 1:1:1, desinfectando este sustrato con Banrot 40 WP y Vydate 24 SL.

### 3.4.3. RESULTADOS

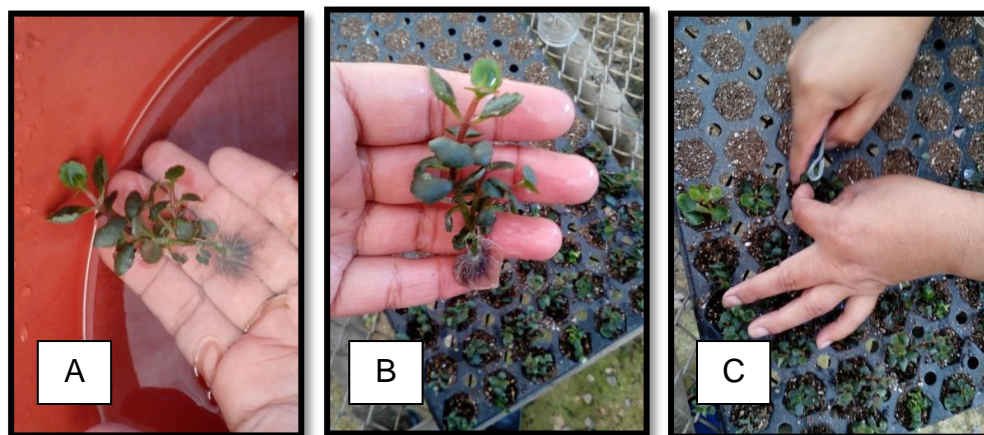


Figura 9. (A) Lavado de raíces con agua desmineralizada para eliminar restos de medio de cultivo en las mismas. (B) Plántulas listas para sembrar en Peat moos. (C) Siembra de plántulas de kalanchoe (*K. blossfeldiana*) en sustrato peat moss.



Figura 10. Desarrollo y crecimiento de plántulas de kalanchoe provenientes de cultivo in vitro, en invernadero.



Figura 11. (A) crecimiento de plantas de kalanchoe (*K. blossfeldiana*) en umbráculo. (B) observación de síntomas o signos de enfermedades y plagas.



Figura 12. Lote de 41 plantas provenientes de cultivo *in vitro* de kalanchoe (*K. blossfeldiana*), aclimatadas.

### 3.4.4. EVALUACIÓN

Criterios	Si	No	Algunas
Plántulas de kalanchoe ( <i>K. blossfeldiana</i> ) presentando marchitez o decaimiento		X	
Plántulas de kalanchoe ( <i>K. blossfeldiana</i> ) presentando decoloraciones o signos de deficiencia		X	
Muerte de plántulas de kalanchoe ( <i>K. blossfeldiana</i> ) en el proceso de aclimatación		X	
Plantas de kalanchoe ( <i>K. blossfeldiana</i> ) con buen desarrollo de raíces.	X		





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 35/2019

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

“EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC.”

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE:


CLARA LUZ HAYDEÉ ARENAS RAMOS

CARNE:

201112067

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Hermógenes Castillo  
M. Sc. Edgar O. Franco R.  
Dr. Amilcar Sánchez

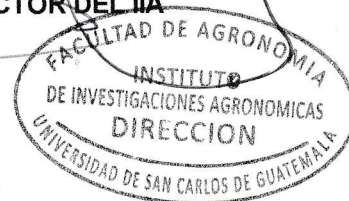
Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

  
Ing. Agr. Edgar O. Franco R.  
ASESOR ESPECIFICO

  
Dr. Amilcar Sánchez  
DOCENTE-ASESOR EPS

  
Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm  
c.c. Archivo



Ref. SAIEPSA.26.Seg.2020

Guatemala, 22 de octubre de 2020

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A. CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: CLARA LUZ HAYDEÉ ARENAS RAMOS

No. CARNÉ 201112067

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC .”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Víctor Hermógenes Castillo  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar O. Franco Rivera  
Dr. Amilcar Sánchez Pérez

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”



Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes  
Coordinador Area Integrada – EPS





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



No. 39-2020

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES COMO SUSTITUTOS DE SALES INORGÁNICAS EN MEDIOS DE CULTIVO PARA LA INDUCCIÓN DE ORGANOGÉNESIS EN *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln, EN EL LABORATORIO DE CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, USAC, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA EMPRESA SUPER PILÓN S.A. CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: Clara Luz Haydeé Arenas Ramos

Carné: 201112067

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
DECANO

