

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO-

SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS CUNSARO -IIACUNSARO-



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE
PASCUA (*Euphorbia pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN ALDEA OJO DE AGUA, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA,
GUATEMALA, C.A.**

PONENTE: KAREN GABRIELA PIVARAL SANDOVAL

REGISTRO ACADÉMICO: 201346366

CÓDIGO ÚNICO DE IDENTIFICACIÓN: 2331613410605

ASESOR: M. Sc. ING AGR. OSCAR ROBERTO ZALDAÑO HERNANDEZ

GUATEMALA, FEBRERO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO-

SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PASCUA
(*Euphorbia pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO
EN ALDEA OJO DE AGUA, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

POR

KAREN GABRIELA PIVARAL SANDOVAL

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA, FEBRERO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO-

SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS CUNSARO -IIACUNSARO-

RECTOR MAGNÍFICO

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos

Consejo Directivo Del Centro Universitario de Santa Rosa

Presidente Del Consejo Directivo: M.A. Ing. Cristiam Armando Aguirre Chinchilla

Secretario Del Consejo Directivo: Lic. José Luis Aguirre Pumay

Representante De Docentes: Lic. Walter Armando Carvajal Díaz

Representante De Docentes: Lic. Alex Edgardo Leonel Ayala

Representante De Egresados: Licda. Claudia Marisela González Linares

Representante Estudiantil: Bachiller Héctor Edmundo Pablo Solís

Representante Estudiantil: Técnico en Administración de Empresas

Fredy Rolando Lemus López

Guatemala, febrero 2021

Coordinación Académica

Lic. José Luis Aguirre Pumay
Secretario de Centro Universitario

Lic. Eddy René Mejía García
Coordinador de licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario, Cuilapa

Ing. Renato Nieves
Coordinador Técnico y Licenciatura en Administración de Empresas, Cuilapa

Lic. Elman Erick González Ramos
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía, Cuilapa

Lic. Juan Alberto Martínez
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía, Chiquimulilla

Lic. Alex Edgardo Lone Ayala
Coordinador Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario, Chiquimulilla

Lic. Héctor Antonio Arriaza Alvarez
Coordinador Técnico y Licenciatura en Administración de Empresas, Chiquimulilla

Lic. Selvin Minray Guevara
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía, Taxisco

Ing. Jorge Luis Roldán Castillo
Coordinador Ingeniero Agrónomo en SPA, Nueva Santa Rosa

Lic. Obdulio Rosales Dávila
Coordinador Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario, Nueva Santa Rosa

Guatemala, febrero 2021

Guatemala, febrero de 2021

Honorable Consejo Directivo

Honorable Tribunal Examinador

Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-

Sección Nueva Santa Rosa

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 someterme a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PASCUA (*Euphorbia pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN ALDEA OJO DE AGUA, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A**, presentado como requisito previo para optar el 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”

Karen Gabriela Pivaral Sandoval

ACTO QUE DEDICO

A:

**AL ÚNICO DIOS
VERDADERO**

Porque Él es el que da la sabiduría a los hombres, Él que protege mi alma y me guía a la verdad. A ti sea toda la honra y gloria Señor.

MIS PADRES:

Marvin de Jesús Pivaral y Odilia Esperanza Sandoval, por su amor incondicional, apoyo constante, sabios consejos, inagotables esfuerzos y sacrificios para poder alcanzar esta meta. Este triunfo es de ustedes y para ustedes.

MIS HERMANOS:

Joselyn Adelita Pivaral Sandoval y Marvin Josué Pivaral Sandoval, por estar siempre pendientes y dispuestos a apoyarme en todo momento.

MI ESPOSO:

René Emanuel Castillo Orantes por su apoyo incondicional y con quien comparto mi triunfo y agradezco por formar parte tan importante en mi vida.

MI HIJA:

Gabriela Renata Castillo Pivaral por que la amo muchísimo, por ser mi fortaleza, la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

MIS AMIGOS:

Herbert Leonel del Águila, Mario José Castillo, Astrid Vanessa Sagastume, Sindi Yahana Pérez, Claudia Roxana Rojas, María Fernanda Rosales por su valiosa amistad.

AGRADECIMIENTOS

A:

- Mi patria:** Guatemala, país de la eterna primavera.
- CUNSARO:** Por los conocimientos adquiridos en mi formación como Ingeniera Agrónoma.
- Mi supervisor:** Ing. Agr. Oscar Zaldaño, por su apoyo incondicional durante el EPS e incentivar me a cumplir esta meta.
- Mi asesor:** Ing. Agr. Oscar Zaldaño, por su tiempo en la asesoría de este documento.
- Mis evaluadores:** Ing. Agr. Astrid Hernández, Ing. Agr. Samuel Fuentes y al Ing. Agr. Josué Mázate por su valiosa colaboración y sus conocimientos aportados a esta investigación.
- Coordinador de la carrera:** Ing. Luis Roldan por el apoyo que me brindó durante el transcurso de mi carrera y por ser parte de mis logros, por sus valiosos conocimientos y valores impartidos hacia mí.
- Beauty Line Guatemala:** Por darme la oportunidad de realizar mi EPS en sus instalaciones.

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
1. CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DEL MANEJO NUTRICIONAL DEL CULTIVO PASCUA (<i>Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch</i>) EN LA EMPRESA BEAUTY LINE GUATEMALA EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA ROSA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.	1
1.1 PRESENTACION	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación y localización	3
1.2.2 Fuente de agua.....	4
1.2.3 Condiciones climáticas dentro del invernadero	4
1.2.4 Zona de vida	5
1.2.5 Topografía:	5
1.2.6 Hidrografía:	5
1.2.7 Fuente de agua:.....	6
1.2.8 Sustrato para propagación de esquejes:.....	6
1.2.9 Departamento de nutrición vegetal.....	7
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo general:	8
1.3.2 Objetivos específicos:	8
1.4 METODOLOGIA.....	9
1.4.1 Método Inductivo	9
1.4.2 Método de la Observación:.....	9
1.4.3 Técnicas utilizadas para el diagnóstico	9
1.4.4 Ordenamiento y análisis de la Información.....	10
1.4.5 Fase de gabinete final.....	11
1.4.6 Recursos	11
1.5 RESULTADOS	12
1.5.1 Manejo nutricional	12
1.5.2 Fase de crecimiento.....	14
1.5.3 Análisis FODA	17

1.5.4	Priorización de problemas.....	19
1.6	CONCLUSIONES.....	21
1.7	RECOMENDACIONES	22
1.8	BIBLIOGRAFÍA	23
2.	CAPÍTULO II. INFORME DE SERVICIOS	24
2.1	SERVICIO I. EVALUACIÓN DEL ESCENARIO REAL DEL CULTIVO DE NUEVA GUINEA IMPATIENS (<i>Impatiens hawkeri</i> W.) VARIEDAD H. Snow EN DIFERENTES NIVELES DE FORMACIÓN.	24
2.1.1	PRESENTACIÓN.....	25
2.1.2	OBJETIVOS.....	26
2.1.3	METODOLOGÍA	27
2.1.4	RESULTADOS.....	28
2.1.5	EVALUACIÓN.....	29
2.1.6	ANEXOS.....	30
2.2	SERVICIO II. EVALUACIÓN DE INTOXICACIÓN Y DEFICIENCIA DE ELEMENTO BORO EN EL CULTIVO DE LOBULARIA MARITIMA (<i>Alyssum maritimum</i>)	32
2.2.1	PRESENTACIÓN.....	33
2.2.2	OBJETIVOS.....	33
2.2.3	METODOLOGÍA	34
2.2.4	RESULTADOS.....	36
2.2.5	ANEXOS.....	38
3.	CAPITULO III. DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PASCUA (<i>Euphorbia pulcherrima</i> , Willd. ex Klotzsch) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN ALDEA OJO DE AGUA, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.	41
3.1	PRESENTACIÓN	42
3.2	MARCO TEÓRICO	45
3.2.1	Historia del cultivo de pascua	45
3.2.2	Taxonomía.....	45
3.2.3	Descripción botánica	46
3.2.4	Requerimientos agroecológicos	46
3.2.5	Rangos nutricionales para el cultivo de pascua.....	47

3.2.6	Curvas de crecimiento.....	48
3.2.7	Concentración de nutrientes.....	50
3.2.8	Curvas de absorción de nutrientes.....	51
3.2.9	Curvas de absorción de nutrientes.....	51
3.2.10	Procedimiento para la elaboración de las curvas de absorción.....	52
3.2.11	Extracción de nutrientes.....	53
3.2.12	Concepto de caracterización.....	53
3.2.13	Antecedentes del tema de investigación.....	54
3.3	MARCO REFERENCIAL.....	57
3.3.1	Localización del estudio.....	57
3.3.2	Manejo ambiental dentro del invernadero.....	58
3.4	OBJETIVOS.....	59
3.4.1	Objetivo general.....	59
3.4.2	Objetivos específicos.....	59
3.5	METODOLOGÍA.....	60
3.5.1	Cultivo y variedad.....	60
3.5.2	Unidad experimental.....	60
3.5.3	Muestreo de material vegetal.....	60
3.5.4	Técnica de muestreo.....	61
3.5.5	Preparación de las muestras para el análisis de planta de pascua (<i>E. pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.), variedad Astro Red.....	62
3.5.6	Método de extracción de nutrientes de esquejes de pascua (<i>E. pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.), variedad Astro Red.....	63
3.5.7	Determinación de Absorción de nutrientes.....	64
3.5.8	Manejo del experimento.....	64
3.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
3.6.1	Materia seca acumulada por etapas fenológicas en el cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima</i> Willd ex. Klotzsch).....	76
3.6.2	Curvas de absorción de nutrientes.....	77
3.6.3	Absorción de macroelementos secundarios Ca, Mg, S.....	80
3.6.4	Absorción de microelementos Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Na.....	82
3.6.5	Extracción de nutrientes por esqueje.....	88
3.7	CONCLUSIONES.....	93

3.8	RECOMENDACIONES	94
3.9	BIBLIOGRAFÍA	95
3.10	ANEXOS	103

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
<i>Figura 1.</i> Ubicación de la empresa Beauty Line Guatemala	3
<i>Figura 2.</i> Temperatura interna de los invernaderos correspondiente del mes de julio-octubre, 2018.....	4
<i>Figura 3.</i> Humedad relativa dentro de los invernaderos correspondientes del mes de julio-octubre, 2018.....	5
<i>Figura 4.</i> Boleta de encuesta.....	14
<i>Figura 5.</i> Fotografía de la distribución de los micro aspersores.....	14
<i>Figura 6.</i> Fotografía de la aplicación de agua en macetas con pascua (<i>E. pulcherrima</i> , Willd. ex Klotzsch) por medio de una foga.....	15
<i>Figura 7.</i> Fotografía de la posición del espagueti de fertirriego en una bolsa de Pascua (<i>E. pulcherrima</i> , Willd. ex Klotzsch).....	16
<i>Figura 8.</i> Fotografía de la realización del mantenimiento (podas) en Pascua (<i>E. pulcherrima</i> , Willd. ex Klotzsch).....	17
<i>Figura 9.</i> Esquema de la priorización de problemas nutricionales en el cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima</i> , Willd. ex klotzsch).....	19
<i>Figura 10.</i> Total de esquejes de exportación del cultivo de Nueva Guinea Impatiens (<i>H. Snow</i>).28	28
<i>Figura 11.</i> Cultivo de Nueva Guinea Impatiens (<i>H. Snow</i>).	30
<i>Figura 12.</i> Esquejes de exportación del cultivo de Nueva Guinea Impatiens (<i>H. Snow</i>).....	30
<i>Figura 13.</i> Tratamiento 1: Poda de formación a un nivel	30
<i>Figura 14.</i> Tratamiento 2: Poda de formación a dos niveles	31

<i>Figura 15.</i> Tratamiento 3: Poda de formación a tres niveles (realizado por la empresa)	31
<i>Figura 16.</i> Señalización de tratamientos por niveles	31
<i>Figura 17.</i> Fotografía del cultivo de <i>Lobularia marítima</i>	34
<i>Figura 18.</i> Tratamientos para el cultivo de lobularia.....	34
<i>Figura 19.</i> Identificación de los tratamientos	36
<i>Figura 20.</i> Grafica de peso fresco.....	37
<i>Figura 21.</i> Programa alto de fertirriego	38
<i>Figura 22.</i> Deficiencia del elemento B.....	38
<i>Figura 23.</i> Intoxicación del elemento B 300%	39
<i>Figura 24.</i> Desarrollo de raíz con el programa alto.....	39
<i>Figura 25.</i> Desarrollo de raíz con deficiencia de B	40
<i>Figura 26.</i> Desarrollo de raíz con intoxicación de B	40
<i>Figura 27.</i> Curva de crecimiento de una planta anual	49
<i>Figura 28.</i> Curva de crecimiento de cultivos perennes.....	50
<i>Figura 29.</i> Ubicación de la investigación	57
<i>Figura 30.</i> Sistema de sombra móvil abierto	58
<i>Figura 31.</i> Sistema de sombra móvil cerrado	58
<i>Figura 32.</i> Unidad experimental.....	60
<i>Figura 33.</i> Técnica de muestreo.....	61
<i>Figura 34.</i> Secado de materia vegetal.....	62
<i>Figura 35.</i> Peso de material en fresco (g).....	63
<i>Figura 36.</i> Tamaño de esqueje de pascua de exportación	66
<i>Figura 37.</i> Siembra de esquejes de pascua túnel propagador	66
<i>Figura 38.</i> Desinfección de camas.....	67

<i>Figura 39.</i> Llenado de bolsas mediante la utilización de arena volcánica.....	67
<i>Figura 40.</i> Distribución de bolsas con sustrato.....	68
<i>Figura 41.</i> Desinfección de arena volcánica.....	69
<i>Figura 42.</i> Trasplante de esquejes en maceta	69
<i>Figura 43.</i> Distanciamiento entre planta.....	70
<i>Figura 44.</i> Poda de formación	70
<i>Figura 45.</i> Curva de MS acumulada en etapas fenológicas en el cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>).....	77
<i>Figura 46.</i> Curva de absorción de N (Kg/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	78
<i>Figura 47.</i> Curva de absorción de P (Kg/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.	79
<i>Figura 48.</i> Curva de absorción de P (Kg/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	80
<i>Figura 49.</i> Curva de absorción de Ca (Kg/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.	81
<i>Figura 50.</i> Curva de absorción de Mg (Kg/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.	81
<i>Figura 51.</i> Curva de absorción de S (Kg/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	82
<i>Figura 52.</i> Curva de absorción de Fe (g/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	83
<i>Figura 53.</i> Curva de absorción de Mn (g/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	84

<i>Figura 54.</i> Curva de absorción de B (g/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	84
<i>Figura 55.</i> Curva de absorción de Cu (g/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	85
<i>Figura 56.</i> Curva de absorción de Zn (g/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	86
<i>Figura 57.</i> Curva de absorción de Mo (g/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	87
<i>Figura 58.</i> Curva de absorción de Na (g/Ha) para la variedad de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.....	87
<i>Figura 59.</i> Curvas de extracción de macronutrientes primarios en pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i> , var. Astro Red).	90
<i>Figura 60.</i> Curvas de extracción de macronutrientes secundarios en pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i> , variedad Astro Red).	90
<i>Figura 61.</i> Curvas de extracción de micronutriente Fe, Mg en pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i> , variedad Astro Red).....	91
<i>Figura 62.</i> Curvas de extracción de micronutriente Cu, Zn, Mo, Na en pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i> , variedad Astro Red).....	92
<i>Figura 63.</i> Primer análisis del cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>).....	105
<i>Figura 64.</i> Segundo análisis del cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>).....	106
<i>Figura 65.</i> Tercer análisis del cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>).....	107
<i>Figura 66.</i> Cuarto análisis del cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>).....	108
<i>Figura 67.</i> Quinto análisis del cultivo de pascua (<i>E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch</i>).....	109

Figura 68. Sexto análisis del cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch)110

Figura 69. Séptimo análisis del cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch).....111

Figura 70. Octavo análisis del cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch).....112

INDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
Tabla 1 <i>Cuencas de Santa Rosa</i>	6
Tabla 2 <i>Recursos</i>	11
Tabla 3 <i>Composición de fertilizantes por tanque utilizados para el programa alto</i>	12
Tabla 4 <i>Programa de fertirriego (Programa de pascua)</i>	13
Tabla 5 <i>Distribución de las frecuencias de fertirriego para el cultivo de pascua (E. pulcherrima, Willd. ex Klotzsch) en sus sub fases de desarrollo</i>	13
Tabla 6 <i>Análisis FODA de la empresa Beauty Line Guatemala</i>	18
Tabla 7 <i>Número total de esquejes de exportación cosechados semanalmente en diferentes niveles de formación en el cultivo Nueva Guinea Impatiens (Impatiens hawkeri W.) variedad H. Snow</i>	28
Tabla 8 <i>Contenido por elemento del programa de fertirriego</i>	35
Tabla 9 <i>Rangos nutricionales para el cultivo de pascua (E. pulcherrima, Willd. ex Klotzsch.)</i> ...	48
Tabla 10 <i>Muestreo de material vegetal</i>	61
Tabla 11 <i>Métodos de cuantificación utilizados para cada elemento</i>	64
Tabla 12 <i>Datos Análisis químico del sustrato reutilizado</i>	65
Tabla 13 <i>Descripción del fertilizante en % contenido en cada uno de los tanques de mezcla</i>	71
Tabla 14 <i>Programa de pascua establecido en la empresa Beauty Line Guatemala</i>	72
Tabla 15 <i>Contenido en partes por millón (ppm) del programa de fertirriego</i>	73
Tabla 16 <i>Principales plagas y su control químico en el cultivo de pascua E. pulcherrima, Willd. ex klotzsch.</i>	74
Tabla 17 <i>Principales enfermedades y su control en el cultivo de pascua E. pulcherrima, Willd. ex</i>	

<i>klotzsch.</i>	75
Tabla 18 <i>Descripción de la extracción de nutrientes del cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red en sus etapas fenológicas</i>	88
Tabla 19 <i>Datos de acumulación de MS en el cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red.</i>	103
Tabla 20 <i>Datos de concentración de nutrientes en el cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red.</i>	103
Tabla 21 <i>Datos de absorción de nutrientes en el cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red.</i>	104
Tabla 22 <i>Escenario de los procesos realizados en el cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red.</i>	104

RESUMEN

El presente documento contiene el informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en la empresa Beauty Line Guatemala durante el período de febrero a noviembre de 2018. Esta empresa se dedica a la producción y exportación de esquejes en plantas ornamentales. Como parte del desarrollo de EPS se realizaron actividades de diagnóstico, servicios profesionales e investigación. En el contenido se incluyen los resultados obtenidos para cada uno de los capítulos elaborados. En el capítulo I se presenta el diagnóstico realizado en el área de nutrición vegetal con el que se logró identificar los procesos que se llevaban a cabo para la fertilización del cultivo evaluado. Con la observación y la inmersión en estos procesos se pudieron segmentar las condiciones positivas y negativas que se llevaban a cabo mediante la elaboración de un análisis FODA seguido de una priorización de problemas, con el que se presentan las acciones más importantes a resolver. Dentro de los problemas con mayor importancia en esta área era el desconocimiento de los requerimientos nutricionales del cultivo de pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) para las condiciones en Guatemala y la falta de una evaluación en el programa de fertirriego para validar si estaba cumpliendo los requerimientos nutricionales del cultivo. Por medio del diagnóstico se derivó la investigación con la finalidad de resolver la problemática en el área. El capítulo II presenta los servicios realizados que consistieron en 1) Evaluación del escenario real del cultivo de Nueva Guinea Impatiens (H. Snow) en diferentes niveles de formación 2) Evaluación de intoxicación y deficiencia del elemento boro en el cultivo de *Lobularia marítima*. El capítulo III corresponde a la investigación que se llevó a cabo en Nueva Santa Rosa, Santa Rosa y consistió en evaluar por medio de curvas de absorción de nutrientes el programa de fertirriego utilizado en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). Para esto fue necesario realizar muestreos de planta completa durante la fase fenológica de crecimiento del cultivo ya que

por cuestión de manejo de podas y formación no se permite la floración y por ende la madurez de las plantas. Los resultados muestran que el programa de fertirriego está cubriendo los requerimientos nutricionales del cultivo ya que no se presentan síntomas de deficiencias en ningún momento. Sin embargo, con esto surgen otros factores a tomar en cuenta para optimizar el programa de fertirriego siendo uno de estos la eficiencia.

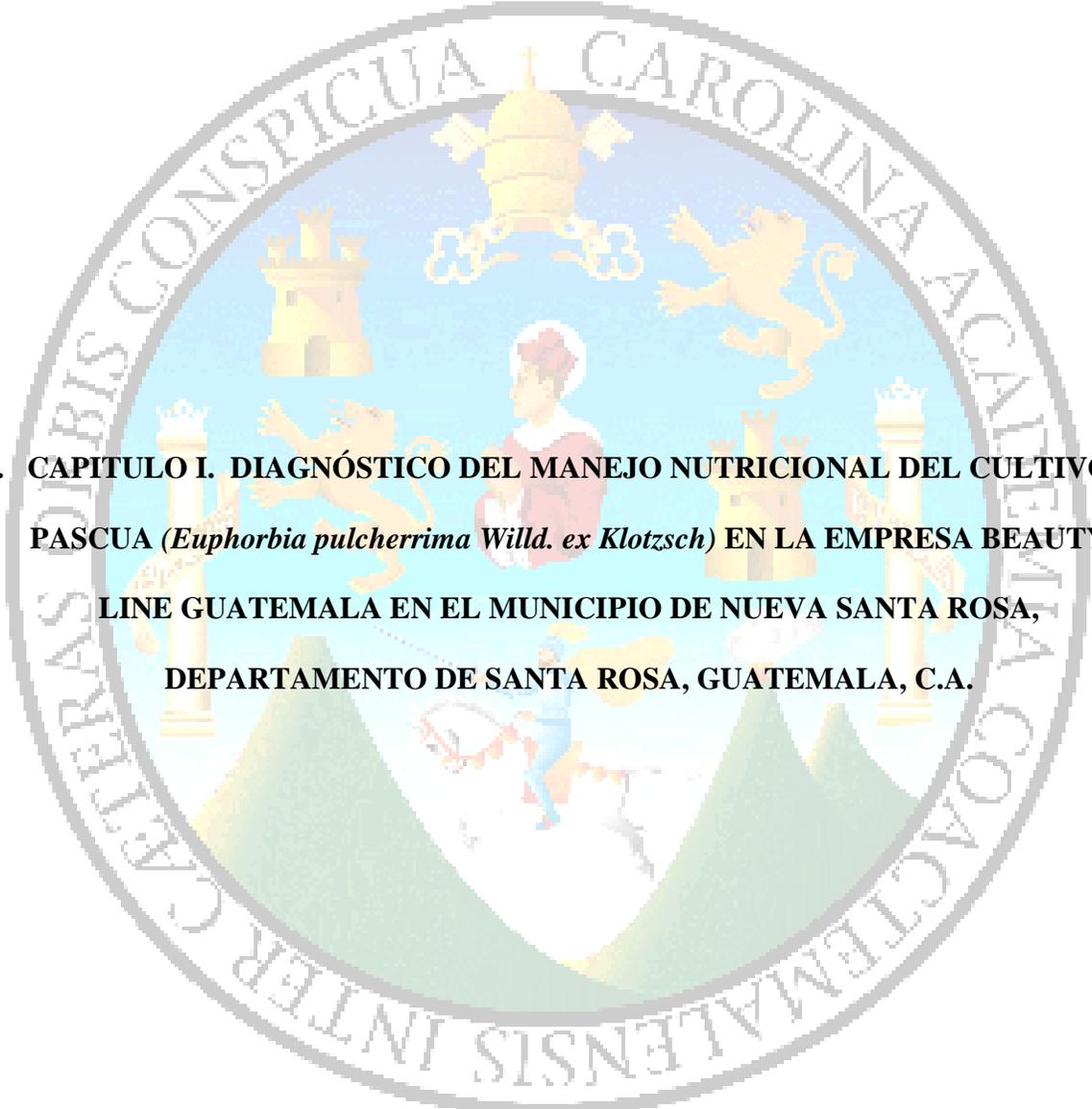
Palabras clave: Fertilización, macronutrientes, micronutrientes, fenología, acumulación de materia seca.

ABSTRACT

This document contains the report of the Supervised Professional Exercise (EPS) carried out in the company Beauty Line Guatemala during the period from February to November 2018. This company is dedicated to the production and export of cuttings in ornamental plants. Diagnostic activities, professional services and research were carried out as part of the development of EPS. The content includes the results obtained for each of the elaborated chapters. Chapter I presents the diagnosis made in the area of plant nutrition with which it was possible to identify the processes that were carried out for the fertilization of the evaluated crop. With the observation and immersion in these processes, it was possible to segment the positive and negative conditions that were carried out by means of the elaboration of a SWOT analysis followed by a prioritization of problems, with which the most important actions to be solved are presented. Among the most important problems in this area was the lack of knowledge of the nutritional requirements of the poinsettia crop (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) for the conditions in Guatemala and the lack of an evaluation in the fertigation program to validate if it was complying the nutritional requirements of the crop. Through the diagnosis, the investigation was derived in order to solve the problem in the area. Chapter II presents the services performed that consisted of 1) Evaluation of the real scenario of the cultivation of New Guinea Impatiens (*H. Snow*) at different levels of training. 2) Evaluation of boron element poisoning and deficiency in the cultivation of *Lobularia maritima*. Chapter III corresponds to the research carried out in Nueva Santa Rosa, Santa Rosa and consisted of evaluating by means of nutrient absorption curves the fertigation program used in the cultivation of Poinsettia (*E. pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) . For this, it was necessary to carry out complete plant samplings during the phenological phase of crop growth since, due to pruning and training management, flowering and therefore the maturity of the plants is not allowed. The results show

that the fertigation program is meeting the nutritional requirements of the crop since there are no symptoms of deficiencies at any time. However, with this other factors arise to take into account to optimize the fertigation program, one of these being efficiency.

Keywords: Fertilization, macronutrients, micronutrients, phenology, accumulation of dry material.

The seal of the Academia Coahuilense de Letras y Ciencias is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red dress and white headscarf, surrounded by various symbols including a golden crown, a lion, a castle, and a figure on a horse. The text around the border reads "ACADEMIA COAHUILENSE DE LETRAS Y CIENCIAS" and "CONSTITUIDA EN 1914".

**1. CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DEL MANEJO NUTRICIONAL DEL CULTIVO
PASCUA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) EN LA EMPRESA BEAUTY
LINE GUATEMALA EN EL MUNICIPIO DE NUEVA SANTA ROSA,
DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

1.1 PRESENTACION

La empresa Beauty Line Guatemala se ubica en aldea Ojo de Agua, Nueva Santa Rosa y se dedica a la producción y exportación de esquejes a países como Estados Unidos, Canadá y Japón principalmente. Esta empresa se dedica a la producción de una gran diversidad de plantas ornamentales, además de ser una fuente de empleo en el área. Las instalaciones de Beauty Line Guatemala corresponden al área de 10 hectáreas, en donde se encuentran 14 invernaderos de 6,000 metros cuadrados destinados para la producción de esquejes bajo sistema hidropónico, también cuenta con un invernadero denominado (elite) que es el encargado de albergar las plantas madres que son las que se utilizan para seguir la propagación de los cultivos.

En este diagnóstico se realizaron visitas de campo, entrevistas al personal técnico y operativo que labora en la empresa, llegándose a identificar los problemas y dando una solución para tener un balance en el programa de fertirriego en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex *Klotzsch*). El diagnóstico se dividió en: fase I, que consistió en el reconocimiento de la problemática a través de las herramientas como observación y entrevistas, Fase II recopilación de información y la fase III, en el análisis de la información. Dentro de los problemas identificados esta la problemática de la nutrición vegetal especialmente en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex *Klotzsch*), escasa investigación en el área de los requerimientos nutricionales que la planta necesita para su óptimo desarrollo y del manejo de los fertilizantes aplicados a lo largo del ciclo de producción del cultivo. A partir de la priorización de los problemas detectados en el diagnóstico se planteó el punto de investigación determinación de las curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex *Klotzsch*) por ser este el problema principal detectado en el diagnóstico.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación y localización

La aldea Ojo de Agua, se encuentra localizada dentro del municipio de Nueva Santa Rosa, departamento de Santa Rosa a 8 km de la cabecera municipal (figura 1). La ubicación geográfica es latitud norte $14^{\circ}21'56.81''$ y longitud oeste $90^{\circ}18'55.87''$, con una elevación de 1001.25 msnm. El municipio de Nueva Santa Rosa, colinda al norte con Mataquescuintla, Jalapa y Casillas, Santa Rosa, al sur con Cuilapa, Santa Rosa, al este con Casillas y Cuilapa, Santa Rosa y al oeste con Barberena, Santa Cruz Naranjo y Santa Rosa de Lima, Santa Rosa (Escalante 2007).

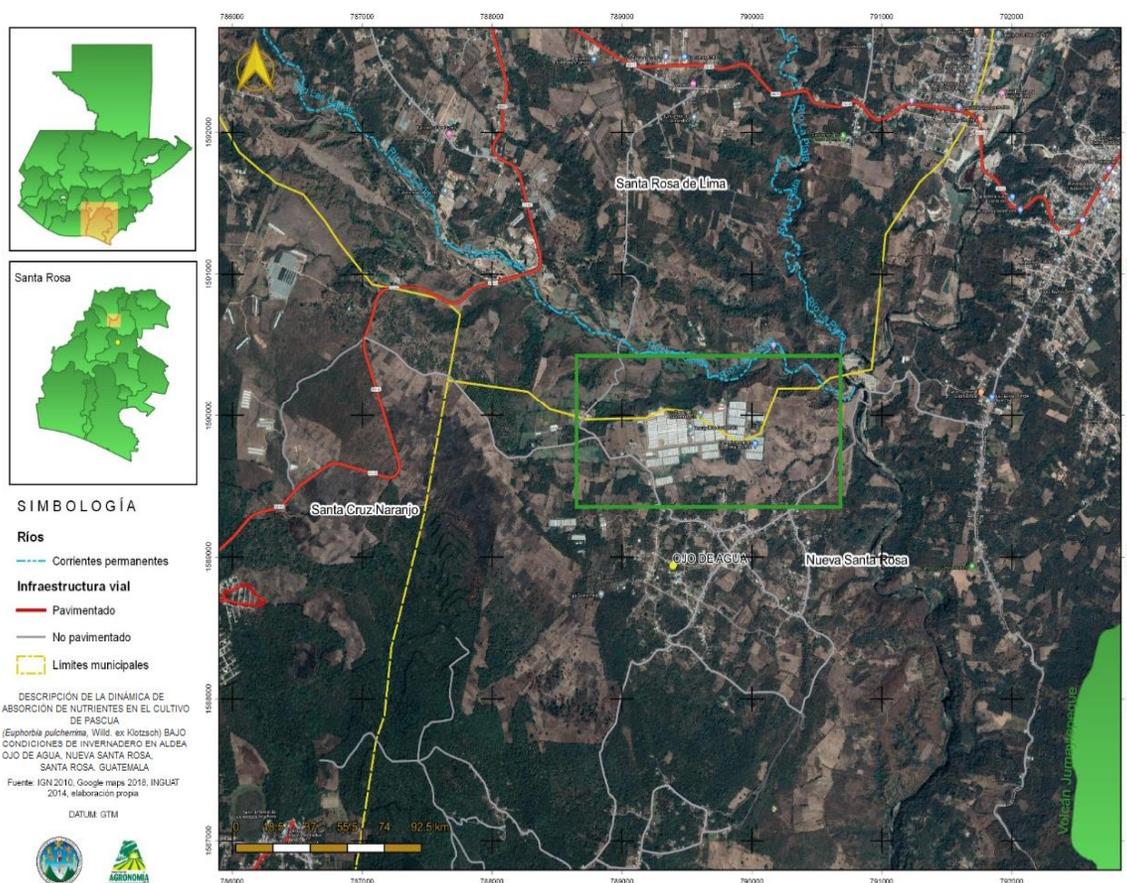


Figura 1. Ubicación de la empresa Beauty Line Guatemala

1.2.2 Fuente de agua

La empresa Beauty Line Guatemala se abastece de un pozo perforado y su almacenamiento en un reservorio de agua que tiene capacidad de 4,500 m³ de agua. La distribución de agua potable es tubería de 6" desde el pozo hacia el tanque de captación, luego es trasladada hacia el tanque C, luego de ser llenado pasa al tanque B, luego del tanque B pasa al tanque A, y por medio de las bombas de irrigación abastece a los invernaderos y resto del proyecto.

1.2.3 Condiciones climáticas dentro del invernadero

Los datos de temperatura registrados por medio de un registrador de datos de temperatura (watchDog) de la empresa Beauty Line Guatemala dentro del invernadero oscilan entre una mínima de 22 °C y una máxima de 31 °C, con una media de 27 °C (figura 2). En el caso de la humedad relativa del mes de febrero a octubre oscilan entre una mínima de 40% y una máxima de 100%, con una media de 66% (Padilla 2015) (figura 3).

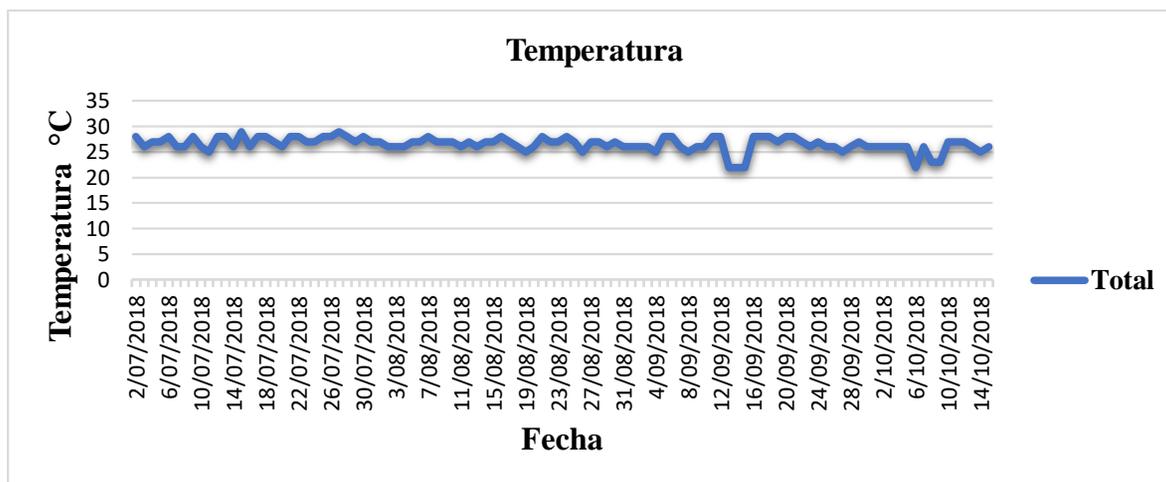


Figura 2. Temperatura interna de los invernaderos correspondiente del mes de julio-octubre, 2018

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2018

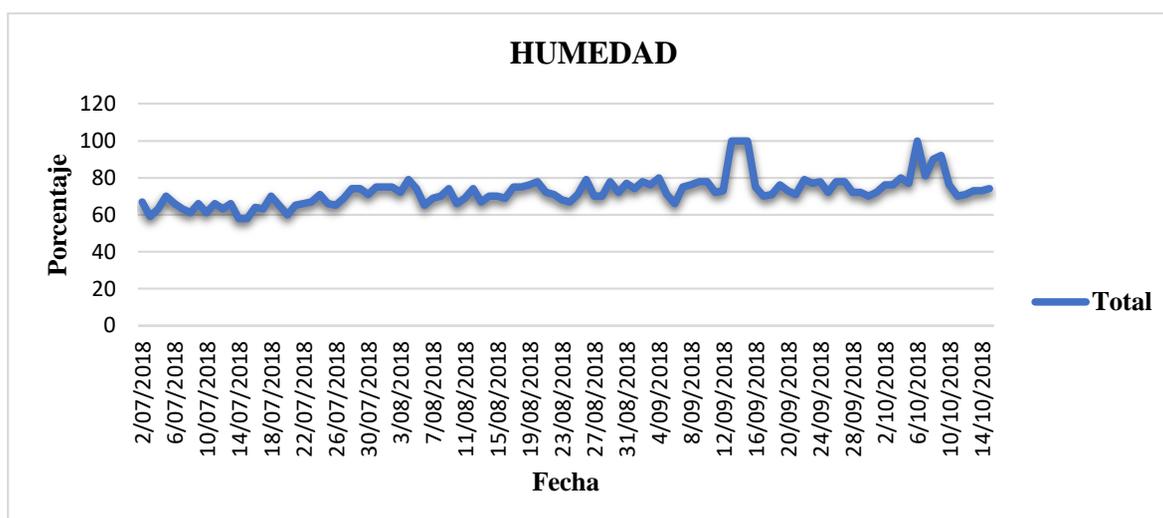


Figura 3. Humedad relativa dentro de los invernaderos correspondientes del mes de julio-octubre, 2018.

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2018

1.2.4 Zona de vida

La empresa está localizada en la zona de vida bosque húmedo subtropical (templado). Esta zona de vida se caracteriza principalmente por su biotemperatura media anual entre 20° y 26° C; El periodo en que las lluvias son más frecuentes corresponde de mayo a noviembre; la precipitación media anual oscila entre 1,100 mm como promedio total anual. La relación de evapotranspiración potencial es de alrededor de 1.0 (Cruz 2012).

1.2.5 Topografía:

La mayoría de su territorio es irregular ya que posee considerables alturas y pendientes. La aldea se sitúa en las faldas del volcán Jumaytepeque. La población se encuentra asentada en las planicies (Padilla 2015).

1.2.6 Hidrografía:

Guatemala está formada por 3 grandes vertientes, las cuales son Vertiente del Pacífico, Vertiente del Golfo de México y Vertiente del Atlántico. El departamento de Santa Rosa se encuentra dentro de la Vertiente del Pacífico que es la que tiene mayor cantidad de ríos (tabla 1), para ser exactos

18 de los 38 existentes dentro del territorio nacional, los ríos que se encuentran ubicados dentro de la vertiente del Pacífico tienen como características ser ríos cortos y de curso rápido. El departamento de Santa Rosa es cruzado por cinco ríos, siendo los principales el Río Los Esclavos, Río María Linda, Río Paz, Río Hondo, Río Ostua-Güija.

Tabla 1
Cuencas de Santa Rosa

Vertiente	Cuenca		Area			Disponibilidad total 2006* (Millones de metros cubicos)		Caudal en mts cubicos/seg.
			km2	% Cuenca	% Nacional			
Pacífico	1.15	Río Los Esclavos	2,271	9%	2.10%	2,103	9%	66.69
	1.13	Río María Linda	2,572	11%	2.40%	2,205	9%	69.92
	1.16	Río Paz	1,732	7%	1.60%	954	4%	30.57
	1.14	Río Paso Hondo	721	3%	0.70%	453	2%	14.68
	1.17	Río Ostua-Güija	2,243	9%	2.10%	1,018	4%	32.28

Fuente: Beauty Line Guatemala S.A. 2015

1.2.7 Fuente de agua:

La empresa Beauty Line Guatemala se abastece de un pozo perforado y su almacenamiento es en un reservorio que tiene capacidad de 4,500 m³ de agua. La distribución de agua es por medio de una tubería de 6" desde el pozo hacia el reservorio, desde el reservorio se traslada hacia el tanque C, luego de ser llenado pasa al tanque B, luego del tanque B pasa al tanque A, y por medio de las bombas de irrigación abastece a los invernaderos y resto del proyecto (Padilla 2015).

1.2.8 Sustrato para propagación de esquejes:

Se utilizan dos clases de sustrato para los procesos de propagación de esquejes de las plantas de pascua (*E. pulcherrima Willd. ex Klotzsch*), en la empresa Beauty Line Guatemala. El primer sustrato es una mezcla de turba demusgo, arena y poliestireno expandido (duroport) a una relación 2:1:1 y el segundo sustrato es en bandejas de poliuretano (oasis) (Padilla 2015).

1.2.9 Departamento de nutrición vegetal

El departamento de nutrición vegetal está encargado del fertirriego de las plantas y la fertilización, esto ocurre a través de un sistema de fertirriego siendo por goteo por lo que todo se realiza a través de los espaguetis situados en cada una de las macetas. Existen cuatro programas de fertilización utilizados dentro de la empresa, pero el utilizado para el cultivo de pascua (*E. pulcherrima Willd. ex Klotzsch*), es el programa de pascua. Este programa se utiliza para dicho cultivo por considerarse el que mejor se acopla a las necesidades nutricionales de la planta, sin embargo, no se realizan pruebas antes de que se aplique al cultivo. Todos los fertirriegos de la empresa son controlados por un sistema de software denominado (Gavish) por el cual se definen las frecuencias de los fertirriegos, la duración, la hora a la que se realizará y las ubicaciones a las que se les aplicará fertirriego en cada invernadero y que además se encarga de forma automática de abrir y cerrar las cortinas del invernadero, así como la sombra.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general:

- Realizar el diagnóstico sobre la situación del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) dentro de la empresa Beauty Line Guatemala, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Identificar la problemática actual de la empresa respecto al manejo nutricional del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch).
- Presentar una propuesta de solución a la problemática nutricional del programa de fertirriego en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch).

1.4 METODOLOGIA

La metodología utilizada para la realización del presente diagnóstico consistió básicamente en:

1.4.1 Método Inductivo

Se realizó un reconocimiento del área de estudio, esto se hizo por medio de la inducción recibida por parte de la empresa Beauty Line Guatemala en los primeros 15 días de actividades en las instalaciones. En esta inducción se recorrieron todas las áreas de las que consta la empresa las cuales son: Producción, Control de Calidad, Manejo integrado de Plagas y Riego. Esta actividad fue útil para recabar información de las distintas áreas y así conocer las diferentes plantas ornamentales que se producen.

1.4.2 Método de la Observación:

Durante la etapa de diagnóstico se utilizó la técnica de observación, anotando todos los aspectos que se observaron, con respecto a fertilización del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch). La observación fue aplicada, utilizando como instrumento una bitácora o cuaderno de anotaciones para llevar el orden de datos importantes.

1.4.3 Técnicas utilizadas para el diagnóstico

1.4.3.1 Entrevistas

La entrevista se realizó mediante una conversación formal al personal de campo y técnicos de la empresa; mediante la cual se descubrieron una serie de problemas en cuanto a las deficiencias nutricionales del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch).

También se realizó una búsqueda de literatura, historial y registros de la empresa Beauty Line Guatemala para realizar un análisis FODA y tener un panorama más amplio de la problemática.

1.4.3.2 Encuestas

Fue necesaria recopilar información no sólo a personal directo, sino también a personal indirecto, utilizando para ello las encuestas.

Encuesta

Herramienta de diagnóstico del Departamento de Fertirriego

1. **¿Conoce cuáles son los cultivos más importantes que la empresa produce para exportación?** Sí No (si su respuesta fue sí, mencione tres).
 a) _____ b) _____ c) _____
2. **¿Por qué cree que esos son los cultivos más importantes?**
 a) tienen más demanda en ventas. b) son cultivos con alto rendimiento.
 C) no requiere mucho mantenimiento.
3. **¿Cree que los cultivos han tenido bajos rendimientos en cuanto a la producción de esquejes de calidad de exportación en las últimas temporadas?** Sí No
 Cual _____
4. **¿A observado algún síntoma en el cultivo de bajo rendimiento?**
 Sí No
5. **Mencione al menos tres síntomas visuales que se presenten durante el desarrollo del cultivo.**
 a) _____ b) _____ c) _____
 a) _____ b) _____ c) _____
6. **¿Qué órganos de la planta cree que sean los más afectados**
 a) _____ b) _____ c) _____

Figura 4. Boleta de encuesta

1.4.4 Ordenamiento y análisis de la Información.

Una vez recabada toda la información necesaria, se procedió a su ordenamiento en base a: Información general de la finca sobre el manejo nutricional del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) y sus actividades productivas. Luego de tener ordenada la información se procedió a su análisis, llegando para ello a su discusión con el ingeniero encargado de la finca,

luego se plantearon algunas recomendaciones, y por ultimo concluir de acuerdo a los objetivos planteados al inicio del diagnóstico.

1.4.5 Fase de gabinete final.

La última fase consistió en la elaboración del presente documento, en el cual se refleja la situación actual de la nutrición vegetal del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) en la empresa Beauty Line Guatemala, determinando y priorizando los problemas existentes y las opciones de solución de los mismos.

1.4.6 Recursos

En la tabla 2 se muestran las herramientas utilizadas para la elaboración del diagnóstico dentro de la empresa Beauty Line Guatemala.

Tabla 2
Recursos

Libreta de campo
Computadora
Fuentes primarias y secundarias
Documentos informativos de la empresa Beauty Line
Material de oficina
Formatos para diagnostico FODA
RESULTADOS

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Manejo nutricional

En la empresa Beauty Line Guatemala se producen diferentes variedades de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) a las cuales se les aplica el mismo programa de fertirriego. El manejo del cultivo es el mismo para todas las variedades en cuanto a la cantidad de agua suministrada en la fase de propagación por micro aspersion, así como el tiempo que se espera para aplicar el primer fertirriego después de plantado el esqueje en la maceta definitiva. El programa de fertirriego utilizado es llamado (programa de pascua) que es el que mejor se acopla a las necesidades nutrimentales de la planta, aunque no se tiene una referencia bibliográfica o antecedentes que respalden el programa (tabla 3).

Tabla 3
Composición de fertilizantes por tanque utilizados para el programa alto

No. de tanque	Fertilizante	Composición del fertilizante			
Tanque-1	Sulfato de amonio	21.0%	N	24.0%	S
	Sulfato de potasio	42.0%	K	18.0%	S
Tanque-2	Nitrato de potasio	13.0%	N	38.2%	K
	Nitrato de calcio	17.0%	N	33.0%	Ca
	Nitrato de magnesio	11.0%	N	9.3%	Mg
Tanque-3	Sulfato de cobre	26.0%	Cu	13.0%	S
	Fe EDDHA 13%	13.0%	Fe		
	Molibdato de sodio	39.7%	Mo	18.9%	Na
	Solubor	20.5%	B	10.8%	Na
	Sulfato de manganeso	31.0%	Mn	18.0%	S
	Sulfato de zinc	23.0%	Zn	11.0%	S
Tanque-4	Fosfato de monopotasio	52.0%	P	34.0%	K
Tanque-5	Acido Sulfúrico	98%			
Tanque-6	Sulfato de Magnesio	31.0%	Mn	18.0%	S
	Sulfato de Magnesio	15.5%	Mg	12.35%	S

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2018.

Según el criterio empleado por Beauty Line Guatemala, el programa de fertirriego (programa de pascua) contiene las cantidades de fertilizantes necesarias para nutrir a las plantas de acuerdo a sus requerimientos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4
Programa de fertirriego (Programa de pascua)

Programa de Pascua	
Elemento	ppm (mg/L)
N	270.94
P	75.11
K	270.24
Ca	223.07
Mg	73.90
S	92.67
Fe	1.67
Mn	1.25
Zn	0.39
B	0.54
Cu	0.24
Mo	0.12
Na	38.89

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2018.

La fertilización del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) tiene una frecuencia de fertirriego que varía en base a las fases fenológicas. En la tabla 5 se muestra la distribución de las frecuencias.

Tabla 5
Distribución de las frecuencias de fertirriego para el cultivo de pascua (E. pulcherrima, Willd. ex Klotzsch) en sus sub fases de desarrollo

Fase de desarrollo	Frecuencia de fertirriego
Propagación	0 días
Establecimiento	3 días
Formación	2 días
Producción	1 día

1.5.2 Fase de crecimiento

1.5.2.1 Sub fase de Propagación

Para la formación de una nueva planta se necesita recolectar material vegetal de plantas adultas que permita iniciar con la propagación. El método utilizado en la empresa para la propagación es por medio de esquejes. Los esquejes de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) seleccionados para este proceso son extraídos de plantas madre ubicadas en un invernadero exclusivo, que alberga a todas las variedades de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) y el resto de plantas ornamentales que se manejan dentro de la empresa. Al seleccionar y extraer los esquejes destinados para propagación, estos son trasladados al área de propagador del invernadero donde serán establecidos. Ya en el área de propagador, los esquejes son colocados en bandejas plásticas con sustrato a base de turba de musgo, arena y poliestirano expandido (duroport) a una relación de 2:1:1, o en bandejas de poliuretano (oasis) donde únicamente se les aplica agua por medio de micro aspersores durante tres semanas. Transcurridas las tres semanas en esta área, los esquejes se convierten en pilones donde ya han formado sus primeras raíces y están preparados para ser trasplantados a sus macetas definitivas (figura 5).



Figura 5. Fotografía de la distribución de los micro aspersores.

1.5.2.2 Sub fase de establecimiento

En esta sub fase se trasplantan los pilones de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) a las macetas definitivas en las que estarán hasta ser plantas adultas y terminen su ciclo productivo. El sustrato utilizado en estas macetas cambia siendo ahora únicamente arena volcánica. La densidad de establecimiento para la pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) es de dos plantas por maceta, sin embargo, durante el trasplante se colocan más de dos plantas por bolsa ya que el porcentaje de pegue de los pilones no es del 100 % y al momento que se considera que los pilones ya están establecidos en el nuevo sustrato se prosigue a realizar un raleo en la densidad de plantas para dejar finalmente dos plantas por maceta. En las primeras dos semanas se les aplica únicamente agua con una foga (figura 6), que es un rociador manual de baja presión, el cual abarca el ancho de la cama y se utiliza para no lastimar a las plantas recién trasplantadas, esto lo realiza la persona encargada de riego dentro del invernadero. En la tercera semana son colocados los goteros (espaguetis) en las bolsas y a partir de este momento el fertirriego es aplicado utilizando el programa de pascua con una frecuencia de tres días, correspondiente a esta sub fase. A partir de que el fertirriego empieza a ser aplicado ya no existe otro medio de irrigación hacia las plantas.



Figura 6. Fotografía de la aplicación de agua en macetas con pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) por medio de una foga.

1.5.2.3 Sub fase de formación

Las plantas en la sub fase de formación están en constante crecimiento por lo que necesitan ser nutridas para la formación de los primeros esquejes de calidad. La buena calidad de los esquejes depende del manejo nutricional que se le da al cultivo, esto implica acortar la frecuencia de fertirriego y con esto aumentar la cantidad de fertilizante aplicada por lapso de tiempo. Conforme las plantas crecen estas demandan más alimento por lo que la frecuencia de fertirriego en esta sub fase cambia a dos días. El control de las frecuencias, número de turnos de fertirriego por día y cantidad de solución nutritiva aplicada es regulado de forma automática por medio de un programa de computadora el cual además de estas acciones también controla las condiciones climáticas dentro de cada uno de los invernaderos para evitar una deshidratación de las plantas (figura 7).



Figura 7. Fotografía de la posición del espagueti de fertirriego en una bolsa de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch)

1.5.2.4 Sub fase de producción

En la sub fase de producción se intensifican los manejos de la planta, siendo parte de estas labores las podas y mantenimientos, cosechas de esquejes, aplicaciones de agroquímicos, entre otras. Todo esto ocurre a partir de los 60 días después de trasplante y repercute en la capacidad de

la planta de regenerarse y mantener sus cualidades debiendo suministrar los nutrientes diariamente para que las plantas se mantengan alimentándose la mayor parte del tiempo posible, esto se logra estableciendo una frecuencia de fertirriego diaria (figura 8).

El estimado de solución nutritiva aplicado por día es de 0.3 L. Debido a los factores antes mencionados a los que se encuentran sometidas las plantas en esta sub fase, la frecuencia de fertirriego trata de recompensar los nutrientes que las plantas pierden ya sea en los tejidos vegetales por causa de las podas, por la cosecha semanal de esquejes o por la evapotranspiración de las plantas.



Figura 8. Fotografía de la realización del mantenimiento (podas) en Pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch)

1.5.3 Análisis FODA

Para el diagnóstico de la empresa se utilizó la herramienta FODA que nos permitió hacer una evaluación de las principales alternativas priorizadas, para tratar de comparar ventajas e inconvenientes, prever posibles problemas de la situación actual de la empresa, permitiendo obtener a partir de este la toma de decisiones acordes con los objetivos.

Tabla 6
Análisis FODA de la empresa Beauty Line Guatemala

Fortalezas (+)	Oportunidades (+)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Experiencia de varios años en la producción de plantas ornamentales. ➤ Condiciones naturales favorables para la producción de plantas ornamentales. ➤ Mayor nivel tecnológico en aspectos productivos. ➤ Disponibilidad de agua para riego durante todo el año. ➤ Disponibilidad de mano de obra para mantenimiento del sistema de riego. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Demandas de ornamentales en mercados internacionales. ➤ Disponibilidad de espacio para aumentar la producción. ➤ Poca competitividad en la región. ➤ Disminución de costos al reutilizar el sustrato. ➤ Varias cosechas de esquejes durante el año. ➤ Regulación de las condiciones ambientales dentro del invernadero.
Debilidades (-)	Amenazas (-)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mal uso de fertilizantes. ➤ Deficiente control en el manejo nutricional de los cultivos. ➤ No se realiza un plan de fertilización basado en un análisis foliar. ➤ Uso de sustrato con alto porcentaje de porosidad que no permite una alta retención de nutrientes. ➤ Falta de método rápido para deducir deficiencias de nutrientes. ➤ Fertilización del cultivo con la misma concentración de solución nutritiva en todas las fases fenológicas. ➤ Carencia de antecedentes que expresen los requerimientos nutricionales del cultivo por fase fenológica. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Competencia en el mercado ➤ Mayor costo de insumos agrícolas. ➤ Aumento de precios de insumos para fertilizaciones. ➤ Competitividad con productos de otras empresas. ➤ Rechazo de esquejes de mala calidad por mala nutrición de la planta. ➤ Alta Demanda de trabajo solo en temporada de producción de esquejes dentro de la empresa.

1.5.4 Priorización de problemas

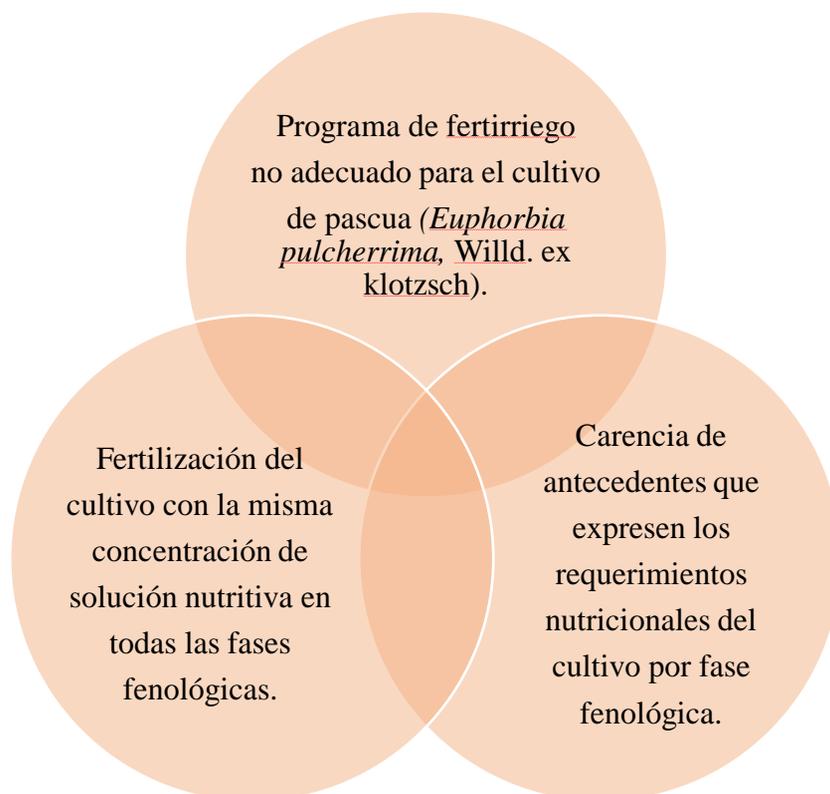


Figura 9. Esquema de la priorización de problemas nutricionales en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch)

Según Chaparro (1995), una vez precisados los problemas se identifican y relacionan sus causas y consecuencias, se ordenan de manera jerárquica y se identifica el problema central.

En base a la información obtenida por medio de la observación y entrevistas, el análisis FODA y haciendo uso del criterio personal fue posible definir la situación problemática en la que se encontró a la empresa Beauty Line Guatemala sobre el uso de su programa de fertirriego específicamente en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) y sus variedades.

La problemática central gira en torno al programa de fertirriego utilizado y su manejo con respecto a la aplicación de fertilizantes hacia la pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch), ya

que, al desconocerse los requerimientos nutricionales del cultivo no se tiene el programa adecuado a las necesidades debido a la falta de antecedentes que validen las practicas que se realizan en la actualidad y esto provoca que de cierta manera sea un manejo nutricional empírico. Las consecuencias de estas problemáticas repercuten en varios aspectos, dentro de los cuales se pueden mencionar: la eficiencia y la calidad del producto exportado. Por lo tanto, con lo antes discutido, se considera de gran importancia la implementación de una investigación que promueva el conocimiento de los requerimientos nutricionales y el comportamiento de la absorción de los elementos en la pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) para así optimizar los insumos y mejorar la calidad de los esquejes exportados, buscando de esta manera la máxima producción con la menor cantidad de recursos.

1.6 CONCLUSIONES

1. En la empresa Beauty Line Guatemala se manejan cinco programas de fertirriego de los cuales el utilizado para el cultivo de pascua es llamado programa de pascua , siendo el que según las concentraciones a las que se encuentran los elementos satisface las necesidades nutricionales del cultivo, sin embargo, este programa solo se basa en recomendaciones y experiencias anteriores pero no cuenta con un respaldo que compruebe la eficiencia de absorción por parte del cultivo de acuerdo a sus requerimientos.
2. La nutrición del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) se realiza sin tener una segmentación de las fases fenológicas ya que durante todo el ciclo productivo se aplica el mismo programa de fertirriego con las mismas concentraciones de fertilizantes, únicamente cambiando la frecuencia de fertirriego en relación al desarrollo de la planta.
3. Debido a que se desconocen los requerimientos nutricionales del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) para la producción de esquejes en la empresa Beauty Line Guatemala y se cuenta con un fertirriego denominado programa pascua no adecuado a las necesidades del cultivo.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Desarrollar una investigación que proporcione información sobre los requerimientos nutricionales de la pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) por las diferentes fases fenológicas.
2. Evaluar por medio del programa de pascua, la absorción de nutrientes por fase fenológica que efectúa la pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) mediante análisis de planta completa.
3. Desarrollar un programa de fertirriego especialmente para la pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) y sus requerimientos que no provoque deficiencia ni toxicidad de cualquier elemento.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Chaparro Anaya, O. (1995). Análisis y priorización de problemas. Roma, Italia, FAO.
Consultado 5 mar. 2019.
<http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=CO20000006968>
2. Cruz, R. (2012). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento.
Guatemala, INAFOR.
3. Escalante Herrera, M. A. (2007). Nueva Santa Rosa. Guatemala, PBase. Consultado 12 octubre 2018. https://www.pbase.com/m_escalante_herrera/nueva_santa_rosa
4. GoogleMaps. (2019). Beauty Line Guatemala GH, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala.
Consultado 16 octubre 2018. <https://www.google.com.gt/maps/@14.3670988,-90.3182784,1468m/data=!3m1!1e3?hl=es-419>
5. Padilla, C. (2015). Producción, importación, exportación de plantas, esquejes, flores o semillas ornamentales. (pp. 50-70). In *Diagnóstico ambiental; Fase de construcción y operación*. Guatemala: Beauty Line Guatemala.
6. _____. (2018). *Plan nutricional 2018 partes por millón por elemento*. Guatemala: Beauty Line Guatemala.





2. CAPÍTULO II. INFORME DE SERVICIOS

2.1 SERVICIO I. EVALUACIÓN DEL ESCENARIO REAL DEL CULTIVO DE NUEVA GUINEA IMPATIENS (*Impatiens hawkeri* W.) VARIEDAD H. Snow EN DIFERENTES NIVELES DE FORMACIÓN.

2.1.1 PRESENTACIÓN

La producción de plantas mediante el uso de esquejes es uno de los métodos de propagación asexual que se ha generalizado por su eficiencia debido a que únicamente es necesario la utilización de una pequeña parte de la planta madre para la generación de un nuevo individuo, lográndose así la obtención de una gran cantidad de nuevos individuos mediante una sola planta (Hartmann y Kester 1988)

Dentro de las actividades que se llevaron a cabo en la empresa Beauty Line Guatemala fue la evaluación del escenario real del cultivo de Nueva Guinea Impatiens (*Impatiens hawkeri* W.) variedad *H. Snow*, ya que, es uno de los cinco cultivos que presenta mayor demanda en cuanto a producción y exportación de esquejes. Durante la evaluación del escenario del cultivo se tomaron tres tratamientos los cuales fueron corte del meristemo apical a un nivel, corte de meristemo apical a dos niveles y corte de meristemo apical a 3 niveles, se enmarcaron los tratamientos y macetas así mismo a las plantas que se les tomo los datos durante la investigación. Se procedió a realizar los manejos agronómicos siguiendo el protocolo que la empresa tiene establecido para dicho cultivo, tomando en cuenta los diferentes niveles donde se realizaron las podas, finalmente se llevó a cabo la toma de datos de la investigación en los diferentes tratamientos iniciando a los 21 días después de la siembra directa, ejecutándose semanalmente durante 18 semanas tiempo que la planta alcanza su máximo potencial.

2.1.2 OBJETIVOS

2.1.2.1 Objetivo General

Evaluar el escenario real del cultivo de Nueva Guinea Impatiens (*Impatiens hawkeri* W.) variedad *H. Snow* en diferentes niveles de podas de formación.

2.1.2.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el escenario real de cultivo de Nueva Guinea Impatiens (*Impatiens hawkeri* W.) variedad *H. Snow* en tres niveles de podas de formación.
2. Evaluar el rendimiento y calidad de esquejes de exportación en tres niveles de formación.

2.1.3 METODOLOGÍA

Para la realización del presente servicio se contó con la participación de encargados de invernaderos y se realizó de la siguiente manera:

I Etapa: la primera etapa se realizó un caminamiento con el encargado del invernadero por todos los cultivos, logrando tener un dato general del cultivo y la variedad de mayor demanda con bajo potencial en la producción de esquejes de exportación.

II Etapa: se procedió a preparar el área donde se llevó acabo dicho servicio de la siguiente manera; desinfección de camas mediante la aplicación de hipoclorito (3g/lit) a presión sobre las mallas de las camas, llenado de bolsa mediante la utilización de arena volcánica previamente desinfectado, posteriormente a la preparación del área se realizó la siembra directa del cultivo de Nueva Guinea *Impatiens (Impatiens hawkeri W.)* variedad H. Snow.

III Etapa posteriormente a la siembra se procedió a marcar con estacas y cinta fluorescentes para diferenciar los tratamientos así mismo a las plantas que se les tomo los datos durante la investigación.

IV Etapa: se procedió a realizar los manejos agronómicos siguiendo el protocolo que la empresa tiene establecido para dicho cultivo, tomando en cuenta los diferentes niveles donde se realizaron las podas de formación las cuales consistieron de tres.

V Etapa: en esta etapa se llevó a cabo la toma de datos de la investigación en los diferentes tratamientos iniciando a los 21 días después de la siembra directa, realizándose semanalmente.

2.1.4 RESULTADOS

Se registró la producción de cada uno de los tratamientos mediante un escenario por semana, tomando en cuenta el número total de esquejes de exportación.

Tabla 7

Número total de esquejes de exportación cosechados semanalmente en diferentes niveles de formación en el cultivo Nueva Guinea Impatiens (Impatiens hawkeri W.) variedad H. Snow.

SEMANA	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
POTENCIAL REAL NIVEL 1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4	5	5	6	7	7
POTENCIAL REAL NIVEL 2	0	0	0	2	2	3	2	4	4	5	6	7	8	8	9	9
POTENCIAL REAL NIVEL 3 (Empresa)	0	0	0	0	0	2	2	3	3	4	4	4	5	6	7	7

En la tabla 7, se muestran los datos analizados que fueron tomados durante 18 semanas, debido a que la planta alcanza su máximo potencial de producción de esquejes de exportación, por lo tanto, en base a la toma de datos se realizó una gráfica para poder comparar el rendimiento de la producción de los diferentes niveles de formación (figura 10).

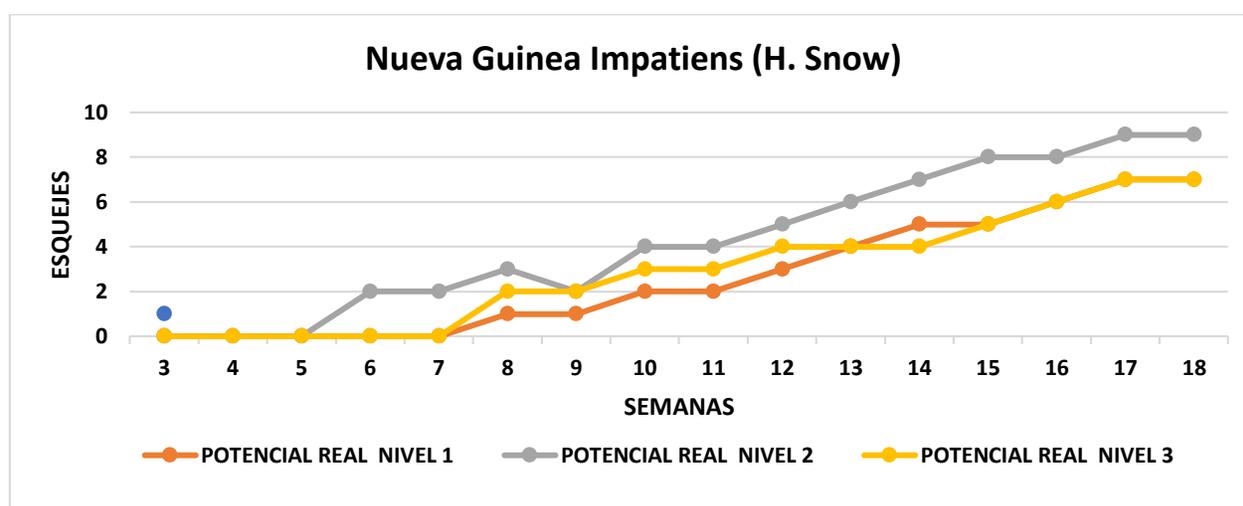


Figura 10. Total, de esquejes de exportación del cultivo de Nueva Guinea Impatiens (*Impatiens hawkeri W.*) variedad H. Snow.

2.1.5 EVALUACIÓN

Con la elaboración de la base de datos y la gráfica se pudo determinar que el mejor de los tratamientos de podas de formación correspondió al nivel 2 alcanzando una máxima producción de 9 esquejes de exportación por planta, mientras que el actual de la empresa que fue el nivel 3 llegó a un máximo de 7 esquejes de exportación por planta.

2.1.6 ANEXOS



Figura 11. Cultivo de Nueva Guinea Impatiens (*Impatiens hawkeri* W.) variedad H. Snow.



Figura 12. Esquejes de exportación del cultivo de Nueva Guinea Impatiens (*Impatiens hawkeri* W.) variedad H. Snow.



Figura 13. Tratamiento 1: Poda de formación a un nivel



Figura 14. Tratamiento 2: Poda de formación a dos niveles



Figura 15. Tratamiento 3: Poda de formación a tres niveles (realizado por la empresa)

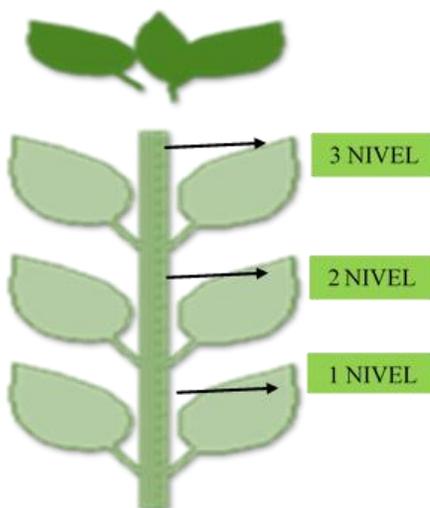


Figura 16. Señalización de tratamientos por niveles

**2.2 SERVICIO II. EVALUACIÓN DE INTOXICACIÓN Y DEFICIENCIA DEL
ELEMENTO BORO EN EL CULTIVO DE LOBULARIA MARITIMA (*Alyssum
maritimum*)**

2.2.1 PRESENTACIÓN

El Boro es un micronutriente esencial para las plantas, no pudiendo ser sustituido por otro elemento traza. Sin embargo, grandes cantidades de boro pueden ser tóxicas para las plantas, de hecho, el Boro es parte de la composición de varios tipos de herbicidas y fungicidas.

La presente prueba consistió en evaluar el cultivo de Lobularia Maritima (*Alyssum maritimum*) debido a que presentaba síntomas visuales, es por ello que se tomaron dos tratamientos intoxicación y deficiencia. Por esta razón se tomaron 2 tratamientos comparándolos con el programa actual de fertilización que utiliza la empresa Beauty Line Gautemala.

2.2.2 OBJETIVOS

2.2.2.1 Objetivo General

Determinar las causas de la intoxicación y deficiencia del elemento boro en el cultivo de lobularia maritima (*Alyssum maritimum*).

2.2.2.2 Objetivos Específicos

1. Proporcionar información sobre la intoxicación del elemento B en el cultivo de lobularia maritima (*Alyssum maritimum*).
2. Proporcionar información sobre las causas de deficiencia de B en el cultivo de lobularia maritima (*Alyssum maritimum*).

2.2.3 METODOLOGÍA

2.2.3.1 Primera Fase

Se inició visualizando los síntomas que presentaba el cultivo de lobularia marítima (*Alyssum maritimum*) dentro de los invernaderos para luego llevar a cabo la prueba.



Figura 17. Fotografía del cultivo de lobularia marítima (*Alyssum maritimum*)

2.2.3.2 Tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos para determinar si el elemento boro causa deficiencia o alguna intoxicación en el cultivo, el tercer tratamiento que es el programa alto de fertirriego (testigo) este tratamiento ya estaba establecido por parte de la empresa (figura 18).



Figura 18. Tratamientos para el cultivo de lobularia marítima (*Alyssum maritimum*)

En la tabla 8 se muestra el programa alto de fertirriego y las cantidades que se aplican en ppm/L al cultivo de lobularia maritima (*Alyssum maritimum*). Para el primer tratamiento que es el testigo se aplica el programa alto, para el segundo tratamiento que es intoxicación de B se aplica 300% más de lo que se aplica en el programa alto y para el tercer tratamiento se elimina por completo la aplicación de B del programa alto.

Tabla 8
Contenido por elemento del programa de fertirriego

Elemento	Aplicado ppm/L
N	259.68
P	119.68
K	299.69
Ca	221.53
Mg	55.34
S	78.27
Fe	1.67
Mn	0.77
Zn	0.39
B	0.54
Cu	0.24
Mo	0.12
Na	38.89

2.2.3.3 Segunda Fase

2.2.3.4 Aplicación de la solución de fertilizante

Se realizaron las aplicaciones a cada uno del tratamiento aplicando 100 ml de la solución que fue preparada para la prueba por medio del personal de riego. El modo de aplicación fue con una probeta de 100 ml ya que solo se utilizaba una cierta cantidad de producto por tratamiento para el cultivo y era necesario estar movilizándose de una cama a otra.

Los tratamientos se aplicaron 4 semanas después de realizada la siembra directa de esquejes de *lobularia maritima* (*Alyssum maritimum*).



Figura 19. Identificación de los tratamientos

2.2.3.5 Monitoreo de resultados

Se monitorearon las pruebas semanalmente ya que a las cinco semanas después de hacer la siembra se procedió a aplicarle diariamente la solución de los diferentes tratamientos hasta llegar a la semana 18 que es donde finaliza el tiempo de la planta dentro de los invernaderos.

2.2.4 RESULTADOS

2.2.4.1 Intoxicación de Boro (Bo)

Presenta quemaduras que aparecen como parches cloróticos o necróticos en el margen y en la punta de las hojas maduras de la planta, produce un retraso en el desarrollo y reducción del crecimiento de la misma y la caída prematura de hojas.

Las plantas sometidas a niveles altos de boro muestran una reducción del crecimiento radicular.

2.2.4.2 Deficiencia de Boro:

Se expresa en los puntos de crecimiento de las raíces y follaje, y también en estructuras de florecimiento. Los tallos son quebradizos y las hojas nuevas pueden engrosarse. Las raíces son, por lo general, cortas y achatadas. El florecimiento y la fructificación son reducidas y lo que se desarrolla es a menudo deforme.

2.2.4.3 Programa alto (testigo)

Al aplicar el programa alto al cultivo se observa que se está fertilizando adecuadamente.

2.2.4.4 Peso fresco de cada tratamiento

En la tabla se muestra que el programa alto que fue el testigo presento 156.66 g de peso fresco, deficiencia de B 121.22 g e intoxicación de B 57.5 g.

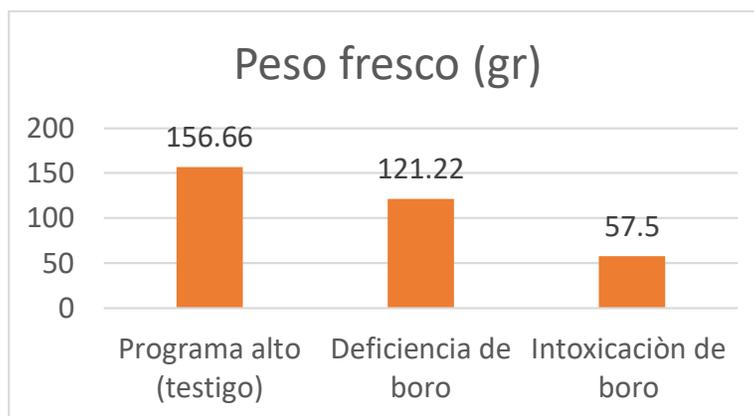


Figura 20. Grafica de peso fresco

2.2.5 ANEXOS

PROGRAMA ALTO

Figura 21. Programa alto de fertirriego

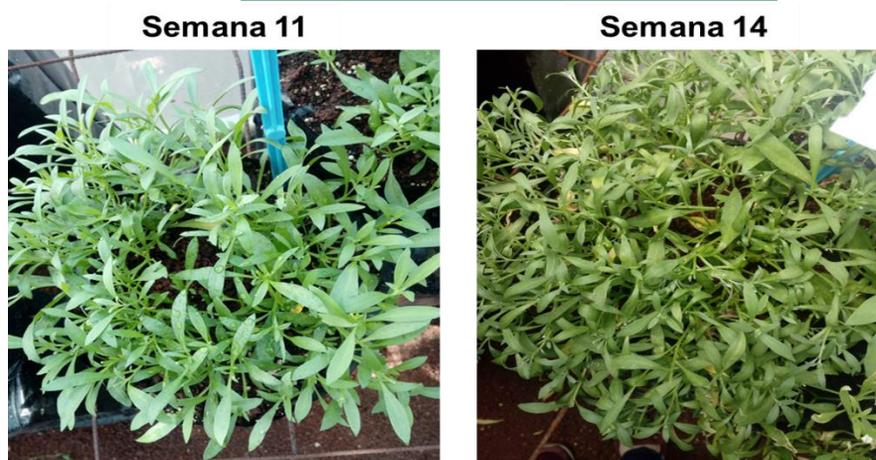
DEFICIENCIA DE BORO

Figura 22. Deficiencia del elemento B

INTOXICACIÓN DE BORO



Figura 23. Intoxicación del elemento B 300%



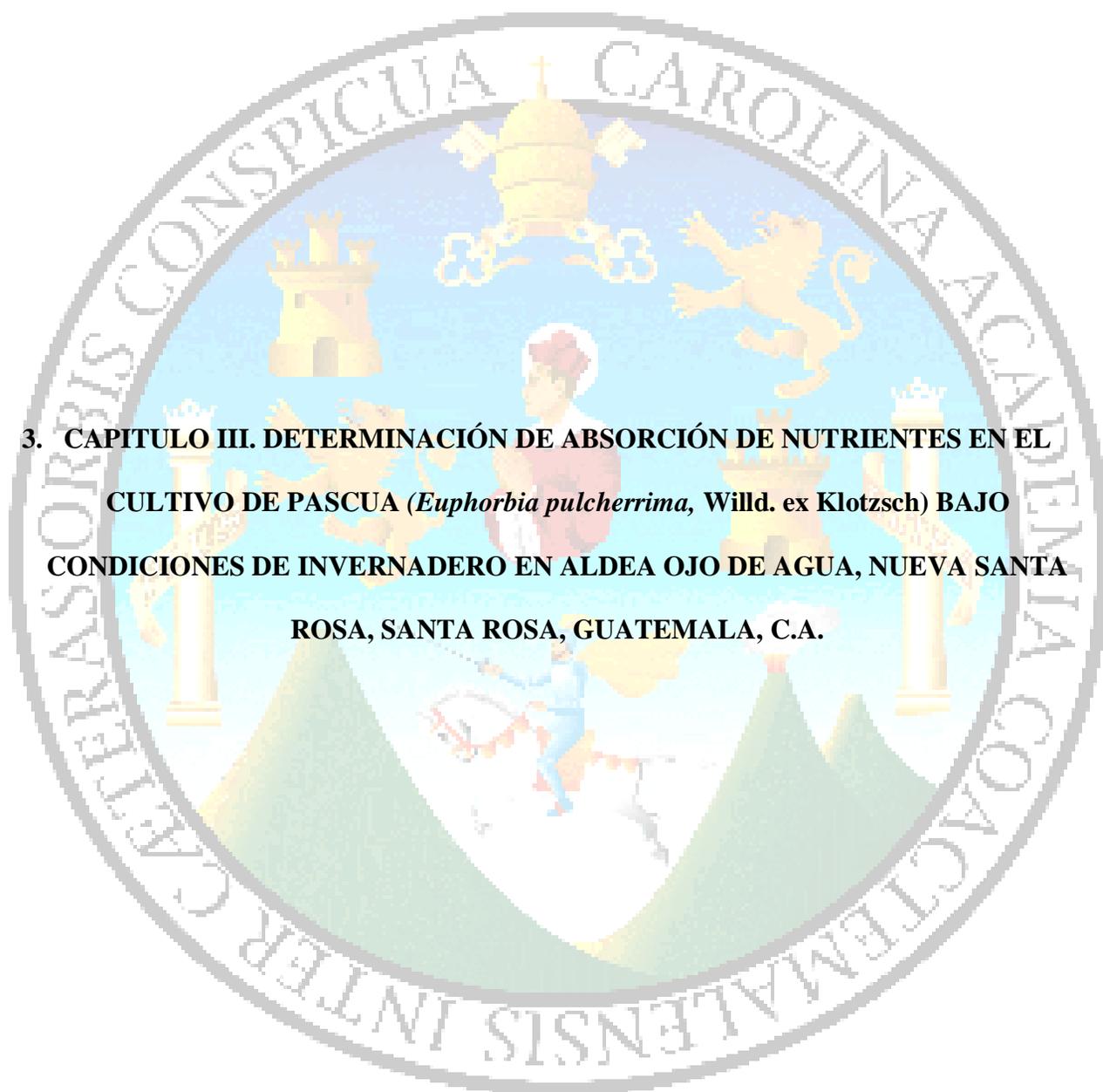
Figura 24. Desarrollo de raíz con el programa alto



Figura 25. Desarrollo de raíz con deficiencia de B



Figura 26. Desarrollo de raíz con intoxicación de B



**3. CAPITULO III. DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL
CULTIVO DE PASCUA (*Euphorbia pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO EN ALDEA OJO DE AGUA, NUEVA SANTA
ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

3.1 PRESENTACIÓN

La pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) miembro de la amplia y diversa familia Euphorbiaceae, originaria del sur México y occidente de Guatemala es una de las plantas de ornato de mayor importancia económica en el mundo. Sus ventas anuales superan los 100 millones de dólares en los Estados Unidos, debido a que es el símbolo floral de la Navidad (Departamento de Agricultura de Estados Unidos, 2011). La producción mundial de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) es de 50 a 100 millones de plantas por año y existe un incremento constante debido a su potencial económico y comercial en varios países de Europa, Asia y Norteamérica, este sector representa una industria valorada en más de \$ 154 millones por año (Joyce, 2015). Guatemala posee muchas ventajas competitivas para la producción de ornamentales, dentro de estas ventajas se encuentra el clima, ya que existen variados microclimas que permiten el cultivo de diferentes especies, las cuales se producen en diferentes épocas del año. Nuestro país cuenta con dos grandes empresas que se dedican a la producción de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) ubicadas en los departamentos de Santa Rosa y Sacatepéquez que exportan esquejes de pascua a mercados internacionales.

La empresa Paul Ecke ubicada en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala realizó curvas de extracción de nutrientes, en las que se determinó que la cantidad de elementos aplicados sobrepasa a los absorbidos por la planta. Para el nitrógeno se absorben 22.9 mg/planta y se aplican 102.26 mg/planta en la etapa de propagación, en la etapa de establecimiento son absorbidos 69.95 mg/planta y son aplicados 978.85 mg/planta, durante la etapa de formación son absorbidos 182.01 mg/planta y son aplicados 967.55 mg/planta y en la etapa de producción la planta extrae 213.43 mg/planta y le son aplicados 1527.71 mg/planta (Corado, 2012).

Beauty Line Guatemala es una empresa ubicada en el municipio de Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, se dedica a la producción de esquejes de plantas ornamentales, siendo la pascua (*E. pulcherrima Willd. ex Klotzsch*) el segundo cultivo de mayor demanda dentro de la empresa es necesario adecuar los requerimientos nutricionales que exige la planta. La gran limitante hasta el presente es la poca información generada sobre los requerimientos nutricionales que exige la pascua (*E. pulcherrima Willd. ex Klotzsch*) variedad Astro Red, para su óptimo desarrollo alcanzando un máximo rendimiento de 30 esquejes por planta. Se sabe que un esqueje con deficiencias nutricionales no soportará las condiciones de post cosecha y en la formación de una nueva planta su desarrollo será deficiente.

La carencia de información sobre los requerimientos nutricionales específicos, justifica la necesidad de realizar estudios de demanda nutricional en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima, Willd. ex Klotzsch.*) que contabilicen los requisitos de cosecha y el consumo de nutrientes que demanda el cultivo para completar su ciclo de producción de esquejes. Las curvas de absorción son parte de estos estudios que permiten conocer la demanda de nutrientes de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo, útiles para establecer programas de fertilización que permitan un ajuste preciso de los nutrientes, con el fin de maximizar la eficiencia de los fertilizantes, minimizar costos de producción, alcanzando un máximo desempeño del cultivar utilizado, respecto a rendimiento de esquejes, calidad y por ende contribuyendo a la eficiencia de la empresa Beauty Line Guatemala.

El objetivo de dicha investigación fue determinar la absorción de nutrientes en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima Willd. ex Klotzsch*), por medio de la elaboración de las curvas de absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Bo, Mo, Na; con las cuales se determinó las cantidades mínimas a las que debe tener acceso el cultivo por etapa fenológica, para producir un rendimiento de 9,000,000 de esquejes/Ha a los 125 días después del trasplante en campo definitivo.

La fase de campo de dicho estudio fue realizada en la empresa Beauty Line Guatemala, bajo condiciones de invernadero dentro del cual la temperatura media fue de 26°C, así mismo la humedad relativa media fue de 60%. Los pilones de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) fueron trasplantados en macetas con sustrato de arena volcánica, la fertilización estuvo en las mismas concentraciones durante las tres fases fenológicas de establecimiento, formación y producción de esquejes. Para los muestreos se analizaron plantas completas (hojas, tallo y raíz) de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.). Con base a la concentración de los elementos nutricionales expresados por la planta y el peso seco se elaboraron curvas de absorción de macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y S en Kg/Ha y micronutrientes Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Na en g/Ha, así como la demanda de extracción nutricional por esquejes en Kg/Ha.

La curva de crecimiento del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) explica la ganancia de biomasa expresada como materia seca -MS- (Kg/Ha) a través de las etapas fenológicas del cultivo. Durante la etapa de establecimiento (15-30 DDT) la planta generó un 13.53% de -MS-, en la etapa de desarrollo vegetativo (45-60 DDT) la planta generó un 35.30% de biomasa y en la etapa de producción de esquejes (95-125 DDT) que fue donde se generó la mayor cantidad de MS el dato fue de 49.44%. Para una densidad de 300,000 plantas/Ha por medio de las curvas de absorción de nutrientes se determinó que el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) absorbió para los macronutrientes en Kg/Ha hasta los 125 DDT: 101.74 de N; 20.35 de P; 123.91 de K; 36.14 de Ca; 16.40 Mg; 7.59 de S; y para micronutrientes en g/Ha fueron: 1920.13 de Fe; 1258.04 de Mn; 143.53 de B; 47.17 de Cu; 106.88 de Zn; 4.16 de Mo; y 8564.04 de Na para alcanzar un rendimiento de 30 esquejes por unidad experimental.

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Historia del cultivo de pascua

La pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) es una planta nativa de Mesoamérica que se encuentran silvestre desde Sinaloa, México hasta el oeste de Guatemala (Steinmann, 2002). Su nombre original Cuetlaxóchitl deriva de la lengua náhuatl de México, donde era llamada “flor que se marchita”. La pascua se inició a utilizar como planta ornamental durante el siglo XVII, por florecer en diciembre, a lo que los españoles la bautizaron como flor de nochebuena, y es el símbolo de Navidad y utilizada para esas fechas (Ecke-Ranch et al., 2004)

3.2.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) se describe de la siguiente manera (Brumit, 1992)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malpighiales
Familia	Euphorbiaceae
Género	Euphorbia L.
Especie	<i>E. pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch
Identificador	Willd. ex Klotzsch (abreviación de Willdenow, Carl Ludwing Von y del ex-autor Klotzsch, Johann Friedrich).

3.2.3 Descripción botánica

Según Cardeña (2017), la planta de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.), es de tipo arbustiva, mide de uno a cuatro metros de altura, con pocas ramas corpulentas, sus hojas son de filotaxia alterna o las de la parte alta opuestas o verticiladas en pecíolos largos y delgados membranosos, usualmente largas, ovaladas, pero frecuentemente enteras en su mayoría entre 12 y 20 centímetros de longitud.

El tallo es leñoso, con pocas ramas fuertes, las ramas se caracterizan por su forma cilíndrica y no presenta tricomas (Canul-ku et al., 2012).

La raíz es una de las partes vigorosas de la planta por lo que presenta ramificaciones primarias y secundarias con presencia abundante de tricomas (pelos absorbentes), la flor es realmente una inflorescencia llamada ciatio que caracteriza al género *Euphorbia*, está constituido por flores femeninas centrales, pediceladas, desnudas, reducidas al gineceo, con ovario tricarpelar, de anteras sobresalientes que cuando llegan a maduración se cubren de polen color amarillo (Standley, 1946)

Las brácteas son concrecentes, formando una especie de copa o corona, que presenta uno a cuatro nectarios en la unión entre las mismas (Cortes, 2007).

3.2.4 Requerimientos agroecológicos

3.2.4.1 Temperatura

La temperatura influye significativamente tanto en el crecimiento como en el desarrollo de las raíces, brotes, tallo, hojas, brácteas y flores. Se deben considerar tres aspectos con respecto al efecto de la temperatura en la pascua (Ecke-Ranch et al., 2004):

a) La temperatura promedio diaria, que afecta la velocidad de desarrollo de hojas y flores.

b) La diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas, la cual influye en la elongación del tallo.

c) El efecto específico de la temperatura nocturna en el desarrollo de la bráctea; las altas temperaturas retrasan la floración.

3.2.4.2 Iluminación

La intensidad lumínica recomendada para zonas templadas es de 5,500 pies candela y en zonas calientes 4,500, la cual debe de mantenerse hasta octubre, después se debe disminuir a 4,000 y 3,000, respectivamente hasta tres semanas antes de la venta. Las dos últimas semanas es recomendable una intensidad de 2,000 a 2,500 pies candela (Flores, 2010)

El fotoperiodo en la pascua reacciona ante la duración de la radiación solar con dos tipos de crecimiento, el vegetativo (crecimiento de follaje) y el generativo (floración); la floración comienza si hay por lo menos 12.5 h continuas de oscuridad (Hartley, 1992)

3.2.4.3 Humedad relativa (HR)

En la pascua las condiciones de alta HR reduce la evapotranspiración, por lo que el sustrato retendrá más humedad; quizá el punto más crítico en cuanto a la HR implique la presencia de patógenos, ya que la planta es susceptible al ataque de hongos (*Botrytis cinerea*) y bacterias (*Erwinia carotovora*) bajo condiciones de alta HR. La humedad debe ser menor a 75% y si hay clima lluvioso generar una buena circulación de aire (Ecke-Ranch et al., 2004).

3.2.5 Rangos nutricionales para el cultivo de pascua

Para Ecke-Ranch et al. (2004), los niveles nutricionales del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) determinan los elementos de mayor demanda para el vegetal y el nivel

adecuado para satisfacer sus necesidades. Los rangos nutricionales para el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9
Rangos nutricionales para el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.)

Elemento (% y/o ppm)	Nivel bajo	Nivel aceptable	Nivel alto
N %	3.5	4.0-6.0	7.0
P %	0.2	0.3-0.6	0.8
K %	1.0	1.5-3.5	4.0
Ca %	0.5	0.7-1.8	
Mg %	0.2	0.3-1.0	
S %	0.05	0.1-0.3	
Fe ppm	50	100-300	
Mn ppm	40	60-300	650
Zn ppm	20	25-60	
Bo ppm	15	25-75	100
Cu ppm	1.0	2-0	
Mo ppm	0.5	1-5	

Fuente: Ecke-Ranch et al. (2004)

3.2.6 Curvas de crecimiento

El crecimiento de las plantas difiere de acuerdo con el tiempo que necesita para completar su desarrollo, por lo cual se clasifican en anuales y perennes (Torres, 2009).

3.2.6.1 Curvas de crecimiento de plantas anuales

Las plantas anuales presentan dentro de la curva de crecimiento cinco fases importantes, los cuales son:

- a) Inicial el cual son preparatorios para el crecimiento donde ocurren cambios internos.
- b) Rápido incremento en el crecimiento,

- c) Tasa de crecimiento donde hay una disminución gradual,
- d) Punto de madurez, donde el crecimiento termina,
- e) Final de senectud y muerte.

Según Estrada (2010), las plantas incrementan su peso muy despacio inicialmente, pero a medida que la planta produce más hojas y éstas son expuestas a la luz del sol, la velocidad con la que se acumula la materia seca se incrementa rápidamente.

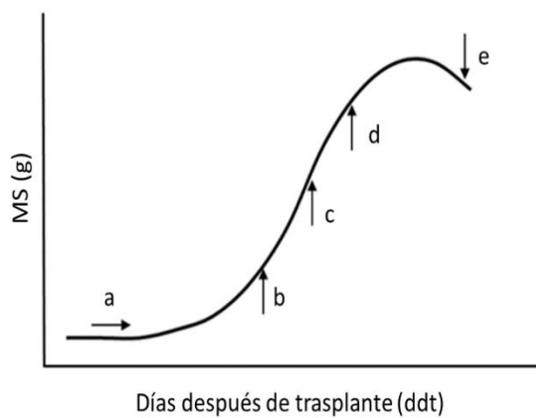


Figura 27. Curva de crecimiento de una planta anual

Fuente: Torres (2009).

3.2.6.2 Curvas de crecimiento de plantas perennes

En cultivos perennes, la curva es similar al inicio para luego establecer ciclos parciales y repetitivos de las tres fases centrales, como se aprecia en la figura 28 (Bertsch, 1995).

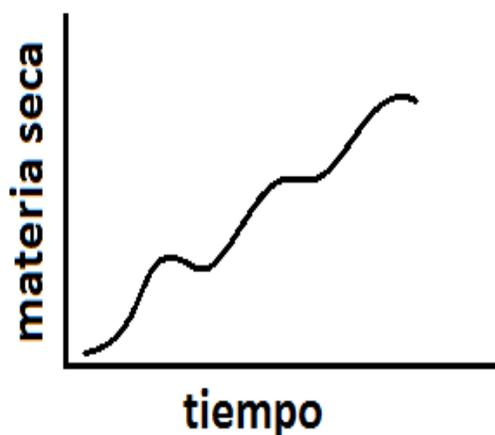


Figura 28. Curva de crecimiento de cultivos perennes

Fuente: Bertsch, (1995)

3.2.7 Concentración de nutrientes

Según Correndo & García (2012), el análisis de plantas, a veces erróneamente referido como análisis foliar, es una técnica que determina el contenido de los nutrientes en tejidos vegetales de plantas de un cultivo muestreado en un momento o etapa de desarrollo determinados. Esta herramienta se basa en los mismos principios que el análisis del suelo, asumiendo que la concentración de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la habilidad del suelo para proporcionarlos y a su vez, con la productividad de las plantas.

El análisis vegetal es una herramienta sumamente eficiente para evaluar la nutrición del cultivo, ya que el contenido de nutrientes en planta es un valor que resulta de la interacción entre el cultivo, el manejo y el ambiente (Rodríguez & Quiroz, 2014).

Las utilidades del análisis vegetal pueden ser diversas tales como:

- a) Verificar síntomas de deficiencias nutricionales.
- b) Identificar deficiencias asintomáticas (“hambre oculta”).

- c) Indicar interacciones entre nutrientes.
- d) Localizar zonas del lote que se comportan en forma diferente.
- e) Evaluar el manejo nutricional de los cultivos.

3.2.8 Curvas de absorción de nutrientes

Las curvas de absorción de nutrientes representan la cantidad en que los nutrientes son absorbidos por el cultivo en el ciclo de vida o en este caso para esta investigación en una fase fenológica en específico además de conocer la distribución de los nutrientes en los tejidos de la planta. En las gráficas obtenidas se relaciona la absorción de nutrientes en función de la edad del cultivo. (Bertsch, 2005).

La extracción de nutrientes depende de diferentes factores:

a) Factores internos:

El potencial genético de la planta. Para determinar la curva de extracción de elementos. Edad de la planta, o estado de desarrollo de esta. La curva necesariamente debe reflejar los cambios nutricionales dependientes de la fenología de la planta (Sancho, 2009).

b) Factores externos:

Aquellos factores externos con los que la planta se relaciona para su desarrollo dependen del ambiente como la temperatura, humedad, brillo solar, etc. (Sancho, 2009).

3.2.9 Curvas de absorción de nutrientes

Según Bertsch (2003), la curva de absorción es el instrumento que brinda la información más precisa acerca de los nutrientes que consume un cultivo a través de todo su ciclo de vida, por el cual sirve para obtener la cantidad óptima requerida de algún nutriente para un cultivo determinado.

La obtención de las curvas de absorción de nutrientes se elabora con la interacción del peso seco de los tejidos de la planta y las concentraciones de nutrientes presentes en dichos tejidos.

3.2.10 Procedimiento para la elaboración de las curvas de absorción

El procedimiento utilizado para la obtención de curvas de absorción de nutrientes según los criterios establecidos por Domínguez (1989), se describe a continuación:

- a. Se selecciona la variedad.
- b. Se determina la curva de crecimiento por cada etapa fenológica las cuales son: etapa de establecimiento, desarrollo vegetativo y producción de esquejes. Obteniendo el peso fresco, peso seco y concentraciones de nutrientes.
- c. Con los datos de peso fresco, peso seco y concentración de nutrientes se elabora la curva de acumulación de materia seca.
- d. Se calcula el peso seco acumulado de biomasa en kilogramos por hectárea (Kg/Ha) para cada etapa fenológica.
- e. Se obtiene la curva de crecimiento en Kg/Ha, colocando las etapas fenológicas en el eje x y los Kg/Ha obtenidos en cada etapa en el eje y.
- f. Se determina la concentración de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Na, Al y Si) presente en el tejido de la planta en cada una de las etapas fenológicas.
- g. Se calcula la cantidad de cada nutriente en el tejido en Kg/Ha, multiplicando la materia seca por la concentración de nutriente en cada etapa.

h. Se elaboran las curvas de absorción de nutrientes expresadas en Kg/Ha para los macronutrientes y g/Ha para los micronutrientes consumidos por la planta.

3.2.11 Extracción de nutrientes

Ciampitti y García (2008), hacen mención que es importante diferenciar la terminología que se presenta entre las palabras, “absorción” y “extracción” de nutrientes en los cultivos. A diferencia de la absorción, que es la cantidad de nutrientes absorbidos por el cultivo durante un ciclo determinado, la extracción es la cantidad total de nutrientes en los órganos cosechados, grano, forraje u otros. La diferencia entre los términos es significativa al momento de las recomendaciones de fertilización, bajo el criterio de reposición. La reposición utilizando la absorción del cultivo implica la aplicación de todos los nutrientes que fueron tomados por el cultivo y que se encuentran presentes en todos sus tejidos y órganos, cosechables y no cosechables.

Sin embargo, la práctica de fertilización por los niveles de extracción de los cultivos, generalmente la más utilizada, sólo busca reponer los nutrientes que son absorbidos y depositados en tejidos y órganos cosechables, y que por lo tanto no son reciclados debido a que no vuelven a ingresar al sistema suelo (Ramírez, 2018).

3.2.12 Concepto de caracterización

“Desde una perspectiva investigativa la caracterización es una fase descriptiva con fines de identificación, entre otros aspectos, de los componentes, acontecimientos (cronología e hitos), actores, procesos y contexto de una experiencia, un hecho o un proceso” (Sánchez-Upegui, 2010).

Como afirma Bonilla (2009) la caracterización es un tipo de descripción cualitativa que puede recurrir a datos o a lo cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo. Para cualificar ese algo previamente se deben identificar y organizar los datos; y a partir de ellos,

describir (caracterizar) de una forma estructurada; y posteriormente, establecer su significado (sistematizar de forma crítica).

3.2.13 Antecedentes del tema de investigación

Corado (2012), en San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala; llevo a cabo la elaboración de curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) bajo condiciones de invernadero; en donde demostró con las curvas de absorción obtenidas en este estudio, que la planta en la etapa de producción de esquejes absorbió en mg. /planta: 615.57 de N, 58.96 de P, 679.25 de K, 219.92 de Ca, 95.47 de Mg, 0.134 de Cu, 0.81 de Zn, 2.47 de Fe, 0.76 de Mn y -18.97 de B hasta los 190 días.

Cruz (2013), evaluó la relación N/K para el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) ha recomendado la relación N/K = 1:1, a partir de esto concluyo que el empleo de esta relación apporto mejores resultados, e incluso representa una menor cantidad de fertilizante a utilizar, por lo que recomienda utilizar 206.5 mg L⁻¹ de N y 193 mg L⁻¹ de K.

Estrada (2010), determinó con curvas de absorción de nutrientes que la planta de arveja china (*Pisum sativum* var. Atitlán) extrajo en Kg/Ha: 240.1 de N, 24.9 de P, 233.03 de K, 84.4 de Ca, 18.37 de Mg hasta los 100 días después de siembra para obtener un rendimiento de 16930.2 Kg/Ha.

García (2014) dio a conocer en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hybr. Deep purple F1) el orden de absorción de nutrientes (K, N, Ca, P, Mg) hasta los 72 días después de siembra necesitando 110 Kg/Ha de N, 66 Kg/Ha de P y 166 Kg/Ha de K.

Galindo (2015) en México; demostró que en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch.) la extracción nutricional (mg/planta) total de 240 días final del ciclo, el orden de extracción de los nutrimentos en diferentes variedades fue: N > K > Ca > Mg > P. La tasa máxima

de absorción en Valenciana de N y K fue durante la etapa vegetativa; de P, Ca y Mg fue en la inducción a floración, con valores de N, P, K, Ca y Mg de 12.1, 1.3, 4.4, 1.7 y 1.4 mg/planta por día, respectivamente. En Rehilete, la máxima tasa de absorción de todos los elementos se presentó en la etapa vegetativa, con valores de N, P, K, Ca y Mg de 13.6, 2.1, 6.0, 3.0 y 2.0 mg/planta por día.

González (2011) señala que al cultivar cebolla (*Allium cepa L.*) con acolchado se alcanzaron las siguientes cantidades de extracción de macronutrientes por medio de curvas de absorción de nutrientes: 79.35, 14.68, 117.13, 39.29, 11.22 y 24.28 T/Ha para N, P, K, Ca, Ma y S respectivamente.

Saravia (2004) menciona que para el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) Alboran bajo condiciones de invernadero en Zamorano, Honduras, la etapa de cosecha es en la que la planta absorbe el mayor porcentaje de todos los macro y micronutrientes a excepción del Cu que lo hace en la etapa de maduración. La planta absorbió en Kg/Ha: 307 de N, 61 de P, 265 de K, 155 de Ca, 33 de Mg, 43 de S, 1 de Cu, 2 de Fe, 3 de Mn, 1 de Zn y 0.35 de B hasta los 110 días después de siembra.

Castro (2017) demostró que los requerimientos de la fresa (*Fragaria L.*) Albion fueron más altos en las etapas de fructificación y cosecha, en donde se alcanzaron acumulaciones iguales o superiores al 70% del total en la mayoría de los nutrientes (N, P, K, Ca, S, Cu y Mn). Con excepción de la etapa de establecimiento, las etapas vegetativas y de primer fructificación mostraron los niveles de acumulación de macronutrientes más bajos durante el ciclo. Para el caso de los micronutrientes, la etapa de primer fructificación fue la que presentó los menores porcentajes de requerimientos nutricionales.

Navarrete (2005). Demostró en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) que presentó una absorción progresiva de N, P, K, Ca, Cu y Zn durante las 4 etapas fenológicas, con picos de absorción entre los 33 y 75 DDT (63 % de la absorción).

Padilla, A. (2007) determinó que la absorción de nutrientes para el cultivo de rosa variedad Rockefeller fue: 277 de N, 30 de P, 132 de K, 74 de Ca, 85 de Mg, 9 de S (Kg/Ha/año) y 99 de Cu, 1,016 de Fe; 2,551 de Mn, 639 de Zn, 748 de B (g/Ha/año).

3.3.2 Manejo ambiental dentro del invernadero

Las condiciones ambientales del invernadero fueron controladas por el sistema automatizado (software), consiste en abrir las cortinas a los 400 w/m² (figura 30) y cerrar a los 500 w/m² (figura 31), operando con un nivel de sombra de 60%. Las temperaturas dentro del invernadero oscilaron entre los 24 y 30 °C.



Figura 30. Sistema de sombra móvil abierto



Figura 31. Sistema de sombra móvil cerrado

3.4 OBJETIVOS

3.4.1 Objetivo general

- Determinar la absorción de nutrientes en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero en aldea Ojo de Agua, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala.

3.4.2 Objetivos específicos

- Generar la curva de acumulación de materia seca del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) var. Astro Red en tres fases fenológicas establecimiento, formación y producción de esquejes.
- Elaborar las curvas de absorción de macronutrientes y micronutrientes en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) var. Astro Red.
- Determinar la demanda de extracción de nutrientes por esquejes del cultivo de pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) var. Astro Red en Kg/Ha.

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 Cultivo y variedad

Para la investigación se seleccionó la variedad de pascua Astro Red, debido a que tiene mayor demanda en el mercado internacional. Algunas de las características de interés son: producción de esquejes, color de las brácteas y el vigor o porte de la planta. (Danziger, 2018)

3.5.2 Unidad experimental

La unidad experimental se llevó a cabo en un área de dos metros cuadrados dentro del cual se tomaron 12 maceta de la cama de siembra para los muestreos, cada maceta tenía una densidad de 2 plantas, con un total de 24 plantas. (Figura 32).

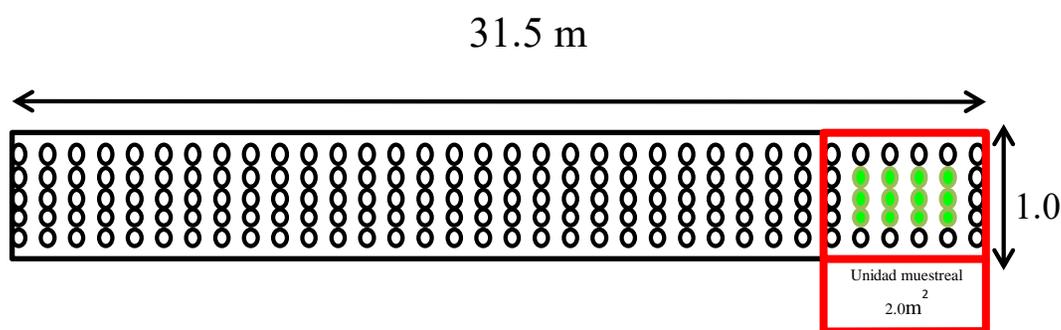


Figura 32. Unidad experimental

3.5.3 Muestreo de material vegetal

Para la realización de los muestreos se extrajeron las dos plantas de la maceta, se analizaron plantas completas (hojas, tallo y raíz). Se realizaron dos muestreos en la etapa de establecimiento a los 15 y 30 DDT tomando como muestra 2 plantas por muestreo, luego se realizaron dos muestreos en la etapa de desarrollo vegetativo a los 45 y 60 DDT y por último se realizaron 4 muestreos en la etapa de producción de esquejes a los 95, 105, 115 y 125 DDT.

Tabla 10
Muestreo de material vegetal

No. de muestreo	Etapa fenológica	Dias despues de trasplante	No. de Plantas
1	Establecimiento	15	2 plantas
2		30	2 plantas
3	Desarrollo vegetativo (formación)	45	2 plantas
4		60	2 plantas
5	Producción de esquejes	95	2 plantas
6		105	2 plantas
7		115	2 plantas
8		125	2 plantas

3.5.4 Técnica de muestreo

El muestreo del material vegetal se realizó al azar, las unidades experimentales se manejaron bajo las mismas condiciones ambientales y nutricionales lo que permitió la homogeneidad para obtener una selección aleatoria en cada muestreo (figura 33).

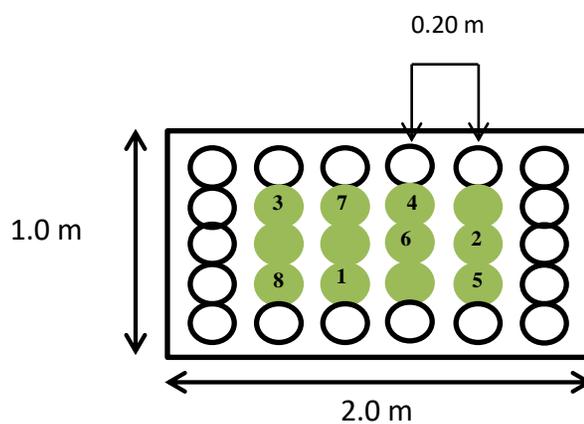


Figura 33. Técnica de muestreo

3.5.5 Preparación de las muestras para el análisis de planta de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch.), variedad Astro Red

3.5.5.1 Limpieza del material

Las muestras obtenidas en campo se lavaron con agua potable antes de ser enviadas al laboratorio para remover las partículas de arena volcánica.

3.5.5.2 Secado del material

Después de lavar las dos plantas se colocaron en papel servilleta para escurrir el agua durante una hora. Esto se hizo con la finalidad de secar las plantas para no alterar el dato de peso fresco.



Figura 34. Secado de materia vegetal

3.5.5.3 Peso del material en fresco (g).

Luego de secar las plantas se pesaron en una balanza analítica para obtener el dato del peso húmedo en gramos de la planta completa.



Figura 35. Peso de material en fresco (g)

3.5.5.4 Método de conservación de muestras.

Se empacaron las muestras en cajas plásticas previamente identificadas con la fecha, nombre del cultivo y destino.

Después se conservaron en una caja de cartón y por último se colocaron en cuarto frío a una temperatura de 10 °C durante un día, para luego ser enviadas al laboratorio Quality Analytical Laboratories (QAL) para el análisis de planta completa.

3.5.6 Método de extracción de nutrientes de esquejes de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch.), variedad Astro Red

Se envió la muestra de 10 esquejes al laboratorio de suelo-planta-agua Salvador Castillo Orellana de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los esquejes estuvieron sometidas a dos métodos de extracción de nutrientes los cuales fueron: Espectrofotometría y colorimetría (Tabla 11).

Tabla 11
Métodos de cuantificación utilizados para cada elemento

Elemento	Método de determinación
P	Colorimetría
Ca	Espectrofotometría de absorción atómica
Mg	
Na	
Cu	
Zn	
Fe	
Mn	
N	Kjhieldhal semi-micro

Fuente: Laboratorio de suelo, planta y agua de la FAUSAC, 2018.

3.5.7 Determinación de Absorción de nutrientes

La absorción de nutrientes se determinó con base al comportamiento de la acumulación de biomasa del cultivo en MS y las cantidades de concentración de los elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo y Na, hasta los 125 DDT correspondientes a las fases fenológicas de establecimiento, formación y producción de esquejes. Los datos de concentración utilizados fueron obtenidos en los análisis realizados por el laboratorio QAL. Los resultados de la absorción de nutrientes fueron expresados en Kg/Ha para macronutrientes y g/Ha para micronutrientes.

3.5.8 Manejo del experimento

3.5.8.1 Sustrato

Se utilizó arena volcánica con diferentes tamaños de ¼, 7, 10 y 16 cm de diámetro, para el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) esto con el fin de tener un sustrato que retenga humedad suficiente y que los riegos no sean constantes además de tener una porosidad adecuada para el desarrollo de raíces (Montenegro & Miculax, 2009)

3.5.8.2 Análisis nutricional de sustrato reciclado

Para el cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch) se utilizó el sustrato reciclado que es reutilizado al finalizar el ciclo de los cultivos y posteriormente desinfectado a altas temperaturas dentro de la empresa para luego ser reingresado y llenar nuevas bolsas con él. En el Tabla 12 se muestra el análisis químico nutricional del sustrato reciclado.

Tabla 12
Datos Análisis químico del sustrato reutilizado

Identificación	pH	EC	ppm								
			N		P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Fe	Mn
			NO ₃ -N	NH ₄ -N							
Rango adecuado	5.5-6.5	0.75-3	50-250	0-30	5-30	50-200	75-300	25-100	20-60	0.30-3	0.20-2
Resultado	6.46	3.46	244.19	5.02	12.69	211.78	358.49	163.67	351.22	0.42	4.14

Identificación	ppm							
	B	Cu	Zn	Mo	Na	Al	Cl	Si
	Rango adecuado	0.05-0.50	0.00-0.40	0.30-1.5	0.02-0.15			
Resultado	0.38	0.27	0.08	0.04	147.79	0.96	80	12.28

Fuente: (Quality Analytical Laboratories, 2017)

El pH del sustrato reutilizado de arena volcánica se encuentra entre el rango adecuado, en cuanto a la conductividad eléctrica está en un rango mayor al adecuado esto puede provocar acumulación de cationes como sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sulfato (SO₄). La concentración N y P se encuentran en el rango adecuado, de Zn (0.08) fue menor al rango adecuado (0.30-1.5 ppm).

3.5.8.3 Extracción de esquejes de plantas madres

La obtención de esquejes se realizó mediante la cosecha de los lotes de plantas madres con las siguientes características: esquejes de exportación, libre de presencia de plagas, enfermedades y daño mecánico que pudiera afectar la calidad del esqueje. Los esquejes se cortaron de aproximadamente 13 cm y cada uno contaba al menos con tres hojas.



Figura 36. Tamaño de esqueje de pascua de exportación

3.5.8.4 Siembra de esquejes en túnel propagador

Se plantaron los esquejes en bandejas de poliuretano (“oasis”) dentro del túnel propagador durante tres semanas hasta observar desarrollo radicular. El túnel se mantuvo a una temperatura promedio de 26°C y una humedad relativa de entre 70–80%.



Figura 37. Siembra de esquejes de pascua túnel propagador

3.5.8.5 Desinfección de las camas

Se realizó mediante la aplicación de hipoclorito de sodio (NaClO) 3 gr/L a presión sobre las mallas de las camas (figura 38). Esta actividad se hizo 3 días antes de hacer el trasplante.



Figura 38. Desinfección de camas

3.5.8.6 Llenado de bolsa

El llenado de bolsa de polietileno (figura 39), se realizó mediante la utilización de arena volcánica previamente desinfectado. La bolsa consto de las siguientes dimensiones de 30 cm x 18 cm con cinco mm de espesor.



Figura 39. Llenado de bolsas mediante la utilización de arena volcánica.

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2017

3.5.8.7 Establecimiento de bolsas en las camas

Posteriormente de llenar las bolsas con el sustrato (arena volcánica), se establecieron en las camas. El marco de plantación consistió en cinco bolsas por fila y un espaciamiento entre filas de 0.20 cm.



Figura 40. Distribución de bolsas con sustrato

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2017

3.5.8.8 Desinfección del sustrato

Antes de realizar el trasplante se llevó a cabo una desinfección del sustrato en bolsa en la cual se utilizó cloruro de didecyl dimetil amonio a una concentración de tres cm^3/L de forma manual con una regadera (figura 41). El tiempo de aplicación de dicho producto fue de dos segundos por bolsa y se realizó dos días antes de efectuar el trasplante, esto con la finalidad de proveer un amplio espectro de control, tratamiento y prevención de algas, hongos y bacterias.



Figura 41. Desinfección de arena volcánica

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2017

3.5.8.9 Trasplante de esquejes en bolsa

El trasplante en el invernadero de producción (campo definitivo) se realizó en la cuarta semana, donde se colocó una densidad de dos plantas por maceta.



Figura 42. Trasplante de esquejes en maceta

3.5.8.10 Distanciamiento entre plantas

Los pilones estuvieron en el área de propagación durante tres semanas, luego se trasladaron distanciados a 0.10 metros dentro de la maceta. (Figura 43).

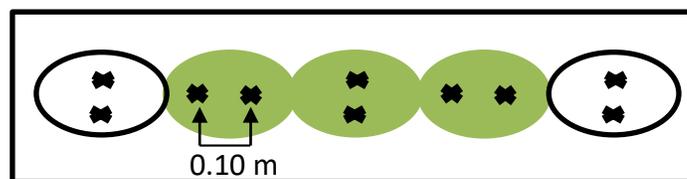


Figura 43. Distanciamiento entre planta

3.5.8.11 Manejo de tejidos

A las cinco semanas después del trasplante se realizó la primera poda (pinch) que consiste en cortar el meristemo apical para la formación de brotes laterales. El otro proceso realizado dentro de este manejo, es la formación de la planta a las siete semanas después de trasplante, que consistió en cortar todos los meristemos apicales que se formaron de los nuevos brotes laterales después de la primera poda. La formación de la planta de pascua (*E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) se realizó con el fin de aumentar la disponibilidad de esquejes de exportación (figura 44), (Padilla, 2015).

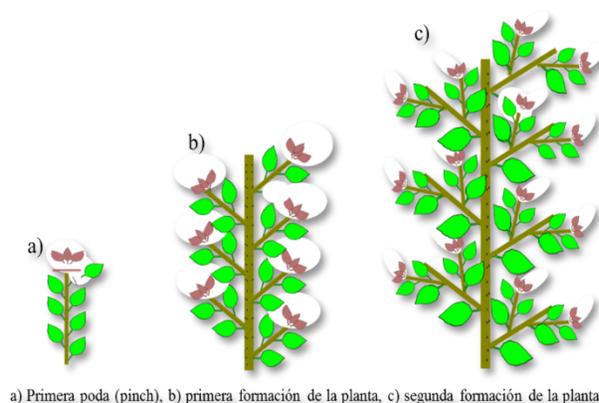


Figura 44. Poda de formación

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2018.

3.5.8.12 Programa de fertilización

La incorporación de los nutrientes a las plantas se realizó por medio de un sistema de inyección denominado programa pascua, fertilizando por medio de riego (fertirriego). La mezcla de fertilizantes es la misma a lo largo de las etapas fenológicas (establecimiento hasta producción de

esquejes) del cultivo. El contenido de fertilizante en % de los tanques se visualiza en la siguiente Tabla (Padilla, 2015).

Tabla 13
Descripción del fertilizante en % contenido en cada uno de los tanques de mezcla

Tanque	Fertilizante	%			
Tanque-1	Sulfato de amonio	21,0	N	24,0	S
	Sulfato de potasio	42,0	K	18,0	S
Tanque-2	Nitrato Potasio	13,5	N	38,2	K
	Nitrato Calcio	17,0	N	33,0	Ca
	Nitrato Magnesio	11,0	N	9,3	Mg
Tanque-3	Sulfato de cobre	26,0	Cu	13,0	S
	Fe EDDHA 13%	13,0	Fe		
	Molibdato de sodio	39,7	Mo	18,9	Na
	Solubor	20,5	B	10,8	Na
	Sulfato de manganeso	31,0	Mn	18,0	S
	Sulfato de zinc	23,0	Zn	11,0	S
Tanque-4	Fosfato de mono-potasio	52,0	P	34,0	K
Tanque-5	Ácido Sulfúrico	98			
Tanque-6	Sulfato de Manganeso	31,0	Mn	18,0	S
	Sulfato de Magnesio	15,5	Mg	12,35	S

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2018.

El programa de fertirriego de pascua conto con la inyección de cinco tanques de fertilizante y un tanque de ácido sulfúrico (tanque No. 5) que se utiliza para regular el pH del agua.

La Tabla 15 muestra el programa de pascua elaborado por la empresa Beauty Line Guatemala donde cada elemento expresados en ppm conforman los seis tanques teniendo una inyección diferente en cc/L.

Tabla 14
Programa de pascua establecido en la empresa Beauty Line Guatemala

Programa de fertirriego	Número de tanque	Inyección cc/lt	Elementos expresados en partes por millón (ppm)													
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Na	
Programa de Pascua	Tanque-1	3,20	38		8				47							
	Tanque-2	6,40	232		204	201	50									
	Tanque-3	3,20							0,718	1,506	0,761	0,350	0,469	0,218	0,106	0,297
	Tanque-4	2,00		74,3	48,6											
	Tanque-6	3,20						18	14,394		0,482					

Fuente: Beauty Line Guatemala, 2018

3.5.8.13 Fertirriego

La empresa Beauty Line Guatemala cuenta un sistema de fertirriego por goteo los cuales fueron directamente a la zona radicular de la planta, la frecuencia de intensidad de fertirriego fue de dos por día con una duración de 10 min, con un caudal de 3 L/h lo cual correspondió a 250 ml por cada riego. En la Tabla 16 se describe la cantidad de ppm de cada elemento que es aplicado por medio un sistema de inyección programado desde un software, el cual fue diseñado para suministrar los nutrientes al cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. ex klotzsch). Los elementos que son aplicados en mayor cantidad son N, K y Ca, seguido de P y Mg, los micronutrientes son aplicados en menor cantidad.

Tabla 15
 Contenido en partes por millón (ppm) del programa de fertirriego.

Elemento	Aplicado ppm/L
N	270.94
P	75.11
K	270.24
Ca	223.07
Mg	73.9
S	92.67
Fe	1.67
Mn	1.25
Zn	0.39
B	0.54
Cu	0.24
Mo	0.12
Na	38.89

3.5.8.14 Plagas y enfermedades

El control de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. *ex klotzsch*) se visualiza en la tabla 17 y 18, para las cuales se empleó un criterio de manejo integral. El sistema de invernadero tiene ventajas en el control de plagas ya que se emplean mallas antiáfidos en los espacios laterales y frontales para evitar la entrada de plagas al interior del invernadero, así como el uso de cámaras de doble puerta con pediluvios como parte de la estrategia de prevención. Para los fines del presente trabajo se resumen en los siguientes dos Tablas las principales plagas y enfermedades observadas en la producción del cultivo de pascua (*E. pulcherrima*, Willd. *ex klotzsch*).

Tabla 16
 Principales plagas y su control químico en el cultivo de pasca *E. pulcherrima*, Willd. ex
klotzsch.

PRINCIPALES PLAGAS	DAÑO	Control Químico
		Insecticidas
Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Principal plaga del cultivo, identificando constantemente en el cultivo los diferentes estadios de su ciclo biológico sobre el envés de la hoja. Ninfas y adultos succionan la savia impidiendo con ello la correcta fotosíntesis de las hojas y el crecimiento de la planta.	Thiamethoxam, buprofezin
Larva de Mosca Negra (<i>Bradysia spp.</i>)	El estadio larvario se alimenta de las raíces, sobre todo en la etapa de propagación y en los primeros estadios del desarrollo vegetativo de la planta. Causando con ello la muerte de los propágulos.	Vydate Diazinon
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Ácaro que por su diminuto tamaño no puede ser vista a simple vista, utilizándose lupa para una mejor identificación la ubicamos por el envés de las hojas y brácteas, succiona savia debilitando fuertemente a la planta, las hojas y brácteas se tornan amarillas y de textura arenosa.	Thiocyclam

Tabla 17
Principales enfermedades y su control en el cultivo de pasca E. pulcherrima, Willd. ex klotzsch.

PRINCIPALES ENFERMEDADES	SINTOMATOLOGIA	Control	
		Preventivo	Químico
Botrytis cinerea	Este hongo ataca cuando las condiciones de alta humedad relativa y temperaturas bajas se conjuntan dentro del invernadero de enraizamiento o de desarrollo.	Manejo adecuado de los factores ambientales de humedad relativa y temperatura así como la ventilación.	Ridomil bravo, benlate
Pythium sp.	Pudrición del sistema radical sin embargo esta no sube hasta el cuello, las hojas inferiores se tornan amarillentas y caen con posterioridad.	Utilizando sustratos desinfectados	Previcur
Rhizoctonia solani	Pudrición del sistema radical ataca primeramente las puntas de la raíz y posteriormente penetra hacia el interior. Puede subir sobre nivel el cuello de la planta.	Utilizando sustratos desinfectados	Benlate, rizolex

3.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.6.1 Materia seca acumulada por etapas fenológicas en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch)

La materia seca -MS- de la planta se cuantificó con base a tres etapas fenológicas, las cuales fueron establecimiento, formación y producción de esquejes del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) variedad Astro Red.

La curva explica el crecimiento de la planta con base a la ganancia de biomasa expresada como -MS- (Kg/Ha; referencia 300000 plantas/Ha) a través de las diferentes etapas fenológicas. Durante la etapa de establecimiento (15-30 DDT) la planta generó un 13.53% de -MS-, en la etapa de desarrollo vegetativo (45-60 DDT) la planta generó un 35.30% de -MS- y en la etapa de producción de esquejes (95-125 DDT) la planta generó un 49.44% de -MS- siendo esta la fase fenológica que tuvo la mayor acumulación de -MS-.

En la Tabla 19 (anexos) se muestra el peso fresco en Kg/Ha y la MS en Kg/Ha en cada una de las etapas fenológicas del cultivo.

Para entender de una mejor manera la acumulación de -MS- se elaboró una gráfica donde se muestra la curva en tres etapas fenológicas (establecimiento, formación y producción de esquejes). El objetivo fue crear una curva de acumulación de -MS- en el tiempo (figura 45).

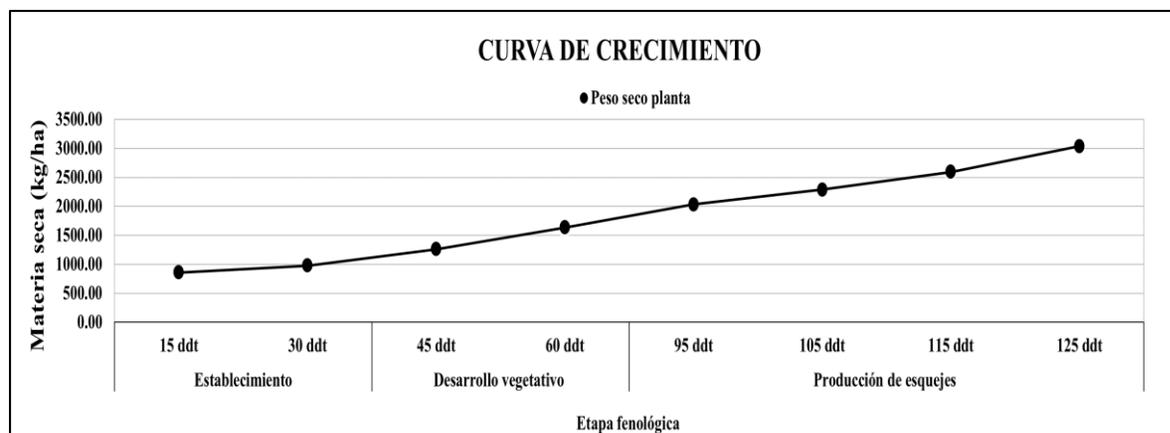


Figura 45. Curva de MS acumulada en etapas fenológicas en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

3.6.2 Curvas de absorción de nutrientes

3.6.2.1 Absorción de macroelementos primarios N, P, K)

a. Nitrógeno (N)

El nitrógeno es uno de los elementos que la planta lo consume de lujo, debido a que el elemento estuvo disponible la planta lo consumió desde la etapa vegetativa temprana hasta la producción de esquejes. El N regula la absorción de P y K favoreciendo la fotosíntesis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch). En la figura 46 se puede observar en la curva de absorción como la planta disminuye la absorción de N a los 95 DDT debido a que hubo un aumento en la absorción de P por la planta. A mayor concentración de nitrógeno mayor diámetro del tallo (Fernández, 2013).

En estudios realizados en nutrición del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) se recomiendan 300 ppm de N (Allen, 1997).

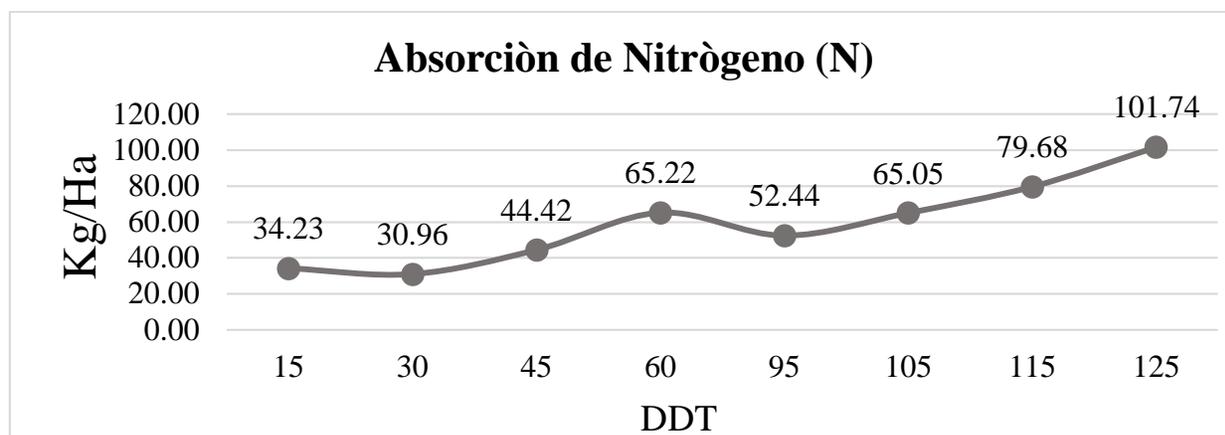


Figura 46. Curva de absorción de N (Kg/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

b. Fósforo (P)

El P a los 105 DDT se aplicó mayor cantidad del elemento lo que causó la inhibición de la absorción del Zn (figura 47). En la curva de absorción de P se observa que a los 105 DDT hubo menor absorción del elemento lo que causó que el Mg a los 105 DDT también presentara deficiencia por la planta. Se distinguen relaciones importantes entre fósforo con calcio, magnesio, hierro, manganeso y zinc, formándose precipitados insolubles (Fernández, 2013).

En estudios realizados en nutrición del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) se recomiendan 50 a 100 ppm de P (Allen, 1997).

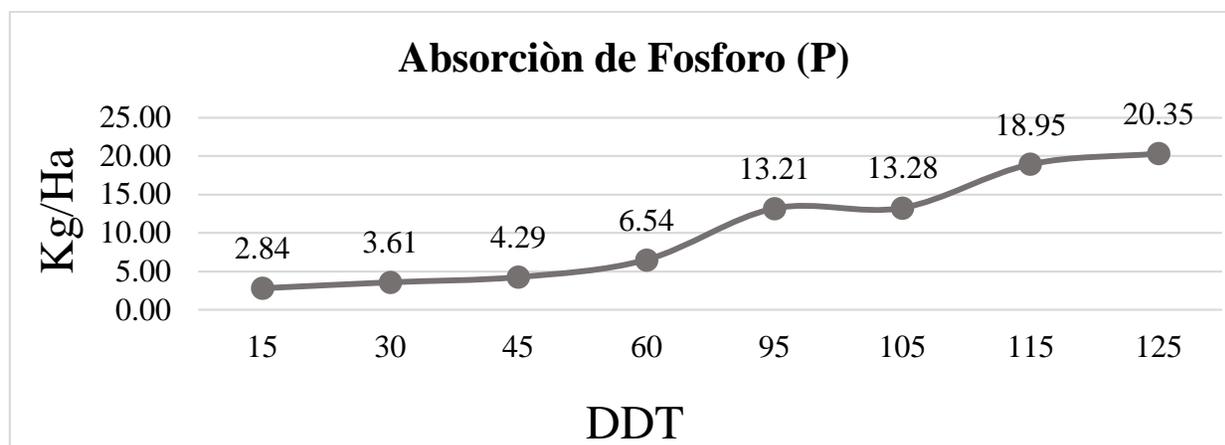


Figura 47. Curva de absorción de P (Kg/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

c. Potasio (K)

El K es un elemento que al aplicarlo en grandes cantidades causa deficiencia de Ca y Mg, en la figura 48 Se refleja el comportamiento de la curva de absorción en donde se muestra que a los 95 DDT el K aumento su absorción, esto causo antagonismo con el Mg, ya que, se absorbió en menor cantidad a los 95DDT. A mayor concentración de potasio disminuye la concentración del boro, manganeso y zinc (Fernández, 2013).

En estudios realizados en nutrición del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) se recomiendan de 200 a 300 ppm de K (Allen, 1997).

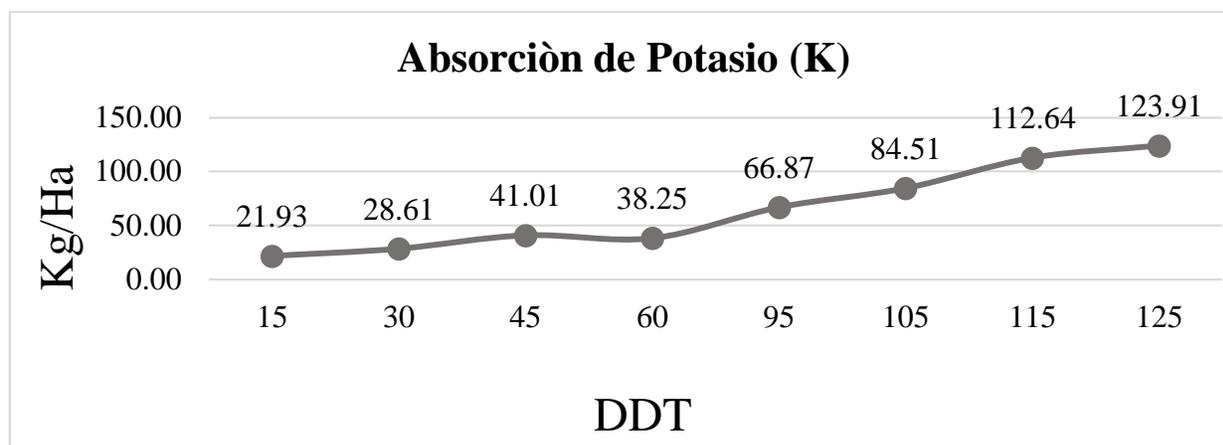


Figura 48. Curva de absorción de P (Kg/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

3.6.3 Absorción de macroelementos secundarios Ca, Mg, S

a. Calcio (Ca)

El aumento de la absorción de Ca a los 95 DDT provocó la inhibición de la absorción de Mg. En la curva de absorción se refleja como la absorción de Ca empezó a incrementar en la etapa de desarrollo vegetativo que corresponde a los 45 DDT, pero su máxima absorción la tiene en la etapa de producción de esquejes a los 125 DDT. Se identifican relaciones importantes entre calcio con la producción de materia seca de hojas, magnesio, boro, hierro, manganeso, zinc y molibdeno (Fernández, 2013).

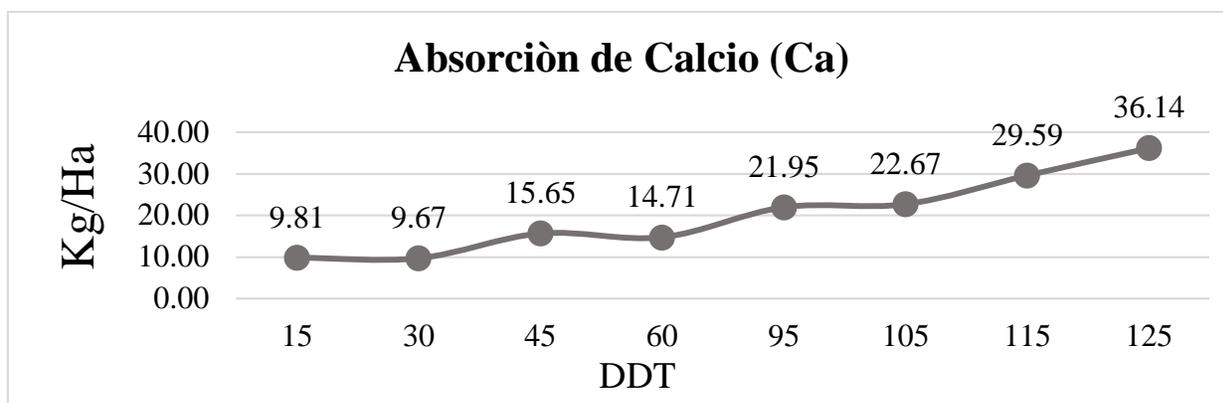


Figura 49. Curva de absorción de Ca (Kg/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

b. Magnesio (Mg)

La curva de absorción de Mg a los 60 DDT y 95 DDT muestra una reducción de la absorción por la planta debido a que hubo una mayor absorción de K esto causo la inhibición del Mg. A mayor concentración de magnesio aumenta la concentración de boro, hierro, manganeso y zinc (Fernández, 2013).

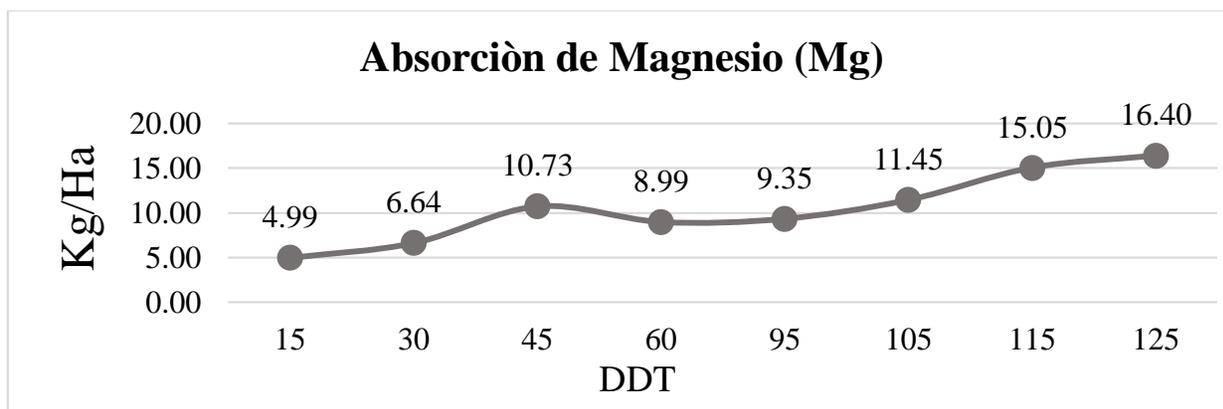


Figura 50. Curva de absorción de Mg (Kg/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

c. Azufre (S)

El S a los 45 DDT tuvo un incremento en la absorción debido a que se le aplicó mayor cantidad, este exceso causa antagonismo con los elementos K, Ca o Mg. En la etapa de producción de esquejes la planta absorbió cantidades mínimas del elemento como se puede observar en la figura 51. También se reporta que las aplicaciones de nitrógeno pueden reducirse en gran medida cuando se suministra azufre en concentraciones adecuadas (Fernández, 2013).

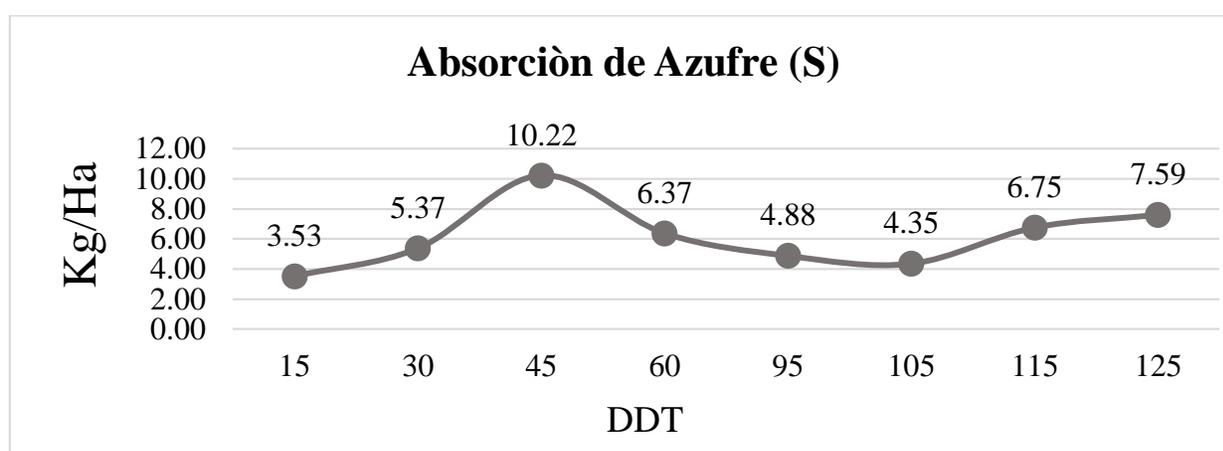


Figura 51. Curva de absorción de S (Kg/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

3.6.4 Absorción de microelementos Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Na

a. Hierro (Fe)

La curva de absorción del Fe muestra como el cultivo absorbe una cantidad alta del elemento a los 60 DDT debido a que tiene relación con el S ya que a los 60 DDT este elemento disminuye su absorción creando antagonismo (figura 52). Se identifican relaciones importantes entre hierro con el boro, manganeso, zinc y producción de materia seca de hoja (Fernández, 2013).

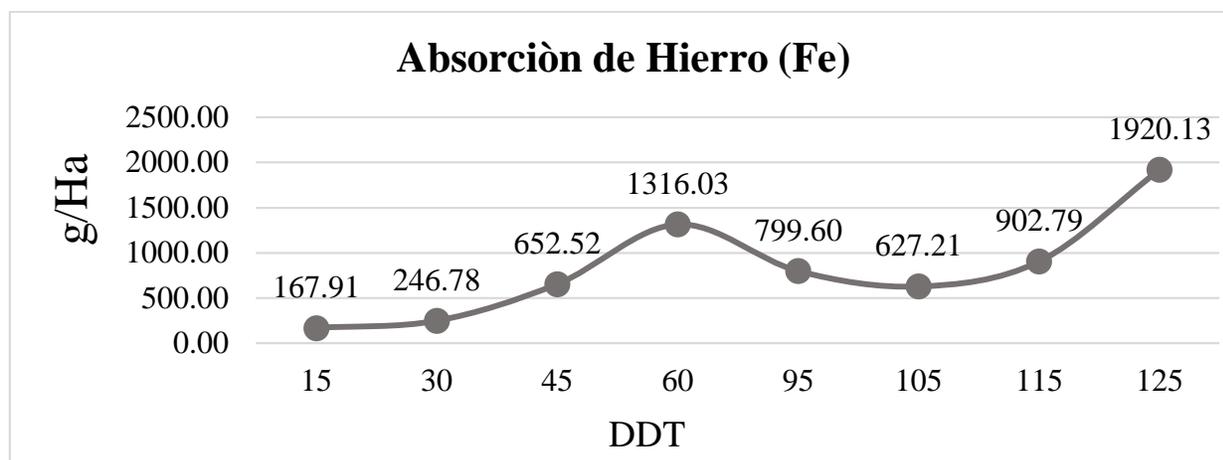


Figura 52. Curva de absorción de Fe (g/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

b. Manganeso (Mn)

La curva de absorción del Mn muestra como el cultivo a los 95 DDT absorbe una mayor cantidad de este micronutriente debido a que el Fe en ese momento fue aplicado en menor cantidad y deja que la planta pueda aprovechar el Mn, ya que, es uno de los elementos que la planta lo consume durante la etapa de crecimiento (figura 53). A mayor concentración de manganeso mayor concentración de molibdeno y zinc (Fernández, 2013).

En estudios realizados en nutrición del cultivo de pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*) se recomiendan 40 a 60 ppm de Mg (Allen, 1997).

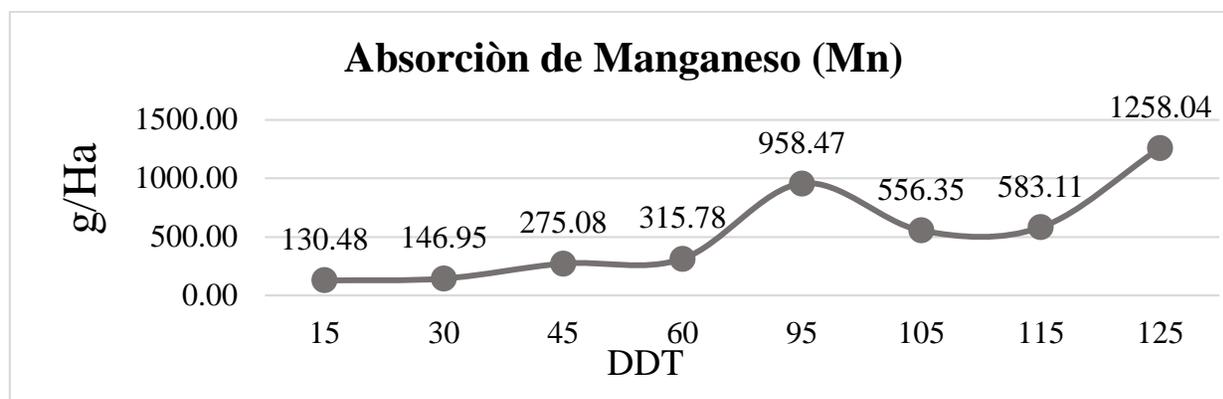


Figura 53. Curva de absorción de Mn (g/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

c. Boro (B)

En la curva de absorción del B se observa que es importante en el cultivo por razón que mantiene una tendencia ascendente de la absorción desde sus inicios, hasta llegar a su máximo a los 125 DDT figura 54. Relaciones importantes se distinguen entre boro con la producción de materia seca de hoja, hierro, manganeso, zinc, y diámetro del tallo (Fernández, 2013).

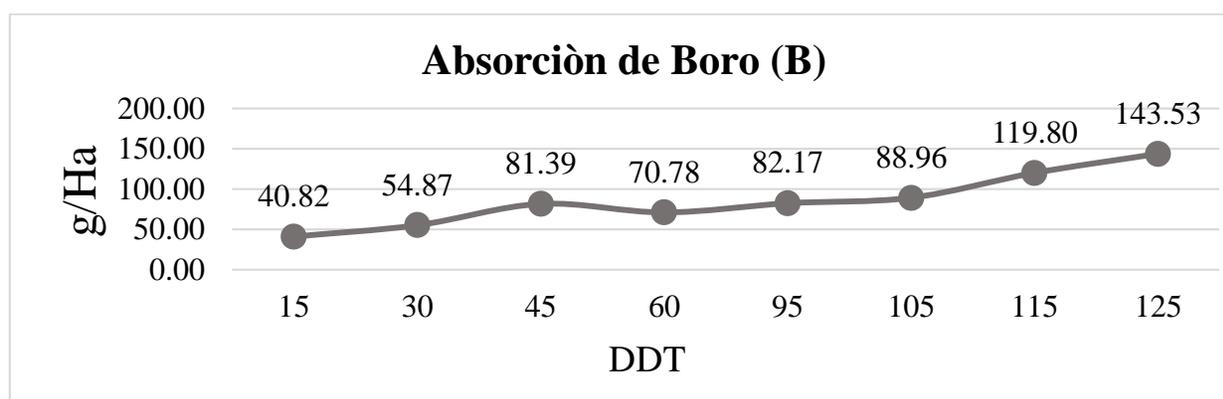


Figura 54. Curva de absorción de B (g/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

d. Cobre (Cu)

El Cu a los 115 DDT dentro de la planta se produjo una actividad enzimática alta por lo que la planta necesito mayor consumo del elemento para sintetizar las enzimas debido a las constantes podas de formación figura 55. A mayor concentración de cobre aumenta la concentración de molibdeno y manganeso (Fernández, 2013).

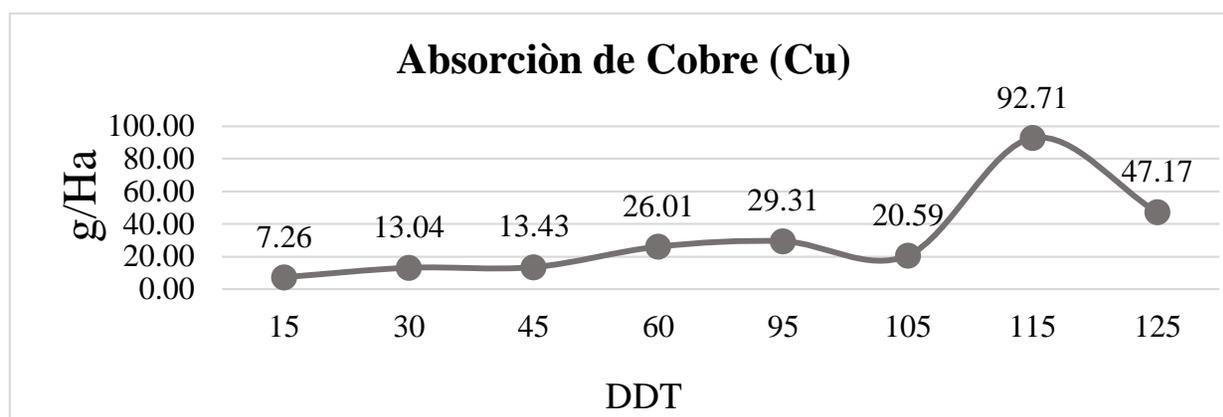


Figura 55. Curva de absorción de Cu (g/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. *Klotzsch*) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

e. Zinc (Zn)

La absorción del Zn es constante hasta los 60 DDT teniendo un incremento a los 95 DDT debido a que es un elemento que está relacionada directamente con la elongación de esquejes, decreciendo considerablemente a los 105 DDT para luego tener un aumento en forma exponencial hasta el final del ciclo. Lo anterior demuestra que el elemento Zn funciona como activador enzimático en la planta por lo tanto su absorción es directamente proporcional a la extracción de esquejes.

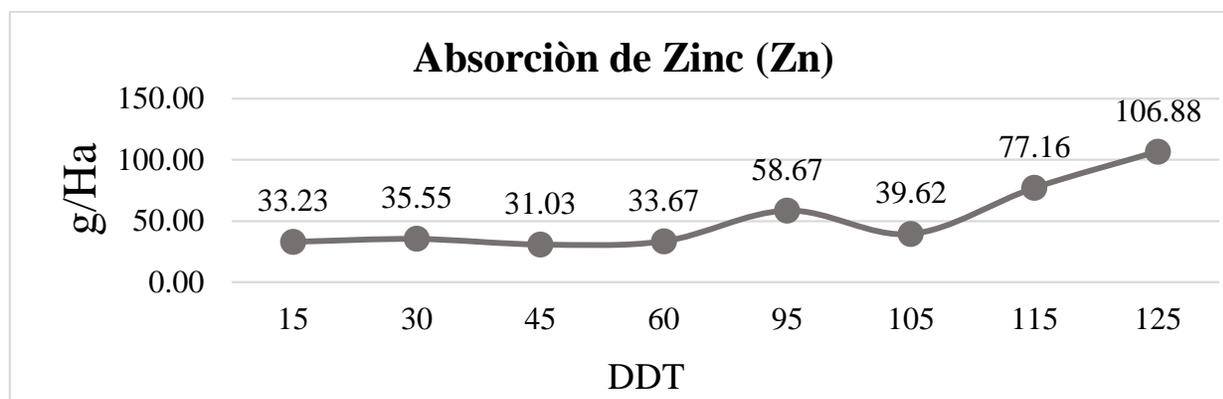


Figura 56. Curva de absorciòn de Zn (g/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

f. Molibdeno (Mo)

En la figura 57, se muestra el comportamiento de la absorciòn del molibdeno constante en todo el ciclo, expresada en g/Ha; teniendo un aumento bien marcado a los 45 DDT, debido a que el Mo es un componente esencial de la enzima nitrato-reductasa y nitrogenasa una para la reducciòn de los nitratos y la otra para la fijaciòn del nitrògeno atmosférico, lo anterior se ve directamente relacionado con el aumento en la absorciòn de N, de los 45 a los 60 DDT considerando sinergia entre estos dos elementos.

En estudios realizados en nutriciòn del cultivo de pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*) se recomiendan 0.10 a 0.20 ppm de Mo (Allen, 1997).

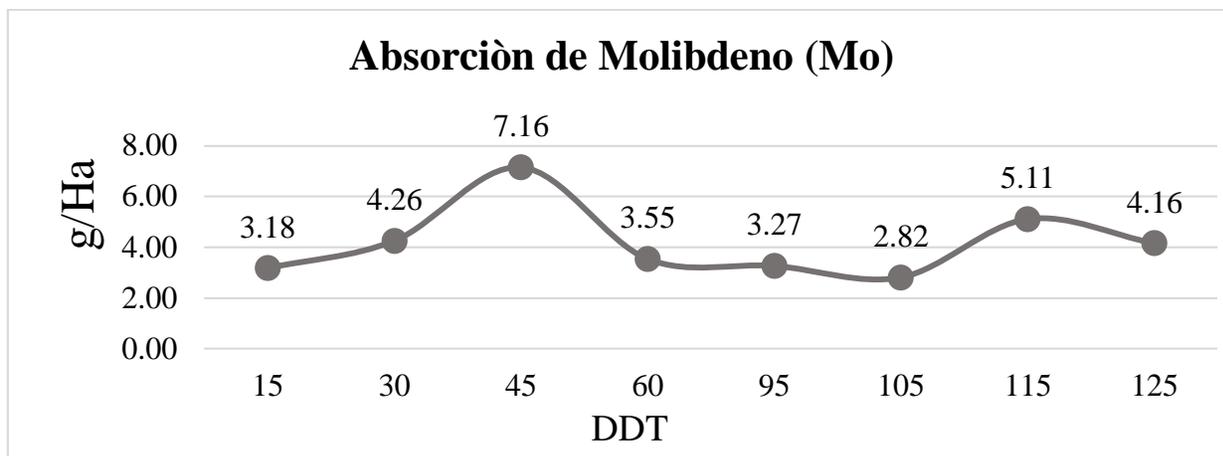


Figura 57. Curva de absorciòn de Mo (g/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

g. Sodio (Na)

La absorciòn del Na en la gràfica muestra que la planta de pascua lo absorbiò en cantidades altas, debido a que el sustrato retuvo este elemento y se fue acumulando, esto pudo reducir la productividad del cultivo significativamente. En este caso en la figura 58 se observa un crecimiento exponencial en la absorciòn de Na por parte de la planta.

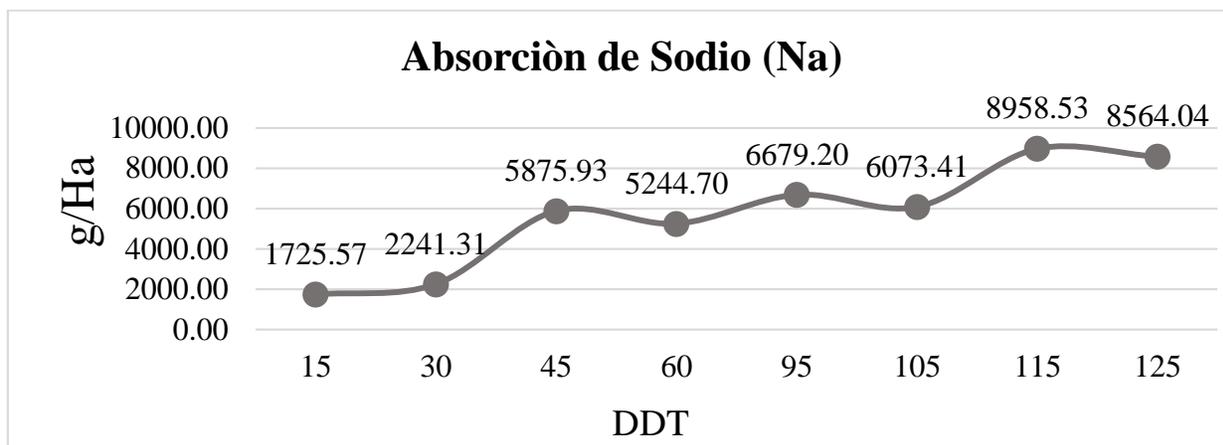


Figura 58. Curva de absorciòn de Na (g/Ha) para la variedad de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red bajo condiciones de invernadero.

3.6.5 Extracción de nutrientes por esqueje

La extracción de nutrientes su importancia radica en conocer la cantidad de cada uno de los elementos que la planta extrae por esqueje, obtener esta información será útil para planificar el programa de fertilización de acuerdo con las necesidades del cultivo.

La extracción de nutrientes por esqueje se realizó de los 60-125 DDT, cubriendo la fase fenológica de formación y producción de esquejes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos expresados en Kg/Ha para macronutrientes y g/Ha para micronutrientes (Tabla 18)

Tabla 18

Descripción de la extracción de nutrientes del cultivo de pascua (E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch) var. Astro Red en sus etapas fenológicas

EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES								
Etapa fenológica	Establecimiento		Formación		Producción de esquejes			
DDT	15	30	45	60	75	90	105	125
MACRONUTRIENTES Kg/Ha								
N	0	0	0	7.46	14.92	22.38	26.11	41.03
P	0	0	0	0.98	1.96	2.95	3.44	5.40
K	0	0	0	7.42	14.85	22.27	25.99	40.84
Ca	0	0	0	1.52	3.03	4.55	5.31	8.34
Mg	0	0	0	1.02	2.03	3.05	3.56	5.59
S	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MICRONUTRIENTES g/Ha								
Fe	0	0	0	24.98	49.96	74.94	87.42	137.38
Mn	0	0	0	18.09	36.18	54.26	63.31	99.48
B	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0	0	0	1.72	3.45	5.17	6.03	9.47
Zn	0	0	0	4.31	8.61	12.92	15.07	23.69
Mo	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0	0	0	86.13	172.27	258.40	301.47	473.73

La etapa de establecimiento no presenta valores de extracción de nutrientes debido a que de los 0-45 DDT no existieron esquejes en las plantas por la inmadurez de los tejidos. La extracción de nutrientes realizada por los esquejes en la planta de pascua se presentó a partir de los 60 DDT correspondiendo a la etapa de formación del cultivo. La mayor extracción de nutrientes ocurrió en la etapa de producción ya que es donde se presenta la mayor cantidad de esquejes cosechados durante las tres etapas fenológicas del cultivo, por lo tanto, al realizar la fertilización se debe tomar

en cuenta las necesidades del cultivo que se presentan en este estudio, a través de la absorción de los mismos

Las cantidades de nutrientes extraídas por los esquejes fueron estimadas hasta los 125 DDT, alcanzando en este último muestreo los 30 esquejes por maceta, considerado como máximo rendimiento del cultivo hasta el año 2018. La cosecha de esquejes es acumulativa y ocurre a partir de la fase de formación donde el cultivo inicia para la producción. La fase de formación produjo un total de 1,800,000 esquejes/Ha mientras que en la fase de producción se produjeron 7,200,000 esquejes/Ha justificando el comportamiento ascendente en todas las curvas de extracción.

3.6.5.1 Curvas de extracción de macronutrientes primarios N, P, K

La figura 59 explica la extracción de los macronutrientes primarios expresados en Kg/Ha durante la fase de crecimiento de la pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*, variedad Astro Red) donde el N y K fueron los elementos más extraídos por los esquejes cosechados.

En la pascua las proporciones de extracción son diferentes, ya que en la última etapa aún se presenta absorción importante de N, debido a que en la etapa de producción a los 125 DDT la planta está consumiendo mayor cantidad del elemento N con 41.08 Kg/Ha, esto se debe a las constantes podas. El K fue el segundo elemento de mayor extracción durante la fase de producción de esquejes, del cual se extrajeron 40.84 Kg/Ha a los 125 DDT, respectivamente (Figura 59). El P fue el elemento de menor consumo 5.40 Kg/Ha por ser un elemento que va directamente al desarrollo radicular.

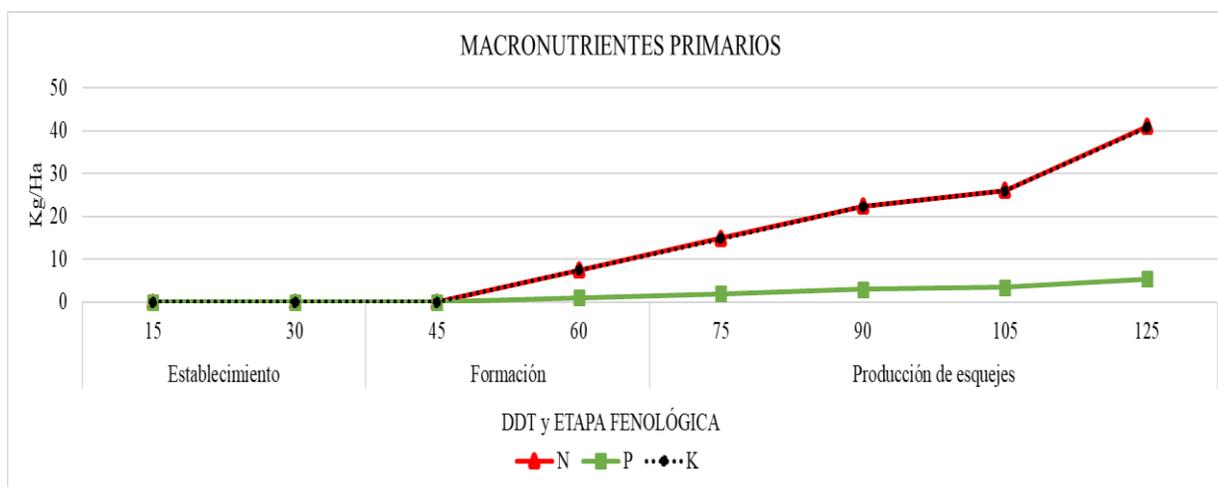


Figura 59. Curvas de extracción de macronutrientes primarios en pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch, var. Astro Red).

3.6.5.2 Curvas de extracción de macronutrientes secundarios Ca y Mg

El orden en cuanto a la extracción de macronutrientes secundarios fue el siguiente: Ca y Mg. Se determinó que Ca es uno de los elementos de mayor consumo en la pascua durante la etapa de producción de esquejes a los 125 DDT (figura 60).

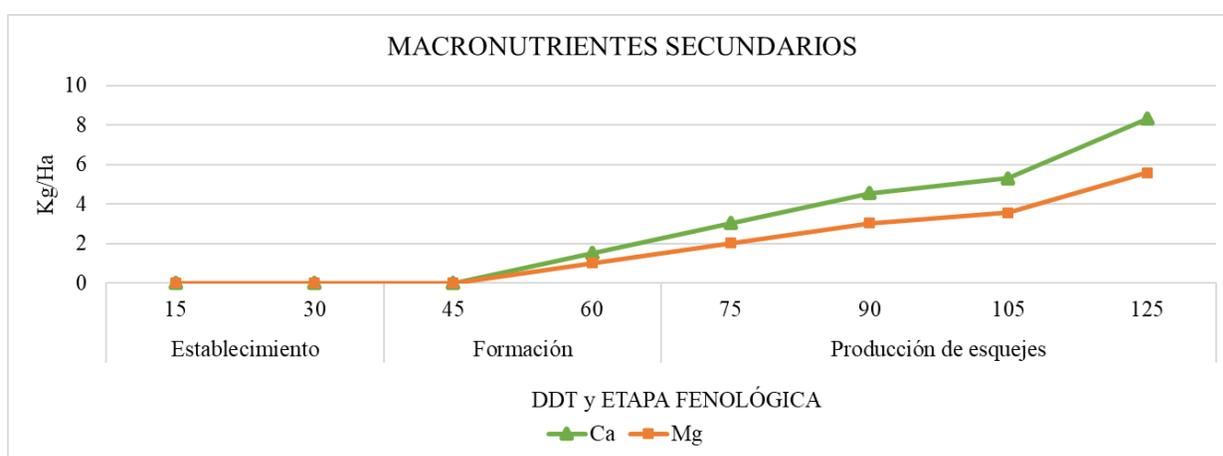


Figura 60. Curvas de extracción de macronutrientes secundarios en pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch, variedad Astro Red).

Durante las diferentes fases de desarrollo la planta extrae nutrientes acordes a su biomasa, extrayendo en la fase de formación la menor cantidad de macronutrientes y en la fase de producción la mayor cantidad, debido a que es la etapa madura de la planta y de mayor volumen de biomasa. Es importante mencionar que la demanda de nutrientes por parte de la pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*) aumenta, debido a la constante formación de nuevos brotes vegetativos, provocado por las constantes podas y extracción de nutrientes.

3.6.5.3 Curvas de extracción de micronutrientes Fe, Mn, Cu, Mo, Na

Los micronutrientes, aunque de menor cantidad también fueron extraídos, aunque en menor cantidad, pero son necesarios en la producción de esquejes. El orden en que se presentaron fue: Fe, Mn, Cu, Zn, Mo y Na. Estos resultados fueron expresados en g/Ha demostrados también en forma gráfica como curvas de extracción de micronutrientes (figuras 61 y 62).

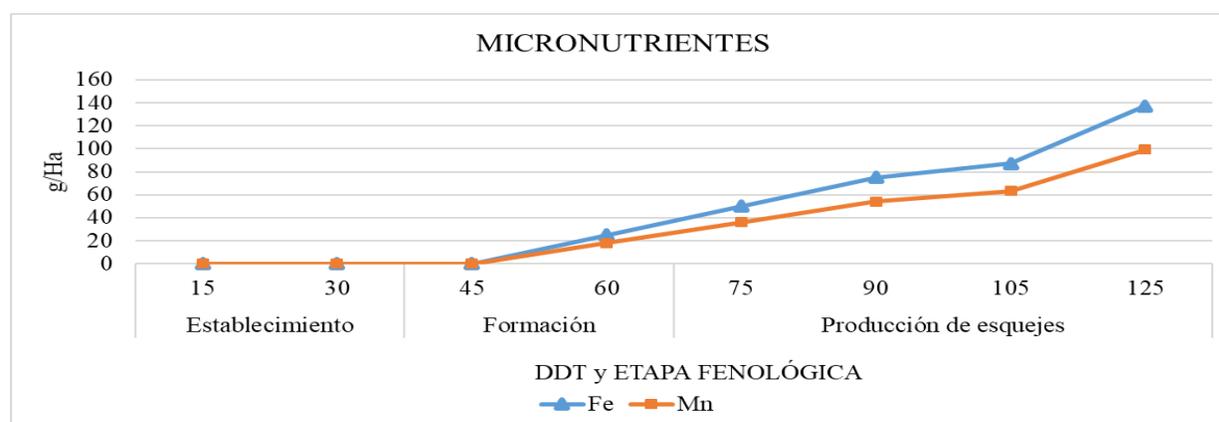


Figura 61. Curvas de extracción de micronutriente Fe, Mg en pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*, variedad Astro Red).

El Fe y el Mn es un elemento que la planta lo absorbe de los 60 DDT a los 125 DDT debido a que la planta lo consume directamente para la formación y desarrollo de los esquejes de pascua.

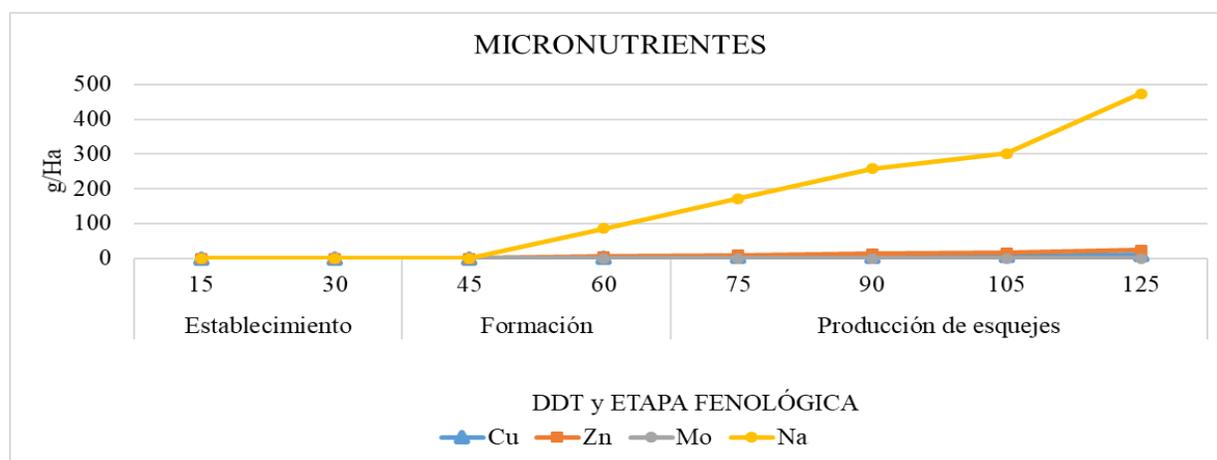


Figura 62. Curvas de extracción de micronutriente Cu, Zn, Mo, Na en pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch, variedad Astro Red).

La curva de extracción de micronutrientes por medio de los esquejes de la planta de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch, variedad Astro Red) muestran un comportamiento similar durante el tiempo de formación de esquejes, los cuales fueron Cu, Zn y Mo estos resultados muestran que los tres elementos se encuentran directamente en el follaje del cultivo. En cuanto al elemento Na la planta lo absorbe y es necesario en todo el desarrollo de la planta por su comportamiento ascendente.

3.7 CONCLUSIONES

1. Con base en la curva de crecimiento del cultivo de pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*, variedad Astro Red) Se determinó que la etapa de establecimiento se produjo 13.53% mientras que en la etapa de formación se generó 35.30% de la materia seca -MS-. El 49.44% de la -MS- total fue generada en la etapa de producción de esquejes.

2. Según la curva de absorción de nutrientes las necesidades máximas de macronutrientes en Kg/Ha fueron de los 60 a los 125 DDT: 101.74 de N, 20.35 de P, 123.91 de K, 36.14 de Ca, 16.40 de Mg, 7.59 de S y para los micronutrientes en g/Ha: 1920.13 de Fe, 1258,04 de Mn, 143.53 de B, 47.17 de Cu, 106.88 de Zn, 4.16 de Mo, 8564.04 de Na alcanzando un rendimiento de 9,000,000 esquejes/Ha.

3. Según los resultados de las curvas de absorción el cultivo de pascua presento mayor demanda de los macronutrientes primarios N, K, así como una exigencia inusualmente elevada de los macronutrientes secundarios Ca, Mg y del micronutriente Mo.

4. Según la curva de absorción de nutrientes la mayor demanda de los mismos se alcanza entre los 95 y 125 DDT, en este tiempo está la máxima producción de esquejes.

3.8 RECOMENDACIONES

1. Se recomiendan realizar aplicaciones complementarias de Ca a través del riego o al follaje entre la segunda y la tercera etapa con el propósito de obtener tallos más resistentes al desgaje (evitar tallos frágiles) y brácteas de mayor calidad.
2. Elaborar un programa de fertilización basado en las curvas de absorción del cultivo de pascua (*E. pulcherrima Willd ex. Klotzsch*, variedad Astro Red), tomando en cuenta la necesidad de cada elemento para las condiciones de este estudio.
3. Mejorar la dosificación diaria de los riegos, para evitar pérdidas de la solución de nutrientes por lixiviados.

3.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, H.P. 1997 *Nutrition, Tips on Growing Poinsettias*. Department of Horticulture. West Lafayette. 2 Ed. U.S.A.
2. Bertsch, F. (2003). *Absorción de nutrientes por los cultivos*. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS). 307 p.
3. Bertsch, F. (2005). Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. *Informaciones Agronómicas*, no. 57, 1-10.
[http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/C01B3122AB8E6C80852579A300744525/\\$FILE/Estudios%20de%20absorci%C3%B3n%20de%20nutrientes%20como%20apoyo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/C01B3122AB8E6C80852579A300744525/$FILE/Estudios%20de%20absorci%C3%B3n%20de%20nutrientes%20como%20apoyo.pdf)
4. Bertsch Hernández, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo* (No. P35/6458). San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
5. Bonilla Castro, E., Hurtado Prieto, J. & Jaramillo Herrera, C. (2009). *La investigación. Aproximaciones a la construcción del conocimiento científico*. Colombia: Alfaomega.
6. Brumit, R. (1992). *Vascular plants, families and genera*. Inglaterra, Royal Botanic Gardens. 386 p.
7. Canul-Ku, J., García-Pérez, F., Campos-Bravo, E., Barrios-Gómez, EJ, La Cruz-Torres, D., García-Andrade, JM, ... y Ramírez-Rojas, S (2012). Efecto de la irradiación sobre nochebuena silvestre (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) en Morelos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3 (8), 1495-1507.

8. Cardaña Solano, L. G. (2017). *Espectrometría de seis cubiertas poliméricas, así como del dosel del cultivo en Euphorbia pulcherrima (Willd, ex Klotzsch), y su efecto en el desarrollo vegetal y calidad floral*. Tesis Mag. Agroplastic. Saltillo, Coahuila, México: Centro de Investigación en Química Aplicada.
<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/324/1/Tesis%20MAP%20Luis%20Gerardo%20Carde%20c3%20b1a%20Solano%20.pdf>
9. Castro Sánchez, P. (2017). *Determinación de las curvas de acumulación en la variedad Albion de fresa (Fragaria x ananassa) para establecer los requerimientos nutricionales de las plantaciones desarrolladas en la zona de Fraijanes, Cantón Central de Alajuela*. (Tesis Ing. Agr., Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentaria: Alajuela, Costa Rica).
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4326/1/41647.pdf>
10. Ciampitti, I., & García, F. (2008). *Requerimientos nutricionales: Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. II; Hortalizas, frutales y forrajes*. IPNI Canadá, febrero 28. Consultado 15 ene. 2019. <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1083>
11. Corado Rivera, J. A. (2012). *Trabajo de graduación realizado en San Miguel Dueñas con énfasis en determinación de curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pasca Euphorbia pulcherrima Willd ex. Klotzsch bajo condiciones de invernadero, en el Departamento de Sacatepéquez, Guatemala, CA* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala).
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6140/1/JOSU%20C3%2089%20ALFREDO%20CORADO%20RIVERA.pdf>

12. Cortes Vivar, R. A. (2007). *El cultivo de nochebuena (Euphorbia pulcherrima Willd.) una alternativa de producción en el Valle del Ocotito, Estado de Guerrero, México.* (Tesis Ing. Agr., Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, División de Agronomía: Buenavista, Saltillo, Coahuila, México).
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4960/T16531%20CORTES%20VIVAR,%20RODRIGO%20ARIEL%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
13. Cruz Esquivel, L. D. (2013). *Relación nitrógeno potasio en la solución nutritiva sobre el desarrollo y calidad en plantas de nochebuena.* (Tesis MSc. Hort., Universidad Autónoma Chapingo, Fitotecnia: Chapingo, México).
<https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2013062810128056.pdf>
14. Danziger, I. 2018. Annual flowers & plants: North America catalog. USA, Danziger Group. 2 p. Consultado 1 abr. 2018. <https://danzigeronline.com/catalog/annuals-usa/bacopa-suteracordata/>
15. Domínguez, A. 1989. Tratado de fertilización, Madrid, España: Mundi Prensa. 601 p.
16. Ecke, P; Faust, E; Higgins, A; Williams, J. 2004. The Ecke poinsettia manual. Singapore, Imago. 251 p.
17. Espinoza Flores, A., Mejía Muñoz, J., & Rodríguez Elizalde, M. A. (2010). *Manual de producción de plantas de nochebuena y ornato.* México: Fundación Produce Sinaloa.
<https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/30-granosy-flores?download=81:manual-de-produccion-de-plantas-de-nochebuena-y-ornato>

18. Estrada Gómez, M. A. (2010). *Diagnóstico general y servicios prestados en la empresa “Grupo Hortícola de Exportación” y determinación de curvas de absorción de nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K) en arveja china (Pisum sativum var Atilán), Sumpango, Sacatepéquez.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7063/>
19. Fernández Pavía, Y. L. *Respuesta de la nochebuena de sol Euphorbia pulcherrima CV. Valenciana al efecto de diferentes nutrimentos bajo condiciones de hidropónica en invernadero/por Yolanda Leticia Fernández Pavía* (No. Tesis CD-270.).
20. Fuentes Paz, E. S. (2015). *Descripción de la dinámica de absorción nutrimental en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L. híbrido Diomede), bajo condiciones de invernadero en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía (CEDA), Guatemala, C.A. Guatemala.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala). <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03304.pdf>
21. Galindo-García, D. V., Alia-Tejacal, I., Valdez-Aguilar, L. A., Colinas-León, M. T., VillegasTorres, Ó. G., López-Martínez, V., ... & Guillén-Sánchez, D. (2015). Extracción de macronutrimentos y crecimiento en variedades de nochebuena de sol nativas de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 305-312. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000300009
22. García Nova, S. M. (2014). *Evaluación de la dinámica nutrimental en el cultivo de zanahoria morada (Daucus carota L. híbr. Deep purple F1) en la finca La Suiza, San Lucas*

- Sacatepéquez, Guatemala, C. A.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala).
- <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2720/1/EVALUACION%20DE%20LA%20DINAMICA%20NUTRIMENTAL%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20ZANA%20HORIA%20MORADA%20.pdf>
23. González Diéguez, D. O. (2011). *Evaluando el acolchado plástico en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) y servicios comunitarios en el caserío Laguna de Retana, municipio de El Pogreso, Jutiapa, Guatemala, C.A.* (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala).
- <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6801/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION%2093N.pdf>
24. Hartley, E. (1992). Chapter 12 "Poinsettias". In Larson., R. *Introduction to floriculture* (2 ed.). San Diego California, USA: Academic Press.
25. Islam, M. A., & Joyce, D. C. (2015). Postharvest behavior and keeping quality of potted poinsettia: A review. *Research in Agriculture, Livestock and Fisheries*, 2(2), 185-196.
- <https://www.banglajol.info/index.php/RALF/article/view/24991>
26. Montenegro, A.; & Miculax, C. (2009). *Manejo integrado de plagas y enfermedades, protocolos necesarios para la prevención y combate de plagas y enfermedades en la finca Kapok Plantas. El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala.* Estados Unidos de América: Kapok Plantas. 50 p.
27. Navarrete Ganchozo, R. J. (2005). *Curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) bajo condiciones de campo en Zamorano.* (Tesis Ing. Agr., Escuela

- Agrícola Panamericana El Zamorano: Zamorano, Honduras).
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5242/1/CPA-2005-T061.pdf>
28. Padilla, A. 2007. *Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador*. (Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano: Zamorano, Honduras). Consultado 13 ene. 2019.
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/819/1/T2463.pdf>
29. Padilla, C . (2015). Producción, importación, exportación de plantas, esquejes, flores o semillas ornamentales. (pp. 50-70). In *Diagnóstico ambiental; Fase de construcción y operación*. Guatemala: Beauty Line Guatemala.
30. Quality Analytical Laboratories, USA. (2017). *Reporte analítico de sustrato reciclado*. Estados Unidos. <http://www.qal.us/home.html>
31. Ramírez, R. C. (2018). Extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (*tithonia diversifolia*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes*, 19(39), 172-187.
32. Rodríguez-Delfín, A., Posadas, A., & Quiroz, R. (2014). Rendimiento y absorción de algunos nutrimentos en plantas de camote cultivadas con estrés hídrico y salino. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 20(1), 19-28.
33. Sánchez, A. (2010). *Introducción: ¿Qué es caracterizar?*. Medellín, Colombia: Fundación Universitaria Católica del Norte.

34. Sancho, H. 2009. Curvas de absorción de nutrientes: Importancia y uso en los programas de fertilización. *Informaciones Agronómicas*, no. 36, 11-13.
[http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/765C8D66598A491B852579A3007A3289/\\$FILE/Curvas%20de%20Absorci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/765C8D66598A491B852579A3007A3289/$FILE/Curvas%20de%20Absorci%C3%B3n.pdf)
35. Saravia Chávez, F. M. (2004). *Elaboración de curvas de absorción de nutrientes para la variedad de tomate (Lycopersicon esculentum Mill), Alboran bajo condiciones de invernadero en Zamorano, Honduras*. (Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano: Zamorano, Honduras).
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2108/1/CPA-2004-T052.pdf>
36. Standley, P. C., & Steyermark, J. A. (1946). Euphorbiaceae. Flora of Guatemala. Chicago, USA: Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany, v. 24, pte. 6, p. 111-112.
37. Steinmann, V. W. (2002). Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botánica Mexicana*, 61, 61-93.
<https://abm.ojs.inecol.mx/index.php/abm/article/view/909>
38. Torres, C. (2009). Curvas de crecimiento: Práctica no.4. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Subárea de Manejo y Protección de Plantas, Laboratorio de Fertilidad de Suelos. Consultado el 13 de noviembre de 2018.
<https://es.scribd.com/doc/12961359/Practica-4-Curvas-de-Crecimiento>

39. U.S. Department of Agriculture. (2010). Floriculture crops 2009 summary. Washington, USA:
Natural Agriculture Station Service. Consultado 18 Marzo 2011. http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/FlorCrop/FlorCrop-06-04-2010_revision.pdf



3.10 ANEXOS

Tabla 19

Datos de acumulación de –MS- en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. *Astro Red*.

No. de muestreo	Etapas fenológicas	Días después de trasplante	Peso fresco planta (Kg/Ha)	Peso seco planta (Kg/Ha)
1	Establecimiento	15	4989.0	860.10
2		30	5359.5	976.50
3	Desarrollo vegetativo (formación)	45	6559.5	1261.92
4		60	6949.5	1634.54
5	Producción de esquejes	95	13692.0	2032.38
6		105	17638.5	2290.34
7		115	19821.0	2595.41
8		125	23014.5	3037.13

Tabla 20

Datos de concentración de nutrientes en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) var. *Astro Red*.

CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES								
DDT	15	30	45	60	95	105	115	125
MACRONUTRIENTES (%)								
N	3.98	3.17	3.52	3.99	2.58	2.84	3.07	3.35
P	0.33	0.37	0.34	0.40	0.65	0.58	0.73	0.67
K	2.55	2.93	3.25	2.34	3.29	3.69	4.34	4.08
Ca	1.14	0.99	1.24	0.90	1.08	0.99	1.14	1.19
Mg	0.58	0.68	0.85	0.55	0.46	0.50	0.58	0.54
S	0.41	0.55	0.81	0.39	0.24	0.19	0.26	0.25
MICRONUTRIENTES (ppm)								
Fe	195.22	252.72	517.09	805.14	393.43	273.85	347.84	632.22
Mn	151.7	150.49	217.99	193.19	471.60	242.91	224.67	414.22
B	47.46	56.19	64.5	43.30	40.43	38.84	46.16	47.26
Cu	8.44	13.35	10.64	15.91	14.42	8.99	35.72	15.53
Zn	38.63	36.41	24.59	20.60	28.87	17.30	29.73	35.19
Mo	3.7	4.36	5.67	2.17	1.61	1.23	1.97	1.37
Na	2006.23	2295.25	4656.36	3208.67	3286.40	2651.75	3451.68	2819.78

Tabla 21
 Datos de absorción de nutrientes en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch)
 var. *Astro Red*.

ABSORCIÓN DE NUTRIENTES								
DDT	15	30	45	60	95	105	115	125
MACRO NUTRIENTES	Kg/Ha							
N	34.23	30.96	44.42	65.22	52.44	65.05	79.68	101.74
P	2.84	3.61	4.29	6.54	13.21	13.28	18.95	20.35
K	21.93	28.61	41.01	38.25	66.87	84.51	112.64	123.91
Ca	9.81	9.67	15.65	14.71	21.95	22.67	29.59	36.14
Mg	4.99	6.64	10.73	8.99	9.35	11.45	15.05	16.40
S	3.53	5.37	10.22	6.37	4.88	4.35	6.75	7.59
MICRO NUTRIENTES	g/Ha							
Fe	167.91	246.78	652.52	1316.03	799.60	627.21	902.79	1920.13
Mn	130.48	146.95	275.08	315.78	958.47	556.35	583.11	1258.04
B	40.82	54.87	81.39	70.78	82.17	88.96	119.80	143.53
Cu	7.26	13.04	13.43	26.01	29.31	20.59	92.71	47.17
Zn	33.23	35.55	31.03	33.67	58.67	39.62	77.16	106.88
Mo	3.18	4.26	7.16	3.55	3.27	2.82	5.11	4.16
Na	1725.57	2241.31	5875.93	5244.70	6679.20	6073.41	8958.53	8564.04

Tabla 22
 Escenario de los procesos realizados en el cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex.
Klotzsch) var. *Astro Red*.

Etapas fenológicas	Establecimiento					Formación						Producción					
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Escenario 18 semanas																	
Semana actual	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
DDT	0		15		30		45		60		75		95	105	115	125	
Trasplante																	
Análisis																	
Podas (pinch)																	
Podas																	
Fertirriego																	
Escenario real Esquejes/planta	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	5	6
Escenario empresa Esquejes/planta	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4

Figura 63. Primer análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client: Beauty Line Guatemala **Contact:** Mauricio Aldana
Address: BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA **Lab ID.:** 121914-2
 GUATEMALA, GT 01010 **Date Sampled:** 09 Aug 2018
Telephone/Fax: +502 3021 6565 **Date Received:** 13 Aug 2018
Email: mauricio.aldana@danguatemala.com **Date Completed:** 17 Aug 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

Sample ID: 121914-2

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range			Interpretative Guide
		low	medium	high	
MACRO NUTRIENTS (%)					
Nitrogen	N	3.98	▽		4 - 6
Phosphorus	P	0.33		○	0.30 - 0.60
Potassium	K	2.55		○	1.50 - 3.50
Calcium	Ca	1.14		○	0.70 - 1.80
Magnesium	Mg	0.58		○	0.30 - 1
Sulfur	S	0.41		△	0.10 - 0.30
MICRO NUTRIENTS (ppm)					
Iron	Fe	195.22		○	100 - 300
Manganese	Mn	151.70		○	60 - 300
Boron	B	47.46		○	25 - 75
Copper	Cu	8.44		○	2 - 10
Zinc	Zn	38.63		○	25 - 60
	Mo	3.70		○	1 - 5
	Na				
	Al				
Silicon	Si	1,519.12			
Molybdenum					
Sodium		2,006.23			
Aluminum		236.42			

Quality Analytical Laboratories 2814 West 15th Street - Panama City, Florida 32401 - Tel - (850) 872-9595 - Fax - (850) 872-9535 www.qal.us



Figura 64. Segundo análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client:	Beauty Line Guatemala	Contact:	Mauricio Aldana
Address:	BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA GUATEMALA, GT 01010	Lab ID.:	122099-2
Telephone/Fax:	+502 3021 6565	Date Sampled:	22 Aug 2018
Email:	mauricio.aldana@danguatemala.com	Date Received:	24 Aug 2018
		Date Completed:	28 Aug 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range			Interpretative Guide
		low	medium	high	
MACRO NUTRIENTS (%)					
Nitrogen	N	3.17	▽		4 - 6
Phosphorus	P	0.37	○		0.30 - 0.60
Potassium	K	2.93	○		1.50 - 3.50
Calcium	Ca	0.99	○		0.70 - 1.80
Magnesium	Mg	0.68	○		0.30 - 1
Sulfur	S	0.55		△	0.10 - 0.30
MICRO NUTRIENTS (ppm)					
Iron	Fe	252.72	○		100 - 300
Manganese	Mn	150.49	○		60 - 300
Boron	B	56.19	○		25 - 75
Copper	Cu	13.35		△	2 - 10
Zinc	Zn	36.41	○		25 - 60
	Mo	4.36	○		1 - 5
	Na				
Aluminum	Al	383.93			
Molybdenum					
Sodium		2,295.25			

Quality Analytical Laboratories 2814 West 15th Street - Panama City, Florida 32401 - Tel - (850) 872-9595 - Fax - (850) 872-9535 www.qal.us



Figura 65. Tercer análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client: Beauty Line Guatemala **Contact:** Mauricio Aldana
Address: BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA **Lab ID.:** 122268-1
 GUATEMALA, GT 01010 **Date Sampled:** 06 Sep 2018
Telephone/Fax: +502 3021 6565 **Date Received:** 10 Sep 2018
Email: mauricio.aldana@danguatemala.com **Date Completed:** 13 Sep 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range			Interpretative Guide
		low	medium	high	
MACRO NUTRIENTS (%)					
Nitrogen	N	3.52			4 - 6
Phosphorus	P	0.34	▽		0.30 - 0.60
Potassium	K	3.25		○	1.50 - 3.50
Calcium	Ca	1.24		○	0.70 - 1.80
Magnesium	Mg	0.85		○	0.30 - 1
Sulfur	S	0.81			△ 0.10 - 0.30
MICRO NUTRIENTS (ppm)					
Iron	Fe	517.09			△ 100 - 300
Manganese	Mn	217.99		○	60 - 300
Boron	B	64.50		○	25 - 75
Copper	Cu	10.64	▽		△ 2 - 10
Zinc	Zn	24.59			25 - 60
Molybdenum	Mo	5.67			△ 1 - 5
Sodium	Na	4,656.36			
Aluminum	Al	830.69			
Silicon	Si	2,647.03			



Figura 66. Cuarto análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client: Beauty Line Guatemala **Contact:** Mauricio Aldana
Address: BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA **Lab ID.:** 122469-1
 GUATEMALA, GT 01010 **Date Sampled:** 20 Sep 2018
Telephone/Fax: +502 3021 6565 **Date Received:** 24 Sep 2018
Email: mauricio.aldana@danguatemala.com **Date Completed:** 26 Sep 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range			Interpretative Guide
		low	medium	high	
MACRO NUTRIENTS (%)					
Nitrogen	N	3.99	▽		4 - 6
Phosphorus	P	0.40		○	0.30 - 0.60
Potassium	K	2.34		○	1.50 - 3.50
Calcium	Ca	0.90		○	0.70 - 1.80
Magnesium	Mg	0.55		○	0.30 - 1
Sulfur	S	0.39		△	0.10 - 0.30
MICRO NUTRIENTS (ppm)					
Iron	Fe	805.14		△	100 - 300
Manganese	Mn	193.19			60 - 300 ○
Boron	B	43.30			25 - 75 ○
Copper	Cu	15.91		△	2 - 10
Zinc Zn 20.60 ▽ 25 - 60 Molybdenum Mo 2.17 ○ 1 - 5					
Sodium Na 3,208.67 Aluminum Al 1,249.22					
Silicon	Si	2,891.26			



Figura 67. Quinto análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client:	Beauty Line Guatemala	Contact:	Mauricio Aldana
Address:	BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA GUATEMALA, GT 01010	Lab ID.:	122760-1
Telephone/Fax:	+502 3021 6565	Date Sampled:	23 Oct 2018
Email:	mauricio.aldana@danguatemala.com	Date Received:	26 Oct 2018
		Date Completed:	30 Oct 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia (dry weight poinsettia)

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range			Interpretative Guide
		low	medium	high	
MACRO NUTRIENTS (%)					
Nitrogen	N	2.58	▽		4 - 6
Phosphorus	P	0.65	○		0.30 - 0.70
Potassium	K	3.29	○		1.50 - 3.50
Calcium	Ca	1.08	○		0.70 - 2
Magnesium	Mg	0.46	○		0.40 - 1
Sulfur	S	0.24			
MICRO NUTRIENTS (ppm)					
Iron	Fe	393.43	○		100 - 500
Manganese	Mn	471.60		△	100 - 200
Boron	B	40.43	○		30 - 100
Copper	Cu	14.42	○		6 - 15
Zinc	Zn	28.87	○		25 - 60
	Mo	1.61	○		1 - 5
	Na				
	Al				
Silicon	Si	1,777.39			
Molybdenum					
Sodium		3,286.40			
Aluminum		549.26			

Quality Analytical Laboratories 2814 West 15th Street - Panama City, Florida 32401 - Tel - (850) 872-9595 - Fax - (850) 872-9535 www.qal.us



Figura 68. Sexto análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client: Beauty Line Guatemala **Contact:** Mauricio Aldana
Address: BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA **Lab ID.:** 122944-1
 GUATEMALA, GT 01010 **Date Sampled:** 03 Nov 2018
Telephone/Fax: +502 3021 6565 **Date Received:** 08 Nov 2018
Email: mauricio.aldana@danguatemala.com **Date Completed:** 14 Nov 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range			Interpretative Guide	
		low	medium	high		
MACRO NUTRIENTS (%)						
Nitrogen	N	2.84	▽		4 - 6	
Phosphorus	P	0.58		○	0.30 - 0.60	
Potassium	K	3.69			△	1.50 - 3.50
Calcium	Ca	0.99		○	0.70 - 1.80	
Magnesium	Mg	0.50		○	0.30 - 1	
Sulfur	S	0.19		○	0.10 - 0.30	
MICRO NUTRIENTS (ppm)						
Iron	Fe	273.85		○	100 - 300	
Manganese	Mn	242.91		○	60 - 300	
Boron	B	38.84		○	25 - 75	
Copper	Cu	8.99		○	2 - 10	
Zinc	Zn	17.30	▽		25 - 60	
	Mo	1.23		○	1 - 5	
	Na					
	Al					
Silicon	Si	813.66				
Molybdenum						
Sodium		2,651.75				
Aluminum		148.26				

Quality Analytical Laboratories 2814 West 15th Street - Panama City, Florida 32401 - Tel - (850) 872-9595 - Fax - (850) 872-9535 www.qal.us



Figura 69. Séptimo análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client: Beauty Line Guatemala **Contact:** Mauricio Aldana
Address: BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA Lab ID.: 123033-1
 GUATEMALA, GT 01010 **Date Sampled:**
Telephone/Fax: +502 3021 6565 **Date Received:** 15 Nov 2018
Email: mauricio.aldana@danguatemala.com **Date Completed:** 19 Nov 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range Interpretative Guide	
		low medium	high
MACRO NUTRIENTS (%)			
Nitrogen N	3.07	▽	4 - 6
Phosphorus P	0.73		△ 0.30 - 0.60
			△ 1.50 - 3.50
Ca		○	0.70 - 1.80
Mg		○	0.30 - 1
S		○	0.10 - 0.30
MICRO NUTRIENTS (ppm)			
Iron Fe	347.84		△ 100 - 300
Potassium K	4.34		
Calcium	1.14		
Magnesium	0.58		
Sulfur	0.26		
Manganese Mn	224.67	○	60 - 300
Boron B	46.16	○	25 - 75
Copper Cu	35.72		△ 2 - 10
Zinc Zn	29.73	○	
Molybdenum Mo	1.97	○	1 - 5
Sodium Na	3,451.68		
Aluminum Al	363.31		
Silicon Si	1,448.95		

Quality Analytical Laboratories 2814 West 15th Street - Panama City, Florida 32401 - Tel - (850) 872-9595 - Fax - (850) 872-9535 www.qal.us



Figura 70. Octavo análisis del cultivo de pascua (*E. pulcherrima* Willd ex. Klotzsch).

Analytical Report

Client:	Beauty Line Guatemala	Contact:	Mauricio Aldana
Address:	BLVB LOS PROCERES EMP PRADERA GUATEMALA, GT 01010	Lab ID.:	123077-1
Telephone/Fax:	+502 3021 6565	Date Sampled:	14 Nov 2018
Email:	mauricio.aldana@danguatemala.com	Date Received:	19 Nov 2018
		Date Completed:	21 Nov 2018

Sample Description: Plant sampled poinsettia

Sample Range: Euphorbia pulcherrima

EMT-300 : Complete Tissue Analysis

Components	Results	Range			Interpretative Guide
		low	medium	high	
MACRO NUTRIENTS (%)					
Nitrogen	N	3.35	▽		4 - 6
Phosphorus	P	0.67		△	0.30 - 0.60
Potassium	K	4.08		△	1.50 - 3.50
Calcium	Ca	1.19	○		0.70 - 1.80
Magnesium	Mg	0.54	○		0.30 - 1
Sulfur	S	0.25	○		0.10 - 0.30
MICRO NUTRIENTS (ppm)					
Iron	Fe	632.22		△	100 - 300
Manganese	Mn	414.22		△	60 - 300
Boron	B	47.26	○		25 - 75
Copper	Cu	15.53		△	2 - 10
Zinc	Zn	35.19	○		25 - 60
Molybdenum	Mo	1.37	○		1 - 5
Sodium	Na	2,819.78			
Aluminum	Al	662.18			
Silicon	Si	2,257.45			

