

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE OPCIONES PARA EL MANEJO DE PLANTAS ARVENSES EN EL
CULTIVO DE CURARINA VAR. LAURENTII (*Sansevieria trifasciata* Prain) EN LA
FINCA LA MISIÓN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA
PLANTACIONES JURE, S.A., CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

ANA CANDELARIA MONTEJO DÍAZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA,
GUATEMALA.**

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

POR

ANA CANDELARIA MONTEJO DÍAZ

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

EN

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

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

Guatemala, noviembre de 2019

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de opciones para el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina var. Laurentii (*Sansevieria trifasciata* Prain) en la finca La Misión, diagnóstico y servicios realizados en la empresa Plantaciones Jure, S.A., Cuyuta, Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ANA CANDELARIA MONTEJO DÍAZ

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por estar a cada momento con migo, iluminar, bendecir y darme sabiduría, gracias por permitir alcanzar esta meta.

MIS PAPAS

Roberto Isidro Montejo Cota y María Díaz Domingo, porque siempre me impulsaron a seguir adelante, con su ejemplo y apoyo he alcanzado esta meta, este título es de ustedes.

MIS HERMANOS

Imelda, Manuel, Heidy, Baltazar, Julissa y Daniel por estar cuando los necesito, gracias por su cariño y apoyo.

MIS SOBRINOS

Mario, Juanita, Ricardo, José, Kathy, Luna, Sofy, Manuelito, Junior y Cory que este logro sea motivación de que todas las metas que se planteen en la vida se pueden lograr con dedicación, perseverancia y esfuerzo.

MIS ABUELITOS

Candelaria y Manuel (Q.E.P.D.) por consentirme y decir que su nieta siempre alcanzaría todas sus metas, siempre los recordare con mucho cariño; Jesús (Q.E.P.D.) y Baltazar por demostrarme su cariño; y sé que están orgullosos de la persona que me convertí.

MIS TÍOS Y PRIMOS

Por desearme siempre el bien, en especial: madrina Tona, tía Rosa, tía Pancha, tía Bartola, tía Silvia, madrina Lala, padrino Santos y tío Clemente, que han sido un gran apoyo para mi familia, gracias por estar cuando más los necesitamos.

A MIS AMIGOS

Flory Miguel, Yessenia Calderón, Hilda Pacache, Jesy Noches, Leonel Hernández, Bejarano Ordoñez, Mónica Jiménez, Claudia Sierra, Vivian Oliva, Nimrod Juárez, André Pedroza, Jaqueline

Marroquín, Paola Pastor, Cristina Gómez, Andrea Cadenas, Margarita Monroy, Natalia Quixtan, Keily Per, Antonieta Coyote, Gabriela Paz, Melissa Patán, Luisa Patán, Ana Lucia Juárez, Clarissa Paz, Victoria Leja, Vivian Hernández, Jackeline Montes, Marisol Álvarez, Paola Ixcajó, Haasler Méndez, Katherine Trujillo, Diana Calan, Cinthia Hurtado, Wendy Sierra, Andrea Miron, Cristian Villatoro, Eduardo Miron, Angelita Montejo, Víctor Reyes, Carmen Juan, Elías Rodríguez, Henzo Hidalgo, Frank Bocock, Maura Galicia, Rubia Gutiérrez y familia, Lucrecia Estrada y familia, que compartieron conmigo en diferentes momentos de este proceso, gracias por los momentos compartidos y su amistad.

En especial a Juan Carlos Carias por haberme motivado para retomar mis estudios.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

Por la sabiduría que me ha brindado.

MI FAMILIA

Por ser mi apoyo incondicional en todo este proceso.

**GUATEMALA, PAÍS DE LA
ETERNA PRIMAVERA**

El país que me vio nacer y que tiene un nuevo profesional que lo quiere sacar adelante.

**ESCUELA NACIONAL CENTRAL
DE AGRICULTURA –ENCA–**

Mi alma mater, por brindarme la base de mis conocimientos agrícolas así como a mis compañeros y hermanos de promoción 2003-2005.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

La mejor casa de estudios superiores.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Unidad académica que me formo como profesional para contribuir al desarrollo del país.

MIS PROFESORES

Por sus enseñanzas durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS

Por derramar sus bendiciones, darme sabiduría e iluminarme en cada momento de mi vida.

**MIS CENTROS DE ESTUDIO Y
CATEDRÁTICOS**

Por las enseñanzas que me brindaron con dedicación y experiencia, en especial al Dr. Hugo Cardona, Dr Amílcar Sánchez, Dr. Marco Tulio Aceituno, Ing. Álvaro Hernández, Ing. Manuel Martínez, Ing. Juan Herrera y al Ing. Carlos Bucaro quien dedico tiempo a la revisión de la investigación.

MI ASESOR

Msc. Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle por su dedicación y asesoría para la elaboración de mi investigación profesional.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte por su dedicación y asesoría para la elaboración de este informe de graduación, gracias.

PLANTACIONES JURE, S.A.

Empresa que me dio la oportunidad de crecer profesionalmente y sobre todo por el aprendizaje brindado sobre el proceso productivo de curarina en campo como en control de calidad para exportación, principalmente al Ing. Freddy Retolaza y Cesar Juárez.

FAMILIA RETOLAZA LEMUS

En especial a Freddy Retolaza y Juan Retolaza por brindarme su asesoría sobre el cultivo de curarina y su valioso apoyo en mi Ejercicio Profesional Supervisado.

FAMILIA JUÁREZ SANTIZO

En especial a Cesar Juárez y Julio Juárez por brindarme su asesoría y su valioso apoyo en mi Ejercicio Profesional Supervisado.

MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DE PLANTACIONES JURE, S.A.

En especial a Samuel Osorio, Julio Juárez, Carlos Ayala, Richar Herrera, Aracely Campos, Sayra Lima, Myrna Vargas, Luis García y Nely Villegas, quienes me ayudaron en todo momento tanto en campo como en el control de calidad del cultivo de curarina, para realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado, gracias por compartir su conocimiento y amistad.

A LA SUBÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS (FAUSAC)

Por darme la oportunidad de laborar, ampliar mis conocimientos y adquirir experiencia en la Docencia Universitaria. Gracias Ing. Manuel Martínez, Ing. Alejandro Gil, Ing. Oscar Medinilla, Ing. Vicente Martínez, Ing. Miguel Muñoz, Ing. Camilo Wolford, Ing. Luis Montes, Ing. Juan José Castillo, Inga Myrna Herrera, Inga. Angelita Montejo, Bella-Elizabet Méndez, Adeldo Montejo, Stefany Paiz, Andrea Miron y Víctor Reyes, por compartir sus conocimientos, experiencia y amistad.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	xxv
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE LA FNCA LAURENTII SOBRE EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE CURARINA (<i>Sansevieria</i> spp.) EN CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA	
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 MARCO CONCEPTUAL.....	6
1.3.1 Marco referencial.....	6
1.3.2 Marco teórico.....	10
1.4 METODOLOGÍA.....	13
1.4.1 Proceso productivo del cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)	14
1.4.2 Enfermedades y plagas que afectan al cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)	14
1.4.3 Actividad con mayores costos en el cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)..	14
1.4.4 Análisis del proceso de “finished” y “pre finished” por medio del diagrama de Pareto en el cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)	14
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
1.5.1 Proceso productivo del cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)	15
1.5.2 Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)	35
1.5.3 Actividad con mayores costos en el cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)..	37
1.5.4 Análisis del proceso de “finished” y “pre finished” por medio del diagrama de Pareto en el cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.)	38
1.6 CONCLUSIONES.....	40
1.7 RECOMENDACIONES.....	41
1.8 BIBLIOGRAFÍA	41
1.9 ANEXOS	45

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE SEIS OPCIONES QUÍMICAS PARA EL MANEJO DE PLANTAS ARVENSES EN EL CULTIVO DE CURARINA VAR. LAURENTII (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain) EN LA FINCA LA MISIÓN, CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.....	51
2.1 PRESENTACIÓN	53
2.2 MARCO CONCEPTUAL	55
2.2.1 Marco teórico	55
2.2.2 Marco referencial de la finca La Misión	65
2.3 OBJETIVOS	69
2.3.1 Objetivo general	69
2.3.2 Objetivos específicos	69
2.4 HIPÓTESIS	70
2.5 METODOLOGÍA.....	70
2.5.1 Tratamientos.....	70
2.5.2 Variables respuestas de la eficacia de la opción química al manejo de plantas arvenses	71
2.5.3 Manejo del experimento.....	74
2.5.4 Diseño experimental	75
2.5.5 Análisis de datos	76
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
2.6.1 Determinación de la opción química efectiva para el manejo de plantas arvenses.....	77
2.6.2 Determinación de los días control de las plantas arvenses por opción química.....	88
2.6.3 Costos de aplicación de los tratamientos.....	91
2.6.4 Discusión de resultados.....	92
2.7 CONCLUSIONES	97
2.8 RECOMENDACIÓN	98
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	98
2.10 ANEXOS.....	103

CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA PLANTACIONES

JURE, S.A. CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA	107
3.1 PRESENTACIÓN	109
3.2 SERVICIO I. MONITOREO DEL CRECIMIENTO DE CURARINA VAR. LAURENTII (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain) EN LA FINCA LA MISIÓN	111
3.2.1 Presentación	111
3.2.2 Objetivo	111
3.2.3 Marco conceptual	111
3.2.4 Metodología.....	113
3.2.5 Resultados	113
3.2.6 Conclusiones.....	117
3.2.7 Recomendación	118
3.2.8 Bibliografía	118
3.3 SERVICIO II. MONITOREO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE CURARINA (<i>Sansevieria spp.</i>), FINCA LAURENTII, CARIBEÑA, HORMIGA Y LA MISIÓN.	119
3.3.1 Presentación	119
3.3.2 Objetivo	119
3.3.3 Marco conceptual	120
3.3.4 Metodología.....	122
3.3.5 Resultados	123
3.3.6 Conclusiones.....	127
3.3.7 Recomendación	127
3.3.8 Bibliografía	128

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa político del Municipio de Masagua, Escuintla, Guatemala.	6
Figura 2. Ubicación de la finca Laurentii, Masagua, Escuintla.	7
Figura 3. Climadiagrama de la finca Laurentii, con datos de la Estación Trinidad, Masagua, Escuintla.	9
Figura 4. Plantas de curarina var. Laurentii	11
Figura 5. Plantas de curarina var. Zeylanica	11
Figura 6. Plantas de curarina var. Coral	12
Figura 7. Plantas de curarina var. Futura superba.....	12
Figura 8. Plantas de curarina var. Futura green	13
Figura 9. Plantas de curarina var. Moonshine	13
Figura 10. Riego por aspersión con el método del tubo picado.	15
Figura 11. Preparación de suelo para la siembra: pasada de arado.....	16
Figura 12. Camas preparadas para el trasplante.....	16
Figura 13. Plantas madres de curarina listas para el trasplante (división de rizomas).	17
Figura 14. Hijuelos cosechados para enraizado y procesamiento de producto finalizado de exportación del cultivo de curarina var. Laurentii.	20
Figura 15. Multiplicación por esqueje de hoja de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.).....	20
Figura 16. Esquejes de hoja de variedad Laurentii dando origen a hijuelos de variedad Zeylanica.	21
Figura 17. Plantas de curarina con signo de enfermedad fúngica (<i>Fusarium</i> sp.)...22	22
Figura 18. Cosecha de hijuelos de curarina variedad Zeylanica en la finca La Misión para exportación.	23
Figura 19. Verificación del enraizamiento de plantas de curarina.	29
Figura 20. Selección de plantas de curarina procesadas en el área de “finished”. ..	29
Figura 21. Engavetado de plantas de la variedad Zeylanica procesadas de URC (plantas sin suelo ni raíz) para enviar a Estados Unidos.	30
Figura 22. Torres listas de curarina de producto URC (plantas sin suelo ni raíz) para ser cargadas al contenedor rumbo a Estados Unidos.....	31

	Página
Figura 23. Fumigación del contenedor con insecticida (Dismetrina® 25 EC) para prevenir el traslado de algún insecto al país de destino.	32
Figura 24. Cargado de contenedor de curarina con procesamiento URC (plantas sin suelo ni raíz) hacia Estados Unidos.	32
Figura 25. Colocación de pastillas de fosfuro de aluminio al contenedor a exportar a la Unión Europea.....	33
Figura 26. Colocación de marchamo al contenedor para exportar	33
Figura 27. Colocación de dos marchamos en el contenedor avalado por el MAGA para ser exportado a la Unión Europea.	34
Figura 28. Empaque en cajas de cartón de plantas de curarina var. Laurentii para ser enviadas en avión hacia Estados Unidos	35
Figura 29. Diagrama de Pareto de las actividades realizadas de forma incorrecta en la finca Laurentii en el proceso de “pre finished” y “finished”.	39
Figura 30A. Monitoreo de área de lavado de plantas de curarina en finca Laurentii.	48
Figura 31A. Monitoreo de área de lavado de plantas de curarina en finca Laurentii.	48
Figura 32A. Monitoreo de área de desinfección y envasado de plantas de curarina en finca Laurentii.	48
Figura 33A. Monitoreo de área de destronado y hormonado de plantas de curarina en finca Laurentii.	49
Figura 34. Cultivo de curarina var. Laurentii (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain).	57
Figura 35. Ubicación de la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.	66
Figura 36. Climadiagrama de la finca La Misión, con datos de la estación Trinidad, Masagua, Escuintla	67
Figura 37. Unidad experimental en campo para el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain), en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.	76

Figura 38. Porcentaje y número de especies de plantas arvenses determinadas por clase, colectadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.	79
Figura 39. Número de especies de plantas arvenses por familia que pertenecen a la clase Liliopsida colectadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.	79
Figura 40. Número y porcentaje de especies de plantas arvenses por familia que pertenecen a la clase Magnoliopsida recolectadas en la finca La Misión.	80
Figura 41. Gráfica Q-Q Plot del porcentaje de eficacia media de los tratamientos evaluados.	81
Figura 42. Efecto de siete tratamientos: testigo (manual) y seis opciones químicas con ingredientes activos clethodim, diuron y glifosato en el control de plantas arvenses a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación.	83
Figura 43. Gráfica Q-Q Plot del porcentaje de eficacia.	85
Figura 44. Gráfica Q-Q Plot de los días control de la opción química aplicada.	89
Figura 45. Efecto de siete tratamientos, testigo (manual) y seis opciones químicas con ingredientes activos clethodim, diuron y glifosato en los días control de plantas arvenses en un monitoreo de 52 días después de la aplicación.	89
Figura 46A. Verificación del pH del agua para la aplicación de las opciones químicas utilizando papel indicador para su respectiva corrección.	103
Figura 47A. Verificación de la concentración de sales del agua para la aplicación de las opciones químicas utilizando papel indicador para su respectiva corrección.	103
Figura 48A. Boquilla tipo abanico SPRAYER 8002 y calibración de la bomba de mochila para la aplicación de las opciones químicas.	103
Figura 49A. Aplicación de las opciones químicas a una altura de 25 cm.	104

Figura 50A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 7 días después de la aplicación con clethodim y glifosato (T4) y diuron y glifosato (T6) respectivamente.	104
Figura 51A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 14 días después de la aplicación con clethodim y glifosato (T4) y glifosato (T6) respectivamente.	104
Figura 52A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 21 días después de la aplicación con diuron (T2) y glifosato (T3) respectivamente.	105
Figura 53A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 28 días después del control con testigo (manual, T0) y clethodim y glifosato (T4) respectivamente.	105
Figura 54A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 41 días después del control con testigo (manual T0) y clethodim (T1) respectivamente.	105
Figura 55. Curva de altura media de plantas de curarina var. Laurentii (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain) y precipitación en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla de seis mediciones.	115
Figura 56. Curva de crecimiento medio de plantas de curarina var. Laurentii (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain) y precipitación en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla de cuatro mediciones.	116
Figura 57. Línea de tendencia del crecimiento medio de curarina en base a la precipitación en la finca La Misión.	117
Figura 58. Producción media de plantas de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.) por hectárea neta de producción de junio a noviembre de 2017 de las cuatro fincas de la empresa Plantaciones Jure, S.A., en Cuyuta, Masagua, Escuintla.	126

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Ejemplos de la altura de gavetas según el tipo de presentación del producto a enviar.....	31
Cuadro 2. Incidencia de enfermedades que afectaron en el intervalo de los años 2012 al 2017 al cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.).....	37
Cuadro 3. Actividades realizadas de forma incorrecta en el proceso de “ <i>pre finished</i> ” y “ <i>finished</i> ” de curarina en la finca Laurentii.	38
Cuadro 4A. Información obtenida de monitoreo de actividades realizadas en área de lavado y envasado.....	45
Cuadro 5. Clasificación taxonómica de la curarina.	56
Cuadro 6. Tratamientos utilizados para el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain) en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla, con la dosis respectiva en litros por hectárea.	71
Cuadro 7. Porcentaje de eficacia de control de las opciones químicas evaluadas para el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina.	72
Cuadro 8. Escala de puntuación propuesta por la European Weed Research Society (E.W.R.S) para evaluar fitotoxicidad al cultivo de curarina por la opción química evaluada.	73
Cuadro 9. Plantas arvenses colectadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.....	77
Cuadro 10. Resultado de la prueba de Shapiro-Wilk del porcentaje de eficacia de los tratamientos.	81
Cuadro 11. Efecto de siete tratamientos: testigo (manual) y seis opciones químicas con ingredientes activos clethodim, diuron y glifosato en el control de plantas arvenses a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación.....	82
Cuadro 12. Análisis de varianza de eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses de cinco mediciones en el cultivo de curarina.	84

Cuadro 13. Resumen del análisis de medias de Tukey sobre la eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina a partir de cinco mediciones.	84
Cuadro 14. Resultado de la prueba de Shapiro-Wilk del porcentaje de eficacia.	85
Cuadro 15. Análisis de varianza de la época de toma de datos (7, 14, 21, 28 y 41 días) junto con los valores promedios de eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina.	86
Cuadro 16. Resumen del análisis de medias de Tukey sobre la eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina a partir de cinco mediciones en base al tiempo de muestreo... 87	87
Cuadro 17. Fitotoxicidad en el cultivo de curarina al aplicar siete tratamientos.	88
Cuadro 18. Resultado de la prueba de Shapiro-Wilk de los días control de la opción química aplicada.	88
Cuadro 19. Análisis de varianza de los días control de siete tratamientos en el manejo de plantas arvenses en el estudio de eficacia de herbicidas post-emergentes en el cultivo de curarina en base a 55 días de monitoreo.	90
Cuadro 20. Resumen del análisis de medias de Tukey de los días control de siete tratamientos en el manejo de plantas arvenses en el estudio de eficacia de herbicidas post-emergentes en el cultivo de curarina en base a 55 días de monitoreo.	90
Cuadro 21. Resumen de costos de herbicida, mejorador de agua, adherente-dispersante-penetrante y mano de obra utilizada por hectárea en el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina.	91
Cuadro 22. Resumen de costos totales de aplicación, días control, aplicaciones de tratamiento al año, costo anual y comparación de costos en porcentaje sobre el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina en base al utilizado por la empresa.	92

Cuadro 23. Valores de crecimiento de diez plantas de curarina var. Laurentii (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain) de cuatro mediciones realizadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla del 21 de junio al 12 de septiembre de 2017.....	114
Cuadro 24. Requerimientos de macronutrientes (NPK) del cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.).....	120
Cuadro 25. Categorías de capacidad de uso del suelo de las fincas de estudio. ...	121
Cuadro 26. Resultados de los análisis de suelos de las fincas de la empresa Plantaciones Jure, S.A.	122
Cuadro 27. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos aplicados de junio a noviembre por mes al área productiva del cultivo de curarina (<i>Sansevieria</i> spp.).	122
Cuadro 28. Costos de aplicación de bio-cofya por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en junio de 2017.	124
Cuadro 29. Costos de aplicación de urea por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en junio de 2017.	124
Cuadro 30. Costos de aplicación de nitro xted por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña y La Misión en agosto de 2017.	124
Cuadro 31. Costos de aplicación de gallinaza por hectárea neta de producción de la finca Laurentii en agosto de 2017.	125
Cuadro 32. Costos de aplicación de sulfato de amonio por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en octubre de 2017.	125
Cuadro 33. Costos de aplicación de urea por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en noviembre de 2017.	125
Cuadro 34. Costos de aplicación total de fertilizante por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii de junio a noviembre de 2017.	127

EVALUACIÓN DE OPCIONES PARA EL MANEJO DE PLANTAS ARVENSES
EN EL CULTIVO DE CURARINA VAR. LAURENTII (*Sansevieria trifasciata*
Prain) EN LA FINCA LA MISIÓN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS
EN LA EMPRESA PLANTACIONES JURE, S.A., CUYUTA, MASAGUA,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El país cuenta con 500 especies, 3,000 variedades de plantas ornamentales, 10 especies de flores y más de 12 de follaje para ofrecer al mercado internacional (Prensa libre, 2018; Pelico, 2018 & Vásquez, 2019) incluyendo a la curarina, según AGEXPORT, los principales mercados de exportación son Estados Unidos (44 %) y Unión Europea (40 %) (Prensa libre, 2018 & Pelico, 2018). Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT), las exportaciones de flores, follajes y plantas ornamentales generaron en 2018 US\$120.7 millones (933 millones de quetzales) en divisas (Prensa libre, 2018 & Pelico, 2018).

El presente documento es la integración de tres componentes del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía –EPS– y consta del diagnóstico, investigación y servicios los cuales fueron ejecutados en el periodo de febrero a noviembre del 2017 en la empresa Plantaciones Jure, S.A. ubicada en Cuyuta, Masagua, Escuintla.

Durante los últimos 22 años, la empresa Plantaciones Jure, S.A. ha sido pionera en la producción y exportación de la curarina (*Sansevieria spp.*), en el año 2017 se exportaba en promedio de seis a ocho contenedores mensuales y para el año 2018 se estimaba un incremento del 5 % (Retolaza Estrada, 2017a), esta ornamental se exporta a la Unión Europea y a Estados Unidos.

En el diagnóstico se identificó que el proceso productivo del cultivo de curarina se divide en dos áreas: 1) área agronómica: se realiza el manejo agronómico del cultivo desde la preparación de suelo, trasplante de plantas madres, riego, fertilización, poda de saneamiento, monitoreo y manejo de plagas,

enfermedades y plantas arvenses y 2) área de procesamiento y empaque: se trabajan en dos áreas según el país a exportar: URC (plantas sin raíces, a Estados Unidos) y área de “*pre finished*” (vasos plásticos) y “*finished*” (maceta) (a Unión Europea), se realiza el control de calidad desde el lavado hasta la selección y empaque del producto.

Las enfermedades que afectaron con una mayor incidencia en el periodo de 2012 al 2017 fueron *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., y *Erwinia* sp., mientras que las de menor incidencia *Phytophthora* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Macrophoma* sp., y *Glomerella cingulata*. La actividad que requiere una mayor inversión en el manejo agronómico es el manejo de plantas arvenses con un costo total de Q 732, 597.77 (Herrera, 2017 & Juárez Santizo, 2017) que corresponde al 21 % de los costos totales por año.

Además se dio seguimiento al procesamiento de plantas de “*finished*” y “*pre finished*”, identificando 31 errores priorizando los problemas en un diagrama de Pareto 1) hormonado (20 errores) por no dejar por 10 minutos el tallo de la planta para absorber la cantidad de hormona necesaria para el enraizamiento, 2) lavado (6 errores), por no eliminar plantas de rechazo con daños mecánicos, problemas de signos y síntomas de enfermedades (pudriciones, manchas, necrosis o clorosis) y por no lavar adecuadamente las plantas, 3) destroncado (2 errores) por dejar menos de 2.54 cm (1 in) del rizoma, 4) desinfección (2 errores) por no agregar fungicida cuando se eliminaron hojas de la planta y por último 5) envasado (1 error) por una mala distribución de las plantas en el vaso.

Entre los principales costos que la empresa realiza para obtener un mejor cultivo se encuentran, el manejo de plantas arvenses (“plantas ajenas al cultivo que compiten por agua, nutrientes y luz e interfieren en la cosecha, lo que reduce el rendimiento del cultivo y afectan la calidad en la cosecha” (Paredes et al, 2008)), según Herrera (2017) & Juárez Santizo (2017) se invierte en el manejo manual y químico el 21 % de costo, por lo que se evaluaron seis opciones químicas para el manejo de plantas arvenses en la finca La Misión, ubicada en Cuyuta,

Masagua, Escuintla en la variedad *Laurentii* debido a que tiene una mayor participación en el mercado (50.76 %).

En la investigación realizada la opción química que mostró más eficiencia en el manejo de plantas arvenses fue el diuron con 82.6 %, 48 días control con un costo de aplicación de Q 3,713.76 /ha; y en mezcla con dos herbicidas: glifosato con 79.67 %, 46 días control y Q 3,770.19 /ha por aplicación; así como clethodim con 74.27 %, 47 días control y Q 4,900.80 /ha por aplicación, que se encuentran en la categoría bueno (categoría empleada de Weed Science Society of America).

Los servicios prestados a la empresa Plantaciones Jure, S.A. consistieron en el monitoreo de crecimiento de curarina var. *Laurentii* (*Sansevieria trifasciata* Prain) en la finca La Misión así como la aplicación y monitoreo de fertilizante orgánico e inorgánico en las cuatro fincas de la empresa.

En el servicio uno sobre el monitoreo de crecimiento de curarina var. *Laurentii* en la finca La Misión, se determinó que el crecimiento medio en 83 días de monitoreo fue de 0.311 cm por cada 6.43 mm de precipitación del área evaluada, además el modelo de estimación del crecimiento (y) de plantas de curarina en base a la precipitación (x) fue: $Y = -0.0298x^2 + 0.3594x - 0.6372$, identificando que la cantidad de agua necesaria para obtener un mayor crecimiento de plantas de curarina fue de 7 mm por día.

En el servicio dos sobre la aplicación y monitoreo de fertilizante orgánico e inorgánico se determinó que el promedio de los costos de aplicación de los fertilizantes aplicados por hectárea en las fincas *Laurentii*, Caribeña, Hormiga y La Misión son Q 1,518.42 /ha de bio-cofya, Q 570.31 /ha de urea, Q 1,721.58 /ha de nitro xtend, Q 1,258.65/ha de gallinaza y Q 661.40 /ha de sulfato de amonio y los costos por fertilización por planta cosechada de junio a noviembre fueron finca Hormiga Q 0.01, Caribeña Q 0.02, finca *Laurentii* Q 0.05 y finca La Misión Q 0.17.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA FINCA LAURENTII SOBRE EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE CURARINA (*Sansevieria* spp.) EN CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA.

1.1 PRESENTACIÓN

Guatemala es un país que se caracteriza por tener una gran variabilidad de climas y por ende presenta una gran diversidad biológica. Debido a esta variabilidad se ha podido establecer diferentes proyectos productivos que han ayudado a la economía del país entre estas se encuentra la producción de plantas ornamentales.

Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT) las exportaciones de flores, follajes y plantas ornamentales generaron en 2018 unos US\$120.7 millones (Q933 millones) en divisas (Prensa libre, 2018 & Pelico, 2018), esta cifra equivale a un crecimiento del 6 % en base al 2017 (Pelico, 2018). La producción de plantas ornamentales en Guatemala genera empleo indirecto a más de sesenta mil personas y directo a más de veinte mil, de las cuales el 80 % son mujeres del área rural del país (AGEXPORT, 2014).

El país cuenta con 500 especies, 3 mil variedades de plantas ornamentales, 10 especies de flores y más de 12 de follaje para ofrecer al mercado internacional (Prensa libre, 2018, Pelico, 2018 & Vásquez, 2019) incluyendo a la curarina, según AGEXPORT, los principales mercados de exportación son Estados Unidos (44 %) y Unión Europea (40 %) (Prensa libre, 2018 & Pelico, 2018).

Durante los últimos 22 años, la empresa Plantaciones Jure, S.A. ha sido pionera en la producción y exportación de la curarina (*Sansevieria* spp.), en el año 2017 se exportaba en promedio 6 a 8 contenedores mensuales y para el año 2018 se estimaba un incremento del 5 % (Retolaza Estrada, 2017a), esta planta ornamental se exporta a la Unión Europea y a Estados Unidos. El diagnóstico se realizó en la finca Laurentii ubicada en Cuyuta, Masagua, Escuintla de febrero a abril de 2017.

El proceso productivo del cultivo de curarina se divide en dos áreas: 1) área agronómica: se realiza el manejo agronómico del cultivo, como el riego (lámina de 10 mm y frecuencia de 14 días), preparación de suelo (arado y rastra), trasplante de plantas madres (alturas mayores a 50.8 cm -20 in-), planificación de la fertilización (orgánica, granular y foliares), poda de saneamiento (hojas o plantas con signos y síntomas de enfermedades),

propagación de plantas para exportación, así como planificación, monitoreo y manejo de plagas, enfermedades y plantas arvenses y 2) área de procesamiento y empaque: se trabajan en dos galeras de procesamiento de plantas de “*Unrooted cutting*” (URC, plantas sin raíces ni suelo, se envían a Estados Unidos), así como proceso de “*pre finished*” (vasos plásticos) y “*finished*” (maceta) (son enviados a la Unión Europea), se realiza un monitoreo del control de calidad desde el lavado hasta la selección y empaque del producto.

Las enfermedades que afectaron al cultivo de curarina en el periodo de 2012 al 2017 son doce, las tres principales que han presentado una mayor incidencia en este periodo son: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., y *Erwinia* sp., mientras que las de menor incidencia han sido *Phytophthora* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Macrophoma* sp., y *Glomerella cingulata*.

La actividad que requiere una mayor inversión en el manejo agronómico del cultivo de curarina es el manejo de plantas arvenses con un costo total de Q 732, 597.77 (Herrera, 2017 & Juárez Santizo, 2017) que corresponde al 21 % de los costos totales por año.

En el diagrama de Pareto del proceso de “*finished*” y “*pre finished*” del cultivo de curarina se identificó que en la finca Laurentii los problemas encontrados: 1) hormonado (20 errores, 64.52 %) por no dejar el tiempo adecuado (10 min) para que la planta absorbiera la cantidad de hormona necesaria para el enraizamiento , 2) lavado (6 errores, 19.35 %), cuatro errores por no eliminar plantas de rechazo con daños mecánicos, problemas de signos y síntomas de enfermedades (pudriciones, manchas, necrosis o clorosis) y dos por no lavar adecuadamente las plantas, 3) destroncado (2 errores, 6.45 %) por dejar menos de 2.54 cm (1 in) del rizoma, 4) desinfección (2 errores, 6.45 %) por no agregar fungicida cuando se eliminaron hojas de la planta y por último 5) envasado (1 error, 3.23 %) por una mala distribución de las plantas en el vaso; se solucionaron los errores capacitando al personal encargado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Determinar el estado actual del proceso productivo del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.) en la finca Laurentii, Cuyuta, Masagua, Escuintla, Guatemala.

1.2.2 Objetivos específicos

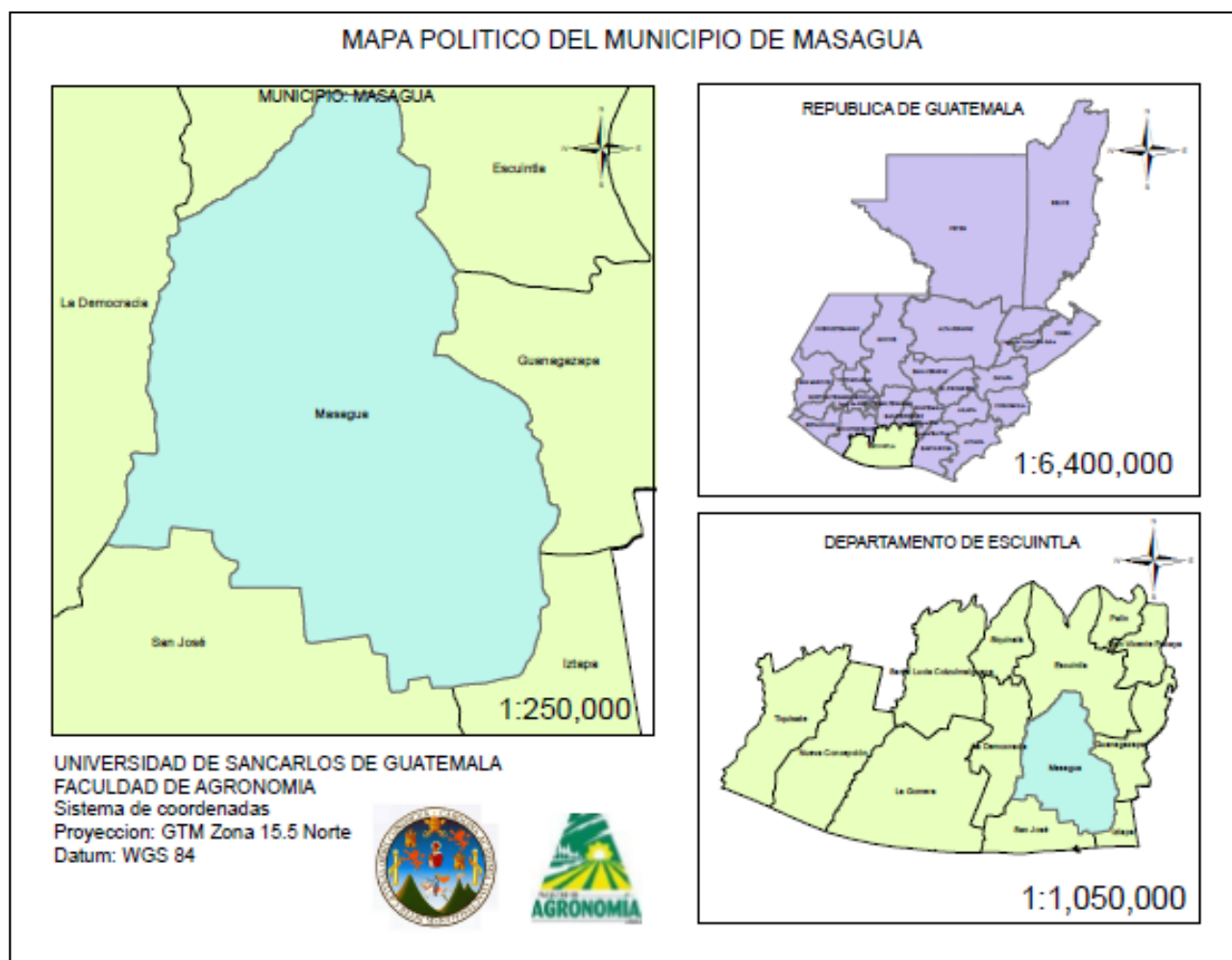
1. Describir el proceso productivo del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.).
2. Conocer las enfermedades y plagas que afectan al cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.).
3. Identificar la actividad con mayores costos en el cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.).
4. Analizar por medio del diagrama de Pareto el proceso de “*finished*” y “*pre finished*” del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.).

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 Marco referencial

A. Ubicación

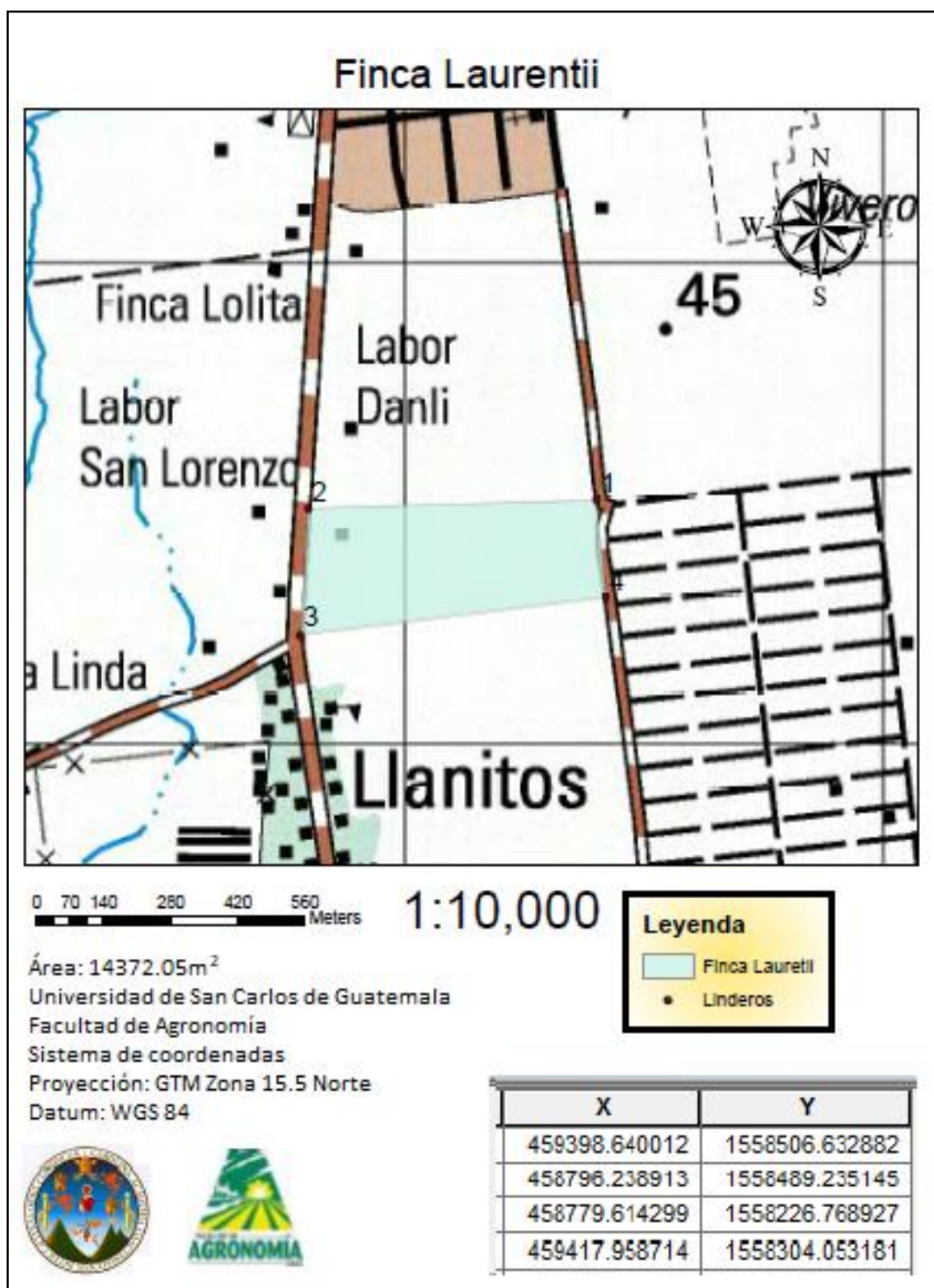
El municipio de Masagua se encuentra ubicado en el departamento de Escuintla en la región de la costa Sur de la república de Guatemala, se localiza aproximadamente a 12 km de la cabecera departamental y a 71 km de la ciudad de Guatemala (figura 1).



Fuente: MAGA 2001, Adaptado por Montejó Díaz, 2017.

Figura 1. Mapa político del Municipio de Masagua, Escuintla, Guatemala.

La finca Laurentii está ubicada en el municipio de Masagua, se encuentra en las coordenadas GTM 459135,1558377 (figura 2).



Fuente: MAGA 2001, Adaptado por Montejó Díaz, 2017.

Figura 2. Ubicación de la finca Laurentii, Masagua, Escuintla.

B. Altitud de la finca

La altura sobre el nivel del mar en el que se encuentra la finca Laurentii es desde 38 m a 40 m s.n.m. (MAGA, 2001).

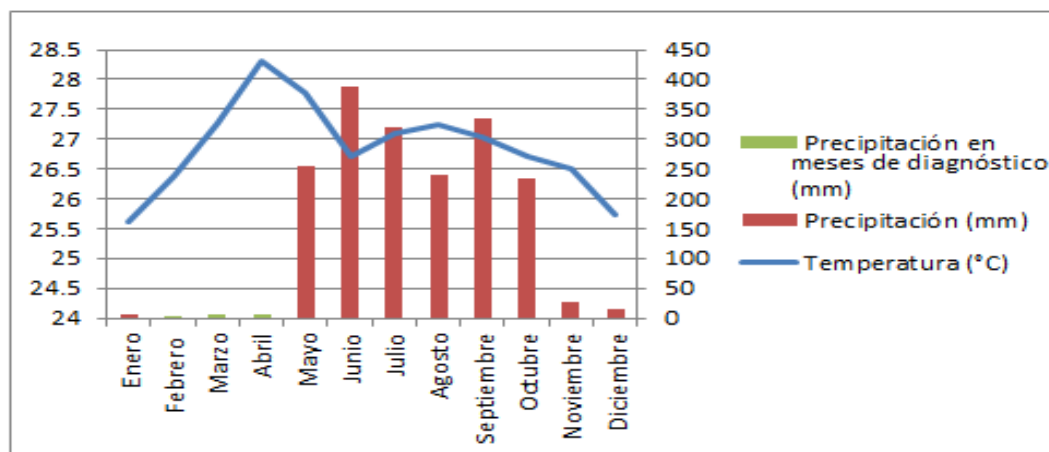
C. Temperatura

En base a la estación Trinidad para el año 2017 la temperatura media anual fue de 26.94 °C, con variación mínima de 3.8 °C entre los meses menos cálidos (de noviembre a enero, con temperaturas promedio de 23.14 °C) y los meses más calurosos (de marzo a mayo, con temperaturas medias de 37.2 °C). La distribución diaria de la temperatura sigue una curva que alcanza los valores máximos entre las 12:00 y 15:00 horas y los valores mínimos entre las 19:00 y las 07:00 horas (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), 2018).

D. Precipitación

La precipitación pluvial promedio anual del año 2017 fue de 1,693.40 mm teniendo menores precipitaciones en enero, febrero, marzo, abril y diciembre y las máximas en junio, julio y septiembre como se identifican en el climadiagrama de la finca Laurentii (figura 3) con datos de la estación Trinidad, Masagua, Escuintla (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), 2018).

En la figura 3 se observa el climadiagrama de la finca Laurentii con datos de la Estación Trinidad ubicado en el municipio de Masagua, Escuintla, en la gráfica se identifican los meses en que se realizó el diagnóstico (febrero a abril correspondiente a la época seca), realizando los recorridos y entrevistas a los encargados de cada proceso.



Fuente: ICC, Adaptado por Montejo Díaz, A., 2018

Figura 3. Climadiagrama de la finca Laurentii, con datos de la Estación Trinidad, Masagua, Escuintla.

E. Suelos

Los suelos de la finca Laurentii se encuentran localizados en la región fisiográfica tierras de la Llanura Costera del Pacifico. Esta plataforma con su parte emergida localizada en el Sur del país, forma la planicie costera y representa el 9 % del área total de la república (ICTA, 1994, INAB, 2001), los suelos son de vocación agrícola (MAGA, 2001). Se encuentra sobre una formación geológica constituida por aluviones cuaternarios. En su mayoría, los materiales son de origen piroclástico, producto de explosiones volcánicas, predominando las cenizas volcánicas, las arenas, las piedras pequeñas o lapillo y las tobas volcánicas (IGN, 1977). Hay dominancia de fracciones volcánicas principalmente andesíticas y basálticas, constituyendo abanicos laharicos fluviales (MAGA, 2001).

Según la metodología del INAB se reconoce la capacidad de uso en la finca Laurentii de Agroforestería con cultivos anuales (Aa) el cual según la intensidad está en sobre uso (MAGA, 2001).

En la finca y en base al estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del Sur de Guatemala el orden es molisoles con el subgrupo Typic Hapludolls (MAGA, 2001).

La textura del suelo de la finca *Laurentii* es franco-arenosa y arenosa, con un drenaje excesivo, relieve llana entre 1 % y 2 %, profundidad efectiva de 40 cm (categoría: delgado) pertenece a la serie de suelos Paxinama (MAGA, 2001).

F. Zona de vida

La finca se encuentra ubicada en el Bosque Húmedo subtropical (cálido), bh-Sc. Esta zona de vida comprende dos áreas de Guatemala: la zona baja, una faja de 10 km a 20 km de ancho que va desde El Salvador a México en la Costa Sur y en la parte Norte del país, en el departamento de Petén, abarca el Norte de Melchor de Mencos, lago de Petén Itzá, laguneta Ijá hasta el río Usumacinta (De la Cruz, 1982).

Esta zona de vida se caracteriza por tener una precipitación media de 2000 mm, biotemperatura de 24.5 °C con elevaciones que van de 0 m a 800 m s.n.m. con una topografía suave; las especies indicadoras de esta zona de vida son *Sterculia apetaba*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Chlorophora tinctoria* y *Cordia alliodora* (MAGA, 2001).

G. Actividades en la finca

La finca se dedica a la producción y exportación de la planta ornamental de follaje curarina (*Sansevieria* spp.).

1.3.2 Marco teórico

Variedades de curarina (*Sansevieria* spp.) que tiene la finca:

- **Laurentii:** se caracteriza por sus hojas verde oscuro con rallas poco uniforme con distintos colores de verdes y grises (variegadas) con bordes amarillos (figura 4), pueden alcanzar alturas de hasta 127 cm (50 in) (Retolaza Estrada, 2017a & Osorio Hernández, 2017).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 4. Plantas de curarina var. Laurentii

- **Zeylanica:** se caracteriza por presentar hojas verde oscuro con rallas poco uniforme con distintos colores de verdes y grises (variegadas), con bordes blancos (figura 5), pueden alcanzar hasta 139.70 cm (55 in) (Retolaza Estrada, 2017a & Osorio Hernández, 2017).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 5. Plantas de curarina var. Zeylanica

- **Coral:** se caracteriza por presentar hojas verde oscuro intenso con rallas poco uniforme con distintos colores de verdes y grises (variegadas), con bordes verdes oscuros (figura 6), pueden alcanzar hasta 121.92 cm (48 in) (Retolaza Estrada, 2017a & Osorio Hernández, 2017).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 6. Plantas de curarina var. Coral

- **Futura superba:** similar a la Laurentti, las hojas son un poco más anchas y más cortas, y es una variedad más pequeña (figura 7), pueden alcanzar hasta 45.72 cm (18 in) (figura 6) (Retolaza Estrada, 2017a & Osorio Hernández, 2017).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 7. Plantas de curarina var. Futura superba

- **Futura green:** se caracteriza por sus hojas anchas y alargadas, atigradas con bordes blancos (figura 8), pueden alcanzar hasta 50.80 cm (20 in) (Retolaza Estrada, 2017a & Osorio Hernández, 2017).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 8. Plantas de curarina var. Futura green

- **Moonshine:** las hojas son verde musgo, y es una variedad más pequeña (figura 9), pueden alcanzar hasta 45.72 cm (18 in) (Retolaza Estrada, 2017a & Osorio Hernández, 2017).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 9. Plantas de curarina var. Moonshine

1.4 METODOLOGÍA

Para determinar el estado actual del proceso productivo del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.) de la empresa Plantaciones Jure, S.A., se utilizó técnicas de observación, recorridos de campo y diálogos con los encargados de cada proceso;

haciendo uso de los instrumentos: libreta de campo, matriz de actividades, cámara digital así como los registros de plagas y enfermedades diagnosticadas en las fincas de la empresa.

1.4.1 Proceso productivo del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

Para conocer el proceso productivo de cada área, se utilizó mediante recorrido de campo y áreas de procesamiento con la observación y dialogo con los encargados de cada área.

1.4.2 Enfermedades y plagas que afectan al cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

Para conocer las plagas y enfermedades que afectan al cultivo, se revisaron los registros de los resultados de monitoreo y diagnóstico de plagas y enfermedades de los últimos seis años de todas las fincas de la empresa, realizados por el Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental –PIPAA–.

Además se realizó un muestreo de enfermedades, estas muestras se enviaron al Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía –CDP–.

1.4.3 Actividad con mayores costos en el cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

Se realizó una entrevista al administrador de la empresa conjuntamente con el encargado de las fincas para identificar la actividad donde se invierte la mayor cantidad de dinero por la empresa.

1.4.4 Análisis del proceso de “*finished*” y “*pre finished*” por medio del diagrama de Pareto en el cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

Con base al proceso productivo obtenido del procesamiento de plantas se realizaron 20 seguimientos en las áreas de procesamiento de “*finished*” y “*pre finished*” para identificar si las actividades de lavado, destronado, hormonado, desinfección, envasado y enmacetado se realizan según lo planificado.

Al finalizar se realizó una síntesis de la información recabada para su posterior análisis, así como la elaboración de un diagrama de Pareto para identificar los problemas en cuanto al proceso de envasado y enmacetado para plantear soluciones a los mismos.

1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.5.1 Proceso productivo del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

A. Área agronómica

a. Riego

El tipo de riego que utiliza en la finca es el método por aspersión con tubo picado, que consiste en realizar perforaciones en múltiplos de 2 y 3 alternos a lo largo del tubo a una distancia de 2.54 cm (1 in), el material es de PVC de 100 PSI con diámetro 7.62 cm (3 in); un área efectiva de 436.50 m cuadrados por hora, con una frecuencia de riego de 14 días en época seca, aplicando una lámina de riego de 10 mm (Juárez Santizo, 2017) (figura 10).



Figura 10. Riego por aspersión con el método del tubo picado.

Durante la época lluviosa se riega muy poco, una vez al mes según la frecuencia de lluvia y la temperatura.

b. Preparación de suelo y trasplante

Se realiza principalmente en época lluviosa para que el hijuelo tenga las condiciones de humedad adecuadas y garantice un mayor porcentaje de enraizamiento, también se puede hacer en época seca siempre y cuando se cuente con riego frecuente.

La preparación del suelo inicia con la mecanización del mismo, con un paso de arado (figura 11) y uno de rastra, luego se delimita la cama con rafia, las dimensiones de la cama es de 2 m por 97 m, teniendo así un área total de cultivo de 194 m² por cama, seguidamente se procede a realizar agujeros con pala dúplex (el suelo es de textura franco-arenosa) a una distancia de 35 cm entre planta y 25 cm entre hileras (cada cama tiene 8 hileras), además la distancia entre camas (calle) es de 50 cm; cada cama tiene aproximadamente 2,217 plantas madres (figura 12) (Juárez Santizo, 2017).



11. Preparación de suelo para la siembra: pasada de arado.



Figura 12. Camas preparadas para el trasplante.

Las plantas madres que se trasplantan se obtienen de las áreas cultivadas, estas se seleccionan según los siguientes parámetros (Retolaza Estrada, 2017b) (figura 13):

- Tamaño, el cual tiene que ser mayor a 50.8 cm (20 in) para disminuir el tiempo de brotación.
- Cantidad de hojas, de 2 en adelante.
- Vigorositad, plantas bien desarrolladas.



Figura 13. Plantas madres de curarina listas para el trasplante (división de rizomas).

Después del corte las plantas madres son tratadas sumergiendo el rizoma en 2 recipientes separados, el primero contiene *Prochloraz* que es el ingrediente activo de fungicida-bactericida, que se utiliza contra enfermedades como: *Fusarium*, *Colletotrichum* y *Gloeosporium sansevieria*, también se puede utilizar fungicidas a base de cobre. El segundo recipiente contiene un regulador de crecimiento vegetal a base de ácido indolbutírico, ácido indol-3-butírico o ácido 1H-indol-3-butanoico (IBA, 1250 ppm) (Juárez Santizo, 2017).

Ácido Indolbutírico (IBA) es un fitorregulador auxínico sintético comúnmente utilizado por su estabilidad, ya que es muy resistente a la oxidación por la luz, enzimas u otros agentes, favorece el enraizamiento por la formación de raíces adventicias porque modifican la extensibilidad celular, al producir factores que ablandan la pared celular (Azcón-Bieto & Talón, 2000).

Luego de la aplicación de fungicida-bactericida y el IBA, las plantas son trasladadas al área de siembra (Juárez Santizo, 2017).

Al momento del trasplante se aplica 3 g de fertilizante alto en fósforo (se puede utilizar 20-20-0 y 18-46-0) en el fondo del agujero (Juárez Santizo, 2017), le ayudará a la planta a establecer un sistema de raíces y tener una primera temporada de crecimiento fuerte (SACSA, 2016).

c. Fertilización

La curarina es una planta ornamental de follaje, por lo que es preferible usar fertilizantes con alto contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K); además el nitrógeno tiene que aplicarse en mayor cantidad, ya que favorece el desarrollo de las partes verdes. Sin embargo, el fertilizante además de poseer macroelementos (NPK), también debe contener microelementos como magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), cinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo) entre otros (Elicriso, 2016).

Para la nutrición de las plantas en la finca se aplica tanto fertilizante foliar químico así como orgánico y químico al suelo con base al análisis del suelo anual para suplir los requerimientos nutricionales de la planta (Juárez Santizo, 2017).

- Fertilizante Foliar (24.5-12-00 más EM), aplicando 1 vez por semana, dosis de 1.66 kg/ha (2.55 lb/mz).
- Dos fertilizaciones orgánicas al suelo al año, utilizando Fertilizante Biocofya, dosis de 1,624.91 kg/ha (25 qq/mz) (Cada seis meses).
- Una vez por mes se aplica fertilizante químico al suelo, utilizando una relación de 4:1 de triple 15 (15-15-15) y urea (46-0-0), dosis de 260.89 kg/ha (4 qq/mz) y 65.22 kg/ha (1 qq/mz) respectivamente.

d. Poda de saneamiento en plantación

Se realiza únicamente la poda de saneamiento, se eliminan las hojas que poco a poco se desecan para evitar que se conviertan en vehículo de enfermedades parasitarias, así como hojas con síntomas o signos de enfermedades para reducir la diseminación y proliferación de enfermedades (Juárez Santizo, 2017).

El equipo que se utiliza para la poda tiene que estar limpio y desinfectado, para evitar infectar los tejidos, como desinfectante se puede utilizar yodo (Juárez Santizo, 2017).

e. Propagación

La propagación de la curarina es asexual y pueden ser: por división del rizoma o por esqueje foliar.

1. División del rizoma

La división se realiza según los requerimientos de extensión si es el caso de trasplante (área nueva o resiembra, ver el apartado de trasplante) o para el área de procesamiento del producto terminado para su exportación. Se separa delicadamente los hijuelos de la planta madre por división del rizoma.

La curarina presenta rizoma y sus hojas se desarrollan verticalmente, separadas del hijuelo de la planta madre con las medidas de cosecha ya establecidas con un cuchillo afilado y desinfectado (yodo), estas divisiones tienen que tener una porción de rizoma, así como provistas de 2 o más hojas por cada hijuelo.

Si los hijuelos cosechados son para exportación (figura 14) se tratan aplicando al rizoma un fungicida-bactericida a base de *Prochloraz* debido al corte, para evitar eventuales ataques de enfermedades, además se agrega Acido Índol Butírico (IBA) (1250 ppm) para acelerar el enraizamiento de los mismos, se realiza el trasplante en el recipiente (de exportación o multiplicación) en un sustrato con aserrín seco de pino y piedra pómez en relación 3:2.



Figura 14. Hijuelos cosechados para enraizado y procesamiento de producto finalizado de exportación del cultivo de curarina var. Laurentii.

2. Esqueje foliar

Se puede multiplicar una hoja, la cual se divide con un cuchillo afilado y desinfectado (yodo) en porciones aproximadamente de 5 cm y se colocan, tomando en cuenta la dirección del crecimiento.

Las porciones de hojas se desinfectan con fungicida-bactericida a base de Prochloraz debido al corte realizado para evitar eventuales ataques de enfermedades, además se puede utilizar Acido Índol Butírico (IBA) (1250 ppm) para acelerar el enraizamiento de los mismos, se realiza el trasplante en el recipiente de multiplicación o maceta en un sustrato con aserrín seco de pino y piedra pómez en relación 3:2.

Se pueden colocar los esquejes de hoja en grupos de 2 o 3 en la misma maceta o recipiente de multiplicación (figura 15), se tienen que mantener en lugares con poca incidencia de luz.



Figura 15. Multiplicación por esqueje de hoja de curarina (*Sansevieria* spp.).

Si se realiza la división por esqueje de hoja y es una curarina variegada como la variedad *Laurentii* (es decir que tenga colores amarillos en su borde), el resultado será una variedad diferente en este caso será *Zeylanica* (planta verde sin bordes amarillos, figura 16), debido a que esta variedad presenta quimera periclinal, es decir que las células de su ápice vegetativo mutan presentando un número cromosómico diferente al normal (Sánchez, 2014).



Figura 16. Esquejes de hoja de variedad *Laurentii* dando origen a hijuelos de variedad *Zeylanica*.

f. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo

Según Juárez Santizo (2017) para enfermedades se aplica principalmente productos fungicidas-bactericidas (*Benzimidazol*, *Benzotiazol*, *Prochloraz* o a base de cobre) tomando en cuenta las indicaciones del producto, dosis e intervalo de aplicación; los principales patógenos que afectan a la curarina son *Fusarium* (figura 17) y *Erwinia*.

Mensualmente mediante inspección de plantas con síntomas o signos de enfermedades o plagas, se colectan muestras para ser diagnosticadas por el Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental –PIPAA– del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA– certificadora que avala el producto para exportación, el cual debe estar libre de plagas y enfermedades (Retolaza Estrada, 2017a).



Figura 17. Plantas de curarina con signo de enfermedad fúngica (*Fusarium* sp.).

g. Manejo de plantas arvenses en el área productiva

Para el manejo de plantas arvenses la empresa utiliza los métodos manual y químico, alternándolos. El herbicida utilizado en áreas de aplicación es el Glifosato.

h. Cosecha de hijuelos

Se cosechan plantas hijas (por división de plantas. La cosecha se realiza de forma manual utilizando un cuchillo cortando en medidas que van desde 15.24 cm (6 in) hasta 114.3 cm (45 in), estas dependen directamente de los requerimientos del cliente (Osorio Hernández, 2017).

Medidas de plantas a cosechar según requerimientos del cliente (Osorio Hernández, 2017):

- 15.24 cm a 20.32 cm (6 in a 8 in).
- 20.32 cm a 25.40 cm (8 in a 10 in).
- 22.86 cm a 30.48 cm (9 in a 12 in).
- 25.40 cm a 30.48 cm (10 in a 12 in).
- 30.48 cm a 38.10 cm (12 in a 15 in).
- 38.10 cm a 45.72 cm (15 in a 18 in).
- 45.72 cm a 50.80 cm (18 in a 20 in).
- 50.80 cm a 55.88 cm (20 in a 22 in).
- 55.88 cm a 60.96 cm (22 in a 24 in).

- 60.96 cm a 66.04 cm (24 in a 26 in).
- 66.04 cm a 71.12 cm (26 in a 28 in).
- 71.12 cm a 76.20 cm (28 in a 30 in).
- 76.20 cm a 81.28 cm (30 in a 32 in).
- 86.36 cm a 91.44 cm (34 in a 36 in).
- 91.44 cm a 101.60 cm (36 in a 40 in).
- 101.60 cm a 114.30 cm (40 in a 45 in).

Para que la planta sea cosechada (figura 18), debe estar libre de daños mecánicos (por plagas no se han tenido registros) y enfermedades.



Figura 18. Cosecha de hijuelos de curarina variedad Zeylanica en la finca La Misión para exportación.

Después de cosechar, los hijuelos son colocadas en centros de acopio (áreas con sombra) en cajas plásticas y luego transportados al área de lavado por medio de un carretón halado por un tractor (Osorio Hernández, 2017).

En proceso de cosecha se desinfecta la herramienta de corte (cuchillo) cada media hora para evitar la diseminación de enfermedades por el personal de trabajo con yodo (12.50 cm³ de yodo puro por 1 l de agua).

B. Área de procesamiento y empaque

a. Procesamiento de plantas de curarina

Antes de realizar alguna actividad de procesamiento de plantas, estas son transportadas de campo hacia el área de descarga de planta para los cuales se debe tomar en cuenta Osorio Hernández, 2017):

- Tener cuidado al subir o bajar la planta para evitar daño mecánico (agarrar la planta del rizoma (tallo), no de las hojas.
- Buscar áreas con menor cantidad de sol para dejar la planta.
- Las primeras plantas que entran son las que se procesan primero. Por variedades puede haber excepciones si se observa la susceptibilidad de las planta: 1. Laurentii 2. Moonshine, 3. Black gold, 4. Coral, 5. Futura superba, 6. Zeylanica y 7. Futura Green.
- Identificar de que finca proviene la planta al lavar para conocer la procedencia así como el rechazo de galera para tener un mejor control.
- Llevar el control de planta sobrante si es el caso de URC (plantas sin suelo ni raíz) para enviarlo al siguiente contenedor si fuera de la misma medida y si no fuera el caso se traslada al proceso de “*finished*” y “*pre finished*” para no perder ese producto.
- Llevar un control del número de plantas que ingresa a cada área (manejar envíos de traslado) para tener un mejor control de las plantas según la lista de empaque del contenedor.
- En cada área de procesamiento de plantas y enraizamiento hay pediluvio (12.5 cm³ de cloro por 1 l de agua), por lo que es obligatorio desinfectarse el calzado para evitar la contaminación de las plantas por hongos o bacterias.
- Además el material y equipo que se encuentre en las galeras y área de enraizamiento así como el suelo es asperjado con una solución de cloro (37.5 cm³ por 16 l de agua).

Existen tres formas de procesar la planta según sea el país de destino:

1. Proceso en “Unrooted cutting” –URC–

Las plantas que reciben este proceso no lleva suelo ni raíz, y son enviadas a Estados Unidos, se envía plantas según el número de hojas por planta (van de 2 y de 3 hojas) y por tamaños (Osorio Hernández, 2017).

- **Lavado:** Campos Ruiz (2017) & Osorio Hernández (2017) se realiza con agua, para eliminar la tierra y al mismo tiempo se selecciona la planta adecuada para exportación que no lleve daños mecánicos, signos y síntomas de enfermedades (pudriciones, manchas, necrosis o clorosis); con un cuchillo se elimina la raíz y exceso de rizoma (se deja de 1.27 cm a 2.54 cm – ½ in a 1 in), y se procede:
 - Ingresar la planta a la pila, primero el tallo y por último las hojas al sumergir tener cuidado con el ápice (puntas) de la planta por el daño mecánico.
 - Colocar como máximo 2 canastas por pila para lavado, para evitar el daño al ápice (punta) de la hoja.
 - Que las plantas estén bien lavadas.
- **Baño:** después del lavado, en una pila se procede al baño total de la planta por 3 minutos, por cada 50 l de agua se utiliza 137.5 cm³ de Vydate® L, 50 cm³ de Mirage® 45 SL y 50 cm³ de corrector de pH (Campos Ruiz, 2017 & Osorio Hernández, 2017).
- **Parado y secado:** después del baño, se aplica únicamente al rizoma una solución de fungicida para la cicatrización del corte y disminuir la incidencia de enfermedades por la herida (1 cm³ de Mirage® 45 SL por un litro de agua) esta solución se coloca en un recipiente plástico (balde, palangana o guacal) con una altura de la solución de 5.08 cm (2 in) (Campos Ruiz, 2017 & Osorio Hernández, 2017).

El piso donde se coloca la planta para el secado se desinfecta antes con una solución de agua y cloro (25 cm³ de cloro por 20 l de agua) (Campos Ruiz, 2017 & Osorio Hernández, 2017).

Las plantas se colocan de forma ordenada en el piso por 2 días (Campos Ruiz, 2017 & Osorio Hernández, 2017).

- **Selección:** transcurridos los dos días de secado, las plantas son seleccionadas, extrayendo las que tienen problemas mecánicos, y las que presenten signos y síntomas de enfermedades (pudriciones, manchas, necrosis o clorosis) (Campos Ruiz, 2017 & Osorio Hernández, 2017) para luego ser empacadas.

Si es necesario se eliminan hojas con síntomas o signos de enfermedades ya sean bacterianas o fúngicas (pudriciones, manchas, necrosis o clorosis) después de eliminarlas se sumerge de nuevo el rizoma en una solución de Mirage® 45 SL (1 cm³ /1 l de agua) verificando la cantidad de hojas que debe tener esas plantas.

2. Proceso en “*pre finished*” y “*finished*”

Los procesos que se procesan como “*pre finished*” (vasos plásticos) y “*finished*” (maceta) son enviados a la Unión Europea, debido a que se envían plantas enraizadas y con sustrato.

- **Lavado:** se realiza con una solución de agua y cloro (0.3 cc por 3.785 l de agua) eliminando tierra y exceso de raíz, además se selecciona la planta adecuada para exportación (sin daños mecánicos, signos y síntomas de enfermedades como pudriciones, manchas, necrosis o clorosis) (Vargas Vasquéz, 2017 & Osorio Hernández, 2017), para esta actividad se recomienda:
 - Ingresar la planta a la pila (capacidad de 2.50 m³) primero el tallo y por último las hojas, al sumergir estas plantas tener cuidado con el ápice (puntas) de la hoja.
 - Colocar como máximo 2 canastas por pila para lavado, para evitar el daño al ápice de la hoja.
 - Que las plantas estén bien lavadas.
- **Destroncado:** se deja 2.54 cm (1 in) del rizoma para la producción de raíz nueva con la ayuda de un cuchillo (Vargas Vasquéz, 2017 & Osorio Hernández, 2017), para esta actividad se recomienda:

- Realizar un corte sesgado del tallo para que sea fácil colocarlas y acomodarlas dentro del vaso en el caso de “*pre finished*”, en el tallado se elimina el exceso de tallo.
- Desinfectar el cuchillo con solución de yodo (12.50 cm^3 de yodo por 1 l de agua); la solución de yodo se cambia cada 2 días.
- Desinfectar cada hora el cuchillo.
- **Hormonado:** se utiliza regulador de crecimiento IBA a una concentración de 1,250 ppm, se agrega únicamente en el rizoma (Vargas Vasquéz, 2017 & Osorio Hernández, 2017), para esta actividad se recomienda:
 - Dejar una altura promedio de hormona de 1 in (2.54 cm).
 - Después de sumergir la planta en hormona dejar mínimo 10 minutos de espera para que la planta absorba el producto y así mejorar el enraizamiento.
- **Desinfección del corte del rizoma:** se sumerge en una solución de fungicida el rizoma únicamente para que haya una mejor cicatrización y disminuir la incidencia de enfermedades (1 cm^3 de Mirage® 45 SL, 1 cm^3 de corrector de pH y 1 l de agua) (Vargas Vasquéz, 2017), para esta actividad se recomienda:
 - Desde este paso ya no se elimina tallo debido a que ya se aplicó IBA (si hay excepciones es necesario colocar de nuevo el rizoma de la planta en hormona).
 - La envasadora o enmacetadora es la encargada de sumergir el tallo en esta solución.
- **Envasado o enmacetado:** aquí se diferencia en cuanto a la presentación si es “*pre finished*” o “*finished*” respectivamente.
 - “**Pre finished**”: el envasado se trabaja con un sustrato homogéneo desinfectado (solución por cada l de agua: 2.50 cm^3 de Folpan® 50 WP y 3.15 cm^3 de Vydate® L) de aserrín seco de pino y piedra pómez en una relación de 3:2, este sustrato es agregado a vasos plásticos transparentes (8, 10 y 16 onzas, según el tamaño de la planta) colocando de cinco a seis plantas para obtener 15 hojas que solicita el cliente (Vargas Vasquéz, 2017 & Osorio Hernández, 2017), para esta actividad se recomienda:

- Las envasadoras tienen que verificar que los vasos tengan agujeros antes de usarlos.
- La altura máxima del sustrato es de 1.27 cm ($\frac{1}{2}$ in).
- Todos los tallos en cuanto al proceso tienen que quedar a un mismo nivel del vaso (homogéneo/uniforme).
- **“Finished”**: la presentación es en maseta, y se utilizan dos tipos: No. 9 para plantas de 22.86 cm a 30.48 cm (9 in a 12 in) y No. 11 para 30.48 cm a 38.10 cm (12 in a 15 in); se utiliza peat moss con el 10 % de piedra pómez para sustrato, se colocan de tres a cuatro plantas para obtener 10 hojas por maceta (Vargas Vasquéz, 2017 & Osorio Hernández, 2017).
- **Enraizamiento**: las macetas y los vasos son colocados en canastas para transportarlos hacia el enraizador, por 4 semanas en un área de sarán que cuenta con 50 % de luz y sistema de riego de micro-aspersión (una lámina de riego de 5 mm cada 2 días), en esta área se fumiga una vez por semana (por cada litro de agua, 4.60 cm³ de Vydate® L, 3.10 cm³ Master cob®, 6.25 g de Mancozeb® y 1.56 g de Agrimisin® este último se aplica cada 15 días) (Osorio Hernández, 2017).

Para mejorar la aplicación de productos en el enraizador dejar espacio entre cajas.

Se hace un seguimiento para el control de calidad, realizando podas de saneamientos constantes, eliminando con cuchillo las hojas dañadas o con signos y síntomas de enfermedades como pudriciones, manchas, necrosis o clorosis (se aplica una solución de fungicida: 1 cm³ Mirage® 45 EC por 1 l de agua) (Osorio Hernández, 2017). En esta área se verifica que el producto este enraizado (figura 19).



Figura 19. Verificación del enraizamiento de plantas de curarina.

Cada producto ingresado a esta área se identifica con los siguientes datos:

- Número de contenedor
 - Variedad de planta
 - Presentación: tamaño
 - Número total de producto (*“finished”* y *“pre finished”*)
 - Fecha de ingreso de producto.
 - Fecha de salida de producto.
- **Selección:** se eliminan hojas con problemas de daño mecánico o enfermedades aplicando fungicida en la herida realizada, para evitar la diseminación de enfermedades (1 cm³ Mirage® 45 EC por 1 l de agua) (figura 20).



Figura 20. Selección de plantas de curarina procesadas en el área de *“finished”*.

b. Empaque y preparación de plantas

El empackado se realiza en gavetas de madera de pino certificada por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA– (sin corteza y tratada, figura 21). Estas se construyen en la carpintería, la que se fumiga con Dismetrina® 25 EC (1.56 cm³ por litro de agua).



Figura 21. Engavetado de plantas de la variedad Zeylanica procesadas de URC (plantas sin suelo ni raíz) para enviar a Estados Unidos.

Las gavetas se organizan en torres según el dibujo proporcionado al cliente, las torres van desde 2 gavetas para plantas con tamaños de 101.60 cm a 114.30 cm (40 in a 45 in) hasta 6 gavetas para plantas de 22.86 cm a 30.48 cm (9 in a 12 in) (figura 22) según el tamaño de las plantas de curarina a enviar; el tamaño de las gavetas van de 99.06 cm (39 in) de ancho por 116.84 cm (46 in) de largo y la altura depende de la medida de planta a exportar, se les deja un espacio extra de la medida máxima (luz) de la planta para evitar daños mecánicos al ápice en el traslado, por ejemplo para la presentación de “*finished*” la altura de la gaveta es de 43.18 cm (17 in) correspondientes a la altura de la planta de 30.48 cm a 38.10 cm (12 in a 15 in) por la luz de 5.08 cm (2 in), el tamaño de la luz de la gaveta dependerá del tipo de presentación a exportar (cuadro 1).



Figura 22. Torres listas de curarina de producto URC (plantas sin suelo ni raíz) para ser cargadas al contenedor rumbo a Estados Unidos.

Cuadro 1. Ejemplos de la altura de gavetas según el tipo de presentación del producto a enviar.

Presentación	Luz en centímetros (pulgadas)	Ejemplo: medidas de la planta en centímetros (pulgadas)	Altura de la gaveta en centímetros (pulgadas)
"Finished"	5.08 (2)	30.48 a 38.10 (12 a 15)	43.18 (17)
"Pre finished"	7.62 (3)	38.10 a 45.72 (15 a 18)	53.34 (21)
URC	5.08 (2)	86.36 a 91.44 (34 a 36)	96.52 (38)

Las gavetas son tratadas con fungicida (1.56 cm^3 de Folpan® 50 WP) e insecticida-nematicida (1.56 cm^3 de Vydate®) por l de agua, antes de colocar las plantas, la madera de las gavetas van cubiertas del lado interno con papel periódico para prevenir el daño mecánico (por roce) y se coloca en el fondo un costal de malla de polipropileno (Osorio Hernández, 2017).

El área interna y externa del área de embarques (área de seleccionado) así como el contenedor es tratado antes de iniciar el empaque del producto con insecticida (1.56 cm^3 de Dismetrina® 25 EC por litro de agua) para prevenir el traslado de algún insecto que pueda afectar el ingreso del contenedor al país de destino (figura 23) (Osorio Hernández, 2017).



Figura 23. Fumigación del contenedor con insecticida (Dismetrina® 25 EC) para prevenir el traslado de algún insecto al país de destino.

Se monitorea y se inspecciona todas las plantas al momento de ser cargado el contenedor para detectar si existe alguna planta con daños mecánicos o por enfermedades, y si es así se retira del área y se reemplaza con otra planta que cumpla con los requisitos de exportación.

Después que las torres están debidamente ordenadas según el dibujo (20 torres o “pallets” en total) se colocan en el contenedor (figura 24), este último inspeccionando el equipo de refrigeración, respiraderos libres y limpios, el termoking del contenedor en perfectas condiciones, la temperatura de traslado del producto final en el contenedor es de -8.89°C (16° Fahrenheit). En el caso de exportar hacia la Unión Europea se le agrega fosforo de aluminio (60 pastillas por contenedor) para evitar el traslado de insectos (figura 25) (Osorio Hernández, 2017).



Figura 24. Cargado de contenedor de curarina con procesamiento URC (plantas sin suelo ni raíz) hacia Estados Unidos.



Figura 25. Colocación de pastillas de fosforo de aluminio al contenedor a exportar a la Unión Europea.

Después de terminar de adecuar las torres al contenedor, las dos últimas son fijadas y aseguradas con madera para que no se muevan, se instala adecuadamente el termógrafo, al revisar y asegurarse que todo este correctamente, se cierra las puertas del contenedor y se coloca el marchamo (figura 26).



Figura 26. Colocación de marchamo al contenedor para exportar

Si el producto es enviado a la Unión Europea este debe de llevar el aval del MAGA, por lo que se le agrega otro marchamo y lleva aproximadamente 40 cm de sellador con el logotipo del MAGA (figura 27).



Figura 27. Colocación de dos marchamos en el contenedor avalado por el MAGA para ser exportado a la Unión Europea.

El periodo de traslado del producto está en base al lugar de destino, actualmente se envían contenedores vía terrestre para el puerto de entrega. Los contenedores enviados a Estados Unidos se envían a puerto Santo Tomas de Castilla y tarda siete días. Si van a Unión Europea se utiliza el puerto Quetzal y tarda un mes (Osorio Hernández, 2017).

Si el producto se envía vía aérea como empaque se utiliza cajas de cartón de 60.96 cm (24 in) de largo, por 52.07 cm (20.5 in) de ancho y 25.5 cm (10 in) de alto, esta caja tiene que contar con agujeros para que ingresa el frío y de esta manera mantener adecuadas las plantas, las cajas van con un peso entre 18.18 kg (40 lb) para plantas entre 22.86 cm a 30.48 cm (9 in a 12 in) de 3 hojas, 27.27 kg (60 lb) para plantas entre 30.48 cm a 38.10 cm (12 in a 15 in) de 3 hojas y 36.36 kg (80 lb) para plantas entre 38.10 cm a 45.72 cm (15 in a 18 in) de 3 hojas, estas plantas se procesan como URC (sin suelo ni raíz) y son enviadas hacia Estados Unidos (figura 28), llegando en 3.5 horas, el producto es colocado en un refrigerador con el termógrafo correspondiente a temperatura de -8.89°C ($16^{\circ}\text{Fahrenheit}$) (Retolaza Estrada, 2017a & Osorio Hernández, 2017).



Figura 28. Empaque en cajas de cartón de plantas de curarina var. Laurentii para ser enviadas en avión hacia Estados Unidos

Es importante colocar como máximo 5 cajas por estiva para no recargar la planta para minimizar daños mecánicos, además se debe verificar los montacargas para que no dañen las plantas al momento de ser ingresadas al avión. No se fumiga el empaque empleado (cajas de cartón).

1.5.2 Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

Las plagas y enfermedades observadas en los últimos 6 años y diagnosticados por el Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental –PIPAA– del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–, certificadora que avala que el producto para exportación esté libre de plagas y enfermedades se presentan por año (Retolaza Estrada, 2017a).

En el año 2012 (PIPAA, 2012).

- *Aspergillus* sp.
- *Penicillium* sp.
- *Fusarium* sp.
- *Colletotrichum gloesporioides*
- *Rhizoctonia solani*
- *Erwinia* sp.

En el año 2013 (PIPAA, 2013).

- *Glomerella cingulata*

- *Rhizoctonia solani*

En el año 2014 (PIPAA, 2014).

- *Fusarium* sp.
- *Rhizoctonia solani*
- *Curvularia lunata*

En el año 2015 (PIPAA, 2015).

- *Colletotrichum gloesporoides*
- *Rhizoctonia solani*
- *Fusarium* sp.
- *Aspergillus* sp.
- *Penicillium* sp.
- *Curvularia lunata*
- *Macrophoma* sp.
- *Alternaria* sp.
- *Cladosporium* sp.
- *Erwinia* sp.

En el año 2016 (PIPAA, 2016).

- *Rhizoctonia solani*
- *Fusarium* sp.
- *Aspergillus* sp.
- *Penicillium* sp.

En el año 2017 (CDP, 2017).

- *Phytophthora* sp.
- *Rhizoctonia solani*

En el año 2017 (PIPAA, 2017).

- *Fusarium* sp.
- *Erwinia* sp.

- *Rhizoctonia solani*

En base a los registros que tiene la empresa de las enfermedades que han afectado el cultivo de curarina, se realizó un cuadro resumen para identificar cuáles han sido más incidentes durante los años 2012 al 2017 (cuadro 2).

Las enfermedades que han afectado al cultivo de curarina son doce las 3 principales que han afectado son: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., y *Erwinia* sp., estas se han presentado en los últimos años y sigue habiendo incidencia de los mismos en la actualidad, mientras que las de menor incidencia han sido *Phytophthora* sp., esta ha sido diagnosticada únicamente por el Centro de Diagnóstico Parasitológico el año 2017 (CDP, 2017), mientras que: *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., y *Macrophoma* sp., se diagnosticaron en el 2015 y *Glomerella cingulata* diagnosticada en el 2013.

Cuadro 2. Incidencia de enfermedades que afectaron en el intervalo de los años 2012 al 2017 al cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.).

Cantidad de años que se diagnóstico	Años	Enfermedad
6	2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017	<i>Rhizoctonia solani</i>
5	2012, 2014, 2015, 2016 y 2017	<i>Fusarium</i> sp.
3	2012, 2015, 2017	<i>Erwinia</i> sp.
3	2012, 2015, 2016	<i>Aspergillus</i> sp.
3	2012, 2015 y 2016	<i>Penicillium</i> sp.
2	2012 y 2015	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>
2	2014 y 2015	<i>Curvularia lunata</i>
1	2017	<i>Phytophthora</i> sp.
1	2015	<i>Alternaria</i> sp.
1	2015	<i>Cladosporium</i> sp.
1	2015	<i>Macrophoma</i> sp.
1	2013	<i>Glomerella cingulata</i>

Fuente: PIPAA & CDP, Adaptado por Montejo Díaz, 2018.

1.5.3 Actividad con mayores costos en el cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

Entre los principales costos que la empresa realiza para obtener un mejor cultivo se encuentran, el manejo de plantas arvenses, Paredes et al (2008) se refiere a ellas como

“plantas ajenas al cultivo que compiten por agua, nutrientes y luz e interfieren en la cosecha, por lo que reducen el rendimiento del cultivo y afectan la calidad de la cosecha”, según Herrera (2017) & Juárez Santizo (2017) se invierte en el manejo manual y químico el 21 % de los costos.

Tanto en el manejo de plantas arvenses manual como químico tienen un costo anual de Q732, 597.77 (Herrera, 2017 & Juárez Santizo, 2017).

1.5.4 Análisis del proceso de “*finished*” y “*pre finished*” por medio del diagrama de Pareto en el cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.)

Para determinar si el proceso de “*pre finished*” y “*finished*” se realiza siguiendo los parámetros establecidos en la finca Laurentii se realizaron 20 seguimientos (anexo, cuadro 4A), y se realizó un cuadro resumen sobre las actividades incorrectas (cuadro 3), en base a este cuadro se construyó el diagrama de Pareto (figura 29).

En el cuadro 3 y figura 29 se puede observar que el 83.87 % de errores se concentra en las primeras 2 actividades es decir hormonado y lavado.

Cuadro 3. Actividades realizadas de forma incorrecta en el proceso de “*pre finished*” y “*finished*” de curarina en la finca Laurentii.

No	Actividad	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	Hormonado	20	20	64.52	64.52
2	Lavado	6	26	19.35	83.87
3	Destroncado	2	28	6.45	90.32
4	Desinfección	2	30	6.45	96.77
5	Envasado y enmacetado	1	31	3.23	100.00
	TOTAL	31			

En la finca Laurentii se observó que el mayor problema se origina por el descontrol en cuanto al ordenamiento de la planta tratada con hormona y el no sumergir el tiempo adecuado (10 min) para que la planta absorbiera IBA (hormona para enraizar).

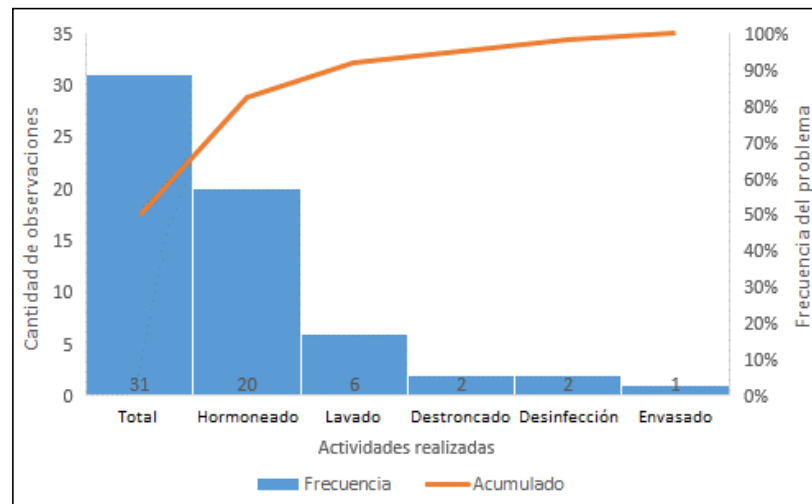


Figura 29. Diagrama de Pareto de las actividades realizadas de forma incorrecta en la finca Laurentii en el proceso de “pre finished” y “finished”.

En el área de lavado se tuvo una frecuencia de seis errores, que consistieron, cuatro en no eliminar plantas de rechazo con daños mecánicos, problemas de enfermedades (pudriciones, manchas, necrosis o clorosis); se habló con el personal, indicando que estas plantas generan problemas al momento de la selección. Los otros dos errores consistieron en no lavar bien las plantas, debido a que presentaban polvo, por lo que se realizaron monitores constantes del producto y si persistía el problema se habló con el personal y la encargada para hacer conciencia a la persona del error, reduciendo estas fallas.

En el área de destronado se identificaron 2 errores, que fueron dejar menos de 2.54 cm (1 in) del rizoma; en desinfección dos errores que consistieron en no agregar fungicida cuando se eliminaron hojas de la planta a procesar y por último en envasado uno que consistió en una mala distribución de las plantas en el vaso, se habló con el personal encargado y en el caso del destronado la persona que cometió los errores no conocía sobre la longitud del rizoma adecuado, y se explicó al nuevo personal del proceso para reducir esta incidencia. En el caso de desinfección y envasado fue la misma persona que cometió estos errores por lo que se habló con ella y se monitoreó por una semana reduciendo estos errores.

Debido a que en la finca llegan personas que no han trabajado en el procesamiento de plantas es importante que la persona encargada de esta área de seguimiento para

verificar que realice las actividades de una forma adecuada y de esta manera reducir los errores para mejorar la eficiencia del procesamiento además monitorear a todo el personal para reducir estos incidentes.

1.6 CONCLUSIONES

1. El proceso productivo del cultivo de curarina se divide en dos áreas: 1) área agronómica: se realiza el manejo agronómico del cultivo, como el riego (lámina de 10 mm y frecuencia de 14 días), preparación de suelo (arado y rastra), trasplante de plantas madres (alturas mayores a 50.8 cm -20 in-), planificación de la fertilización (orgánica, granular y foliares), poda de saneamiento (hojas o plantas con signos y síntomas de enfermedades), propagación para exportación, monitoreo y planificación de plagas, enfermedades y manejo de malezas y 2) área de procesamiento y empaque: se trabajan en las galeras de procesamiento de plantas de URC (plantas sin raíces y suelo, se envían a Estados Unidos), proceso de “*pre finished*” (vasos plásticos) y “*finished*” (maceta) (son enviados a la Unión Europea), se realiza el control de calidad desde el lavado hasta la selección y empaque del producto.
2. Las enfermedades que afectaron al cultivo de curarina en el periodo de 2012 al 2017 son doce, las tres principales que han presentado una mayor incidencia en este periodo son: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., y *Erwinia* sp., mientras que las de menor incidencia han sido *Phytophthora* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Macrophoma* sp., y *Glomerella cingulata*.
3. La actividad que requiere una mayor inversión en el manejo agronómico del cultivo de curarina es el manejo de malezas con un costo total de Q 732, 597.77 (Herrera, 2017 & Juárez Santizo, 2017) que corresponde al 21 % de los costos anuales.
4. En el diagrama de Pareto del proceso de “*finished*” y “*pre finished*” del cultivo de curarina se identificó que en la finca Laurentii la priorización de los problemas fueron: 1) hormonado (20 errores, 64.52 %) por no dejar el tiempo adecuado (10 min) para que la planta absorbiera hormona, 2) lavado (6 errores, 19.35 %), cuatro errores por no

eliminar plantas de rechazo con daños mecánicos, problemas de signos y síntomas de enfermedades (pudriciones, manchas, necrosis o clorosis) y dos por no lavar adecuadamente las plantas, 3) destroncado (2 errores, 6.45 %) por dejar menos de 2.54 cm (1 in) del rizoma, 4) desinfección (2 errores, 6.45 %) por no agregar fungicida cuando se eliminaron hojas de la planta y por último 5) envasado (1 error, 3.23 %) por una mala distribución de las plantas en el vaso; se solucionaron los errores capacitando al personal encargado.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Planificar las actividades que realizará el personal del área agronómica mensualmente, para mejorar la eficiencia en el cultivo de curarina.
2. Monitorear y muestrear constantemente las plantaciones de curarina por plagas y enfermedades para la planificación de aplicación oportuna de insecticidas, fungicidas y bactericidas al cultivo de curarina.
3. Buscar alternativas para el manejo de plantas arvenses y así reducir los costos de la empresa.
4. Capacitar y monitorear al personal nuevo de las diferentes áreas y observar sus actividades para eliminar fallas en el procesamiento de producto.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Exportadores, Guatemala (AGEXPORT). (2014). *Succulentas, la especie ornamental guatemalteca que adornará el mercado internacional en el 2015*. Recuperado el 25 marzo de 2017, de: <https://agexporthoy.export.com.gt/sectores-de-exportacion/sector-agricola/succulentas-la-especie-ornamental-guatemalteca-que-adornara-el-mercado-internacional-en-el-2015/>

2. Campos Ruiz, A. (2017). *Proceso “Unrooted cutting” –URC– de cultivo de curarina (Sansevieria spp).* (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
3. CDP (Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Centro de Diagnóstico Parasitológico, Guatemala). (2017). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp).* Guatemala: CDP.
4. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala (CENGICAÑA). (1996). *Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala* (2 ed.). Guatemala: CENGICAÑA. 216 p.
5. Guzman Silva, V. H. (2016). *Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN): Diagnostico de la cadena de follajes.* Recuperado el 28 de Julio de 2017, de <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/9811.pdf>
6. Herrera, R. (2017). *Costos de manejo de malezas en cultivo de curarina (Sansevieria spp)* (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
7. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala (ICTA). (1994). *Sistema unificado de generación y transferencia de tecnología agrícola para Guatemala.* Guatemala: ICTA. tomo 2, 179 p.
8. Instituto Geográfico Nacional, Guatemala (IGN). (1977). *Atlas nacional de la república de Guatemala: mapa de regiones fisiográficas.* Guatemala. Esc. 1:1, 000,000. Color.
9. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Guatemala (ICC). (2018). *ICC – Redmet; Datos comparativos: del 01/01/2017 00:00 al 31/12/2017 23:45 (estación Trinidad).* Recuperado el 7 de septiembre de 2018, de Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático: <https://redmet.icc.org.gt/comparativas>
10. Juárez Santizo, J. C. (2017). *Proceso productivo del cultivo de curarina (Sansevieria spp).* (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
11. Lima Ramírez, S. O. (2017). *Empaque y preparacion de planta a exportar de curarina (Sansevieria spp).* (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
12. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2001). *Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala; Memoria técnica.* Guatemala: MAGA. p. 10-11.

13. Osorio Hernández, S. (2017). *Control de calidad y embarque de curarina (Sansevieria spp)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
14. Pelico, J. (2018). *Guatemala logró vender US\$120.7 millones en flores y plantas ornamentales, en 2018*. Recuperado el 10 de mayo de 2019, de Diario de Centro América: <https://dca.gob.gt/noticias-guatemala-diario-centro-america/guatemala-logro-vender-us120-7-millones-en-flores-y-plantas-ornamentales-en-2018/>
15. Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (PIPAA). (2012). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
16. _____. (2013). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
17. _____. (2014). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
18. _____. (2015). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
19. _____. (2016). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
20. _____. (2017). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
21. Prensa libre. (2018). *Guatemala exportó flores y plantas ornamentales por US\$120 millones*. Recuperado el 7 de junio de 2018, de <https://www.prensalibre.com/economia/guatemala-exporto-flores-y-plantas-ornamentales-por-us120-millones/>
22. Retolaza Estrada, F. G. (2017a). *Generalidades del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
23. _____. (2017b). *Sistematización del proceso productivo de curarina (Sansevieria trifasciata Prain) en el Parcelamiento Cuyuta, Masagua, Escuintla, Guatemala C.A., periodo 2012-2016*. (Tesis Ing. Agr.). USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. Recuperado el 23 de septiembre de 2018 de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8342/1/RetolazaEstradaFreddyGiovanni.pdf>
24. Vargas Vasquéz, M. E. (2017). *Proceso de “pre finished” y “finished” en el cultivo de curarina (Sansevieria spp)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).

25. Vásquez, E. (2019). *Comercio de flores apuesta a productos diferenciados*. Recuperado el 25 de Mayo de 2019, de elPeriodico de <https://elperiodico.com.gt/inversion/2019/02/02/comercio-de-flores-apuesta-a-productos-diferenciados/>

1.9 ANEXOS

Cuadro 4A. Información obtenida de monitoreo de actividades realizadas en área de lavado y envasado.

No.	Actividad	Observación	Adecuado	No adecuado
1	Lavado		1	
2	Lavado		1	
3	Lavado	No saco plantas con problemas de hongos		1
4	Lavado		1	
5	Lavado	La planta quedó con polvo		1
6	Lavado		1	
7	Lavado		1	
8	Lavado		1	
9	Lavado		1	
10	Lavado	No saco plantas con problemas de hongos		1
11	Lavado	No saco plantas con problemas de hongos		1
12	Lavado		1	
13	Lavado		1	
14	Lavado		1	
15	Lavado		1	
16	Lavado		1	
17	Lavado	La planta quedó con polvo		1
18	Lavado	No saco plantas con problemas de hongos		1
19	Lavado		1	
20	Lavado		1	
1	Destroncado		1	
2	Destroncado		1	
3	Destroncado		1	
4	Destroncado		1	
5	Destroncado		1	
6	Destroncado		1	
7	Destroncado	La planta quedó con poco rizoma		1
8	Destroncado		1	
9	Destroncado		1	
10	Destroncado		1	
11	Destroncado		1	
12	Destroncado	La planta quedó con poco rizoma		1
13	Destroncado		1	
14	Destroncado		1	
15	Destroncado		1	
16	Destroncado		1	
17	Destroncado		1	

18	Destroncado		1	
19	Destroncado		1	
20	Destroncado		1	
1	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
2	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
3	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
4	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
5	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
6	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
7	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
8	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
9	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
10	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
11	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
12	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
13	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
14	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
15	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
16	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
17	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
18	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
19	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
20	Hormonado	No se esperó el tiempo adecuado (menos de 10 minutos)		1
1	Desinfección		1	
2	Desinfección		1	
3	Desinfección		1	
4	Desinfección		1	
5	Desinfección		1	
6	Desinfección		1	
7	Desinfección		1	
8	Desinfección		1	
9	Desinfección		1	

10	Desinfección	No agrego producto cuando elimino una hoja		1
11	Desinfección		1	
12	Desinfección		1	
13	Desinfección		1	
14	Desinfección	No agrego producto cuando elimino una hoja		1
15	Desinfección		1	
16	Desinfección		1	
17	Desinfección		1	
18	Desinfección		1	
19	Desinfección		1	
20	Desinfección		1	
1	Envasado		1	
2	Envasado		1	
3	Envasado		1	
4	Envasado		1	
5	Envasado		1	
6	Envasado		1	
7	Envasado		1	
8	Envasado		1	
9	Envasado	La distribución de las plantas no era la adecuada		1
10	Envasado		1	
11	Envasado		1	
12	Envasado		1	
13	Envasado		1	
14	Envasado		1	
15	Envasado		1	
16	Envasado		1	
17	Envasado		1	
18	Envasado		1	
19	Envasado		1	
20	Envasado		1	



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 30A. Monitoreo de área de lavado de plantas de curarina en finca Laurentii.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 31A. Monitoreo de área de lavado de plantas de curarina en finca Laurentii.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 32A. Monitoreo de área de desinfección y envasado de plantas de curarina en finca Laurentii.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 33A. Monitoreo de área de destroncado y hormonado de plantas de curarina en finca Laurentii.



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE SEIS OPCIONES QUÍMICAS PARA EL MANEJO DE PLANTAS ARVENSES EN EL CULTIVO DE CURARINA VAR. LAURENTII (*Sansevieria trifasciata* Prain) EN LA FINCA LA MISIÓN, CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.) es intensivo y prometedor en la agricultura de nuestro país, requiere un alto costo de mano de obra. Este cultivo se ve expuesto al ataque de plagas, enfermedades y plantas arvenses que influyen de manera negativa en su desarrollo y limitan tanto su belleza como la producción (López, 2009).

La empresa Plantaciones Jure, S.A. se dedica a la producción y exportación de curarina (*Sansevieria* spp.), siendo un cultivo no tradicional, exporta entre 6 y 8 contenedores mensuales, cada uno con 35,000 o hasta 85,000 plantas, dependiendo del tipo de presentación, a Europa se envía finalizado (maceta) o semi-finalizado (vasos plásticos) y a Estados Unidos en esquejes de 2 o 3 hojas.

Entre los principales costos que la empresa realiza para obtener un mejor cultivo se encuentran, el manejo de plantas arvenses, Paredes et al (2008) se refiere a ellas como “plantas ajenas al cultivo que compiten por agua, nutrientes y luz e interfieren en la cosecha, por lo que reducen el rendimiento del cultivo y afectan la calidad de la cosecha”, según Herrera (2017) & Juárez Santizo (2017) se invierte en el manejo manual y químico el 21 % de costo total anual, en base a lo anterior la empresa desea conocer herbicidas que ayuden al manejo de estas plantas y que no afecten al cultivo como tal, por lo que se evaluaron seis opciones químicas para el manejo de plantas arvenses en la finca La Misión.

En base a la evaluación realizada de agosto a octubre del 2017, la opción química que mostró más eficiencia en el manejo de plantas arvenses fue el diuron con 82.6 % y en mezcla con dos herbicidas: glifosato con 79.67 % así como clethodim con 74.27 % que se encuentran en la categoría bueno (categoría empleada de Weed Science Society of America).

En cuanto a los días control los mejores tratamientos fueron: diuron con 48 días y en mezcla con dos herbicidas: clethodim con 47 días así como glifosato con 46 días.

Los costos de aplicación de las tres opciones químicas que presentan mayor eficacia y determinadas en base a los días control para el manejo de plantas arvenses son: diuron con Q 3,713.76/ha y en mezcla con dos herbicidas: glifosato con Q 3,770.19/ha así como Clethodim con Q 4,900.80/ha; lo que reduce los costos de aplicación comparados a los de la empresa en 64.4 % (que equivale a una reducción de costos de Q 6,717.33), 63.86 % (Q 6,660.9) y 53.02 % (Q 5,530.29) respectivamente.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Marco teórico

A. Generalidades de la curarina

Posee hojas rígidas, verticales, verde oscuro con marcas horizontales de verdes y grises, siendo su característica más distintiva sus bordes amarillos, la planta curarina (*Sansevieria* spp.), conocida también como espada de San Jorge, cola de lagarto, lengua de suegra, planta de la serpiente y oreja de burro. Cultivada en climas tropicales, su uso es ornamental; además, su importancia funcional radica no solamente en su capacidad decorativa, sino que, es considerada como una planta con excelentes características de purificación ambiental al eliminar toxinas en espacios cerrados, acreditándola como una de las mejores plantas de interior de acuerdo a estudios realizados por la NASA (National Aeronautics and Space Administration), lo que permite crear espacios más saludables (AGEXPORT, 2014).

La curarina cultivada en Guatemala, es originaria de África y Asia, se exporta al mercado europeo principalmente a los países de Holanda e Italia, así como a Estados Unidos, en diferentes presentaciones esqueje o maceta (AGEXPORT, 2014).

Actualmente la comisión de plantas ornamentales, flores y follajes de AGEXPORT (2014), con trayectoria de más de 30 años, está conformada por un grupo de 125 empresas productoras y/o exportadoras, que incluye curarina.

En el caso del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.), existen 3 empresas productoras y exportadoras (AGEXPORT, 2014).

B. Clasificación taxonómica de la curarina

La clasificación taxonómica según Cronquist (1981) de la planta de curarina se resume en el cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación taxonómica de la curarina.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Sub-clase	Liliidae
Orden	Liliales
Familia	Agavaceae
Genero	<i>Sansevieria</i>
Especie	<i>trifasciata</i> Prain

Fuente: Cronquist, 1981.

Según Trópicos (2018) en la actualidad la clasificación de la curarina ha cambiado, pertenece a la clase Equisetopsida, sub-clase Magnoliidae, super-orden Lillanae, orden Asparagales, familia Asparagaceae y tiene el mismo género y especie.

C. Usos de la curarina

Según Lizama (2015) es una de las plantas ornamentales tanto de interior como exterior más resistente que existe, se adapta a cualquier clima así como a la falta de agua, es susceptible a las heladas, además se puede utilizar la fibra de las hojas para la confección textil.

Tiene excelentes propiedades medicinales, la utilizan como tónico para niños y adultos, cura las hinchazones del hígado así como del bazo (Lizama, 2015).

Para desinflamar el hígado y bazo, se puede consumir de 1 a 3 cucharadas al día del jugo que se extrae de las hojas al estrujarlas con un poco de agua, o se puede realizar té con 20 g de hoja y beber 2 tazas por día (Lizama, 2015).

D. Variedad principal de curarina

Según Retolaza (2017a), existen cerca de 50 especies de curarina, entre las cuales la variedad Laurentii es la más cultivada y tiene mayor aceptación en el mercado, la empresa

exporta a Estados Unidos y Europa, y tiene una participación del 50.76 % debido a su color atractivo.

a. *Sansevieria* var. *Laurentii* (*Sansevieria trifasciata* Prain)

La var. *Laurentii* presenta hojas carnosas, sésiles, sin pecíolo, estrechas y largas, jaspeadas de verde y blanco, con el borde amarillo (Sánchez, 2014) (figura 34).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 34. Cultivo de curarina var. *Laurentii* (*Sansevieria trifasciata* Prain).

La variedad *Laurentii* presenta quimera periclinal, lo que significa que las células de su ápice vegetativo mutan, presentando un número de cromosomas diferente de lo normal. La planta presenta una alternancia entre las células normales y las células mutadas (corresponde al borde amarillo el cual es carente de clorofila). Por lo anteriormente mencionado al tratarse de una quimera, solo puede reproducirse por división de la planta, en caso contrario, si se divide por esquejes de hoja se perderían las características del cultivar (Sánchez, 2014).

E. Manejo de la vegetación espontánea (plantas arvenses)

a. Plantas arvenses

Martínez & Pineda (2000), consideran que una planta arvense puede ser definida por diferentes puntos de vista. Puede decirse que las plantas arvenses corresponden a las

especies vegetales que aparecen entre los surcos del cultivo como vegetación espontánea.

La vegetación espontánea o plantas arvenses, son especies vegetales que se desarrollan en un lugar no deseado por el hombre. Desde el punto de vista agronómico, son aquellas plantas que interfieren en el desarrollo normal del cultivo debido a que compiten fundamentalmente por luz, agua y nutrientes, incidiendo de forma adversa en el rendimiento por unidad de área. Dicha competencia se pone de manifiesto cuando el crecimiento del cultivo resulta afectado, si se compara con una condición en la que el cultivo no tiene competencia. Una de las características principales de estas especies es la germinación escalonada, por lo que es común encontrar diferentes estados fenológicos de una misma especie, lo cual dificulta su manejo y facilita la dispersión y adaptabilidad de las mismas (Blanco & Leyva, 2007).

Las arvenses, en el sentido agronómico, representan plantas sin valor económico o que crecen fuera de lugar interfiriendo en la actividad de los cultivos, afectando su capacidad de producción y desarrollo normal por la competencia de agua, luz, nutrientes y espacio físico, o por la producción de sustancias nocivas para el cultivo. Esto indica que las arvenses representan uno de los problemas severos de la agricultura mundial, ya que su acción invasora facilita su competencia con los cultivos, a la vez que pueden comportarse como hospederas de plagas y enfermedades. Por tal razón, se deben implementar modelos de manejo que disminuyan su interferencia con el cultivo y, de esta forma, evitar el incremento en los costos de producción (Blanco & Leyva, 2007).

b. Estrategias utilizadas para el manejo de plantas arvenses

Las estrategias de manejo de plantas arvenses deben integrar métodos indirectos (preventivos) con métodos directos (culturales y curativos). La primera categoría incluye cualquier método usado antes de la siembra de un cultivo mientras que el segundo método abarca cualquier método aplicado durante el ciclo de crecimiento del mismo. Los métodos en ambas categorías pueden influenciar tanto la densidad de las plantas arvenses y/o el desarrollo de las mismas (producción de biomasa y cobertura del suelo).

Sin embargo, mientras que los métodos indirectos están dirigidos a reducir el número de plantas de malezas que emergen en un cultivo, los métodos directos también tienen como objetivo aumentar la capacidad competitiva del cultivo contra las plantas arvenses, por ejemplo la aplicación de herbicidas, que corresponde al control químico y tiene como efecto la muerte de la vegetación existente y la reducción de la emergencia de plantas arvenses (Bárberi, 2004).

1. Culturales

- **Uso de semillas limpia**

En el caso de curarina se trae la semilla vegetativa (rizoma) de plantaciones ya establecidas de la empresa, por lo que no se trasladan semilla botánica de malezas (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

- **Densidades y distribuciones de trasplante**

Bajo las densidades que se trasplanta la curarina, se ha observado que en aproximadamente un año después del trasplante los arreglos topológicos (distribución de los espacios) del cultivo se van cerrando (por el aumento del número de hijuelos de cada planta madre), por lo que hay una reducción de entradas de luz, lo que hace que sombre las plantas arvenses y que se reduzca la incidencia de estas (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

- **Fechas de trasplante**

El trasplante se realiza en cualquier época del año, siempre y cuando se cuente con riego, y debido a que el agua es el factor limitante para que la planta madre se adapte al nuevo medio, en esta época es cuando las plantas arvenses tienen más limitaciones para crecer, y es recomendable para esta actividad (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

- **Rotación de cultivos**

En el caso de la finca no utiliza una rotación de cultivos por lo que el control de las plantas arvenses es más difícil y costoso (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

- **Limpieza de equipos e implementos**

Los tractores, implementos agrícolas y maquinaria en general son utilizados habitualmente al momento de preparar el área para trasplante de plantas madres de curarina, por lo que no son medios directos de dispersión de plantas arvenses de un área a otra además, cuando se realizan alguna actividad se dejan limpios (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

- **Manejo materia orgánica**

Debido a que el estiércol utilizado para abono orgánico suele provenir de ganado que se haya alimentado de semillas que aún persisten en el aparato digestivo (Urzúa Soria, sf), este hace inseguro su utilización, y debido a este aspecto, se emplean productos de empresas que garanticen el tratamiento adecuado, por tanto, se utiliza Bio-cofya (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

2. Biológicos

Este consiste en la utilización de cualquier tipo de organismos vivos para el control de la planta arvense (microorganismos, invertebrados, vertebrados, otras plantas, etc.). Los organismos que se han empleado son los insectos, pero tienen como limitante, que sólo deben alimentarse de la maleza para la cual se introdujo, ya que de lo contrario, pueden convertirse en plaga de los cultivos; son pocos los casos de control biológico de maleza por insectos. Algunos peces mantienen control biológico eficiente de maleza acuática y además, sirven de alimento para los vecinos de esos lugares (Urzúa Soria, sf). En el caso de la empresa no utiliza este método de control (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

3. Métodos manuales

Comprende el arrancado y corte de la maleza por medio de azadones, machetes, cuchillos y todo tipo de instrumentos manuales (Urzúa Soria, sf).

La empresa utiliza este método, empleando cuchillos y arrancándolas con las manos desde la etapa temprana del cultivo. Los métodos manuales son lentos y caros; la mayor cantidad de energía se invierte en el deshierbe de los cultivos. Un trabajador en la empresa tiene la capacidad para desmalezar un área de 364 a 485 m² dependiendo de la cantidad de plantas arvenses presentes en el área (Herrera, 2017; Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

4. Métodos mecánicos

Se realizan prácticas como la labranza primaria y secundaria; es decir tanto las labores de barbecho y rastreo previas a la siembra, como las escardas posteriores a ellas, que se efectúan sobre todo para el control de maleza (Urzúa Soria, sf). En el caso de la empresa utiliza únicamente arado y rastra antes del trasplante, lo que hace más rápidas las labores de control de maleza (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

- **Uso de coberturas**

Mediante la intercepción de la luz con materiales plásticos o residuos vegetales se logra combatir eficientemente a la maleza, además de conservar por más tiempo la humedad del suelo (Urzúa Soria, sf). Pero en el caso del cultivo de curarina no se utilizan estas coberturas, debido al tipo de reproducción del cultivo que es por rizoma, por lo que los hijuelos pueden ser dañados por el plástico (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

- **Fuego e inundación**

Se practica en algunas regiones en la fase previa a la siembra de los cultivos, o como práctica de mantenimiento de los pastizales, para matar la maleza en forma dirigida sin alcanzar a los cultivos. Además en lugares con exceso de agua, se puede provocar la

germinación de la maleza y luego se inunda hasta que esta muera (Urzúa Soria, sf), estos métodos no se utilizan en la empresa (Retolaza Estrada, 2017a & Juárez Santizo, 2017).

5. Control químico

La gran mayoría de los productos químicos requieren que las plantas arvenses estén comenzando su germinación o estén en las etapas iniciales de crecimiento, y que haya suficiente humedad en el suelo, para actuar eficientemente. El producto o productos químicos a utilizar deberán ser seleccionados en función de la predominancia de tipos de plantas arvenses, bien sea de hoja angosta (Liliopsida) o de hoja ancha (Magnoliopsida). Una vez estudiado el caso (revisión de la finca, determinación del tipo de maleza predominante, cultivos vecinos, tipo de suelo y otros detalles), entonces se puede elegir el producto o productos según la conveniencia y aplicarlos según las recomendaciones del fabricante o distribuidor (Espinoza, G; Hernández, C., & Morales, G. 2013).

- **Glifosato**

- Características del glifosato:

- **Ingrediente activo:** según Espinoza & Morales (2009) el ingrediente activo es Glifosato.
- **Modo de acción:** glifosato es un líquido concentrado soluble en agua que posee alta eficacia biológica, así como gran flexibilidad en sus formas de usos. Sus características han permitido asignarle la categoría toxicológica y ambiental más favorable. Es un herbicida sistémico, post-emergente de amplio espectro, no selectivo. Penetra a través del follaje y otros tejidos meristemáticos de la planta. No persiste en el suelo y no tiene actividad pre-emergente. El mecanismo de acción consiste en la inhibición de los aminoácidos aromáticos (Espinoza & Morales, 2009; Espinoza, Hernández, & Morales, 2013; Terralia, sf c; & Martínez Ovalle, 2018).
- **Plantas arvenses que controla:** “alambrillo (*Digitaria* sp.), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), zacate Honduras (*Ixophorus* sp.), mozote (*Cenchrus* spp.), mielcilla

(*Gallinsoga* spp.), mozote (*Bidens pilosa*), santa lucía (*Ageratum conyzoides*), bleo (*Amaranthus* spp.) y cinquillo (*Dymaria cordata*)” (Espinoza & Morales, 2009).

- **Dosis:** 3 l/ha a 4 l/ha (Espinoza & Morales, 2009).

- **Clethodim**

- o Características del clethodim:

- **Ingrediente activo:** según Arysta LifeScience (2011) el ingrediente activo es clethodim.
- **Modo de acción:** es un herbicida de aplicación en post-emergencia al cultivo y a las plantas arvenses, formulado como concentrado emulsionable, selectivo de las plantas arvenses gramíneas en cultivos de hoja ancha. El ingrediente activo es un inhibidor de los ácidos grasos esenciales para la integridad de las membranas celulares vegetales (Arysta LifeScience, 2011; Espinoza, Hernández, & Morales, 2013; Terralia, s.f.; & Martínez Ovalle, 2018).
- **Plantas arvenses que controla:** selectivo de gramíneas y controla: “avena (*Avena sativa*), braquiaria (*Branchiaria* sp.), bermuda (*Cynodon dactylon*), grama dulce (*Digitaria ciliaris*), pangolilla (*Digitaria sanguinalis*), pie de grano (*Echinochloa colonum*), antenita (*Echinochloa cruz galli*), pata de gallina (*Eleusine indica*), cunde conuco (*Eragrostis* spp.), nylon (*Leptochloa* spp.), arroz (*Oryza sativa*), yerba paez (*Panicum capillare*), pajón (*Panicum miliaceum*), yerba peluda (*Paspalum distichum*), pajón (*Paspalum notatum*), poa (*Poa annua*), arrocillo (*Rottboellia exaleta*), pajón (*Setaria faberi*), pajón blanco (*Setaria viridis*), cebada (*Sorghum bicolor*) y sorgo (*Sorghum halepense*)” (Arysta LifeScience, 2011).
- **Dosis:** 1.5 l/ha (Arysta LifeScience, 2011).

- **Diuron**

- o Características del diuron:

- **Ingrediente activo:** según Agrocentro (sf) el ingrediente activo es diuron urea sustituida.
- **Modo de acción:** aplicado al suelo es absorbido por el sistema radicular y transportado hacia las hojas por la vía apoplasto (xilema). Si se aplican al follaje se comporta como herbicida de contacto, al no poder movilizarse vía simplasto (floema) (Agrocentro, sf; Espinoza, Hernández, & Morales, 2013; Terralia, sf b; & Martínez Ovalle, 2018).
- **Plantas arvenses que controla:** “mozote (*Cenchrus echinatus*), gramas (*Digitaria* spp.) arrocillo o grama de agua (*Echinochloa colona*), pata de gallina (*Eleusine indica*), pará o paja brava (*Panicum* spp.), zacate Honduras (*Ixophorus unisetus*), pajilla o usaca (*Leptochloa filiformis*), bledo o Hüisquilete (*Amaranthus* spp.), lechosa o pascuilla (*Euphorbia* spp.), bejuco o campanilla (*Ipomoea* spp.), verdolaga (*Portulaca oleracea*), mozote (*Bidens pilosa*), cleome o jazmín del río (*Cleome* spp.) y bejuco o yerba de pollo (*Commelina* spp.) (Agrocentro, sf) ”.
- **Dosis:** 3 l/ha a 4 l/ha (Agrocentro, sf).

c. Situación actual del uso de glifosato

Según Weckee & Rueter (2017) el Parlamento Europeo pidió una decisión no vinculante para la eliminación gradual del glifosato para 2022. El Comité de Apelación de la Comisión Europea aprobó, por mayoría de gobiernos europeos, la autorización de cinco años más, y sin restricciones, el uso de glifosato (Nuevatribuna.es, 2017).

La biodiversidad ha disminuido en las últimas décadas; en regiones como Alemania, esto se debe a las prácticas agrícolas modernas, incluido el uso excesivo de pesticidas y herbicidas como el glifosato", dijo Jörn Wogram, de la Agencia de Medio Ambiente de Alemania (Weckee & Rueter, 2017).

Un estudio de 2015 de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (OMS) encontró que el glifosato era "probablemente carcinogénico". Pero el 2016, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y la Agencia Europea de Sustancias Químicas dijeron que no era probable que la sustancia causara cáncer en los seres humanos (Weckee & Rueter, 2017).

Los economistas agrícolas de la Universidad de Göttingen en base a una investigación en cultivos de colza, trigo y cebada, descubrieron que sin el glifosato, los agricultores podrían perder entre el 4 % y 15 % del rendimiento de los cultivos por hectárea (Weckee & Rueter, 2017).

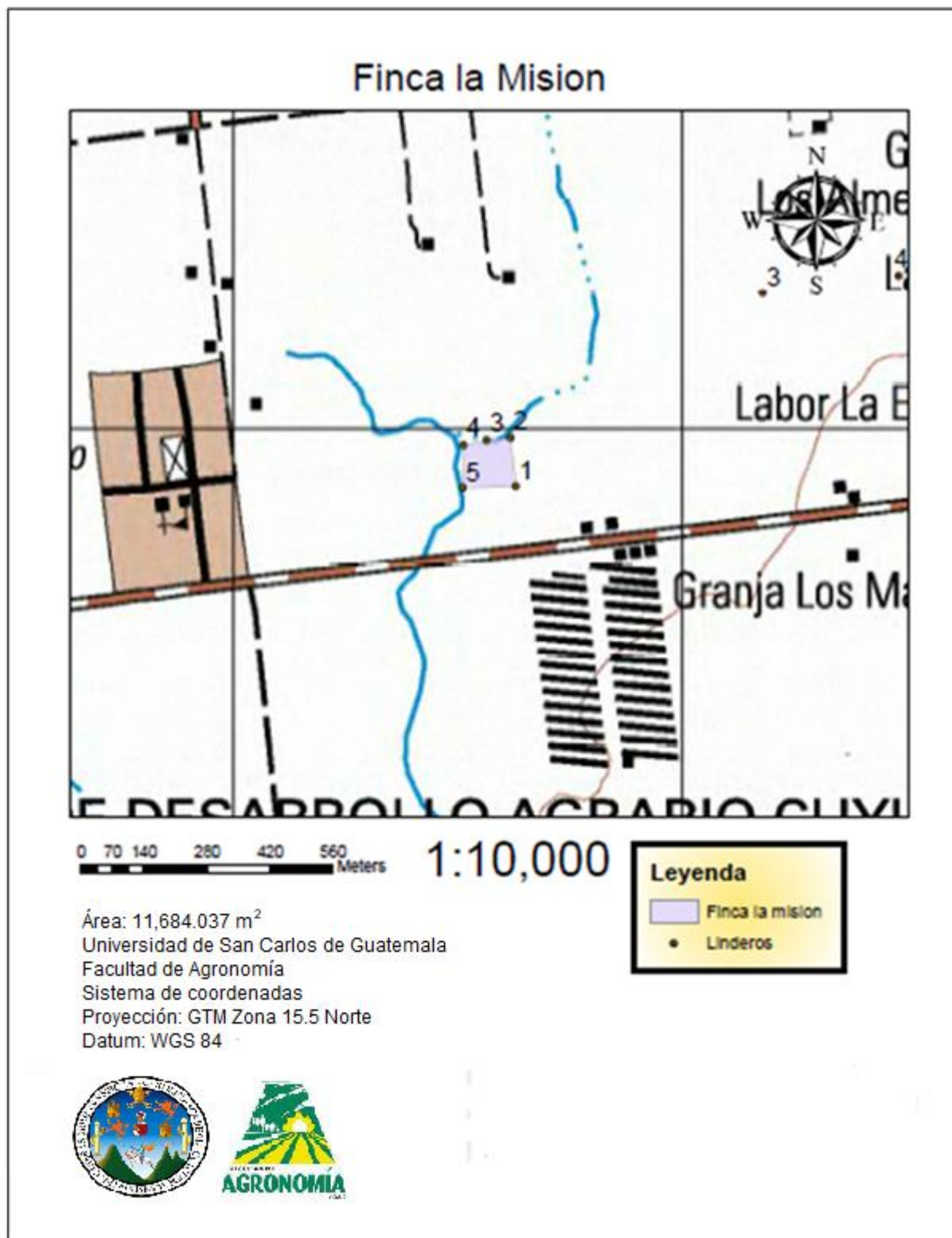
Debido a que la Unión Europea aprobó la eliminación gradual de glifosato, en la actualidad las empresas guatemaltecas que utilizan este herbicida y que exportan hacia estos países tienen que buscar otros productos que tengan un similar control pero existen productores como Alemania, que se oponen a que salga del mercado porque es una base tecnológica dentro de la producción, ya que los agricultores tratan cerca del 40 % de las tierras cultivables con glifosato y si quitan este herbicida, la producción se reduciría en 40 % provocando pérdidas, por otro lado es muy eficaz para eliminar las plantas arvenses, lo que ahorra a los agricultores mucho tiempo (Weckee & Rueter, 2017).

Si el glifosato es eliminado del mercado, los agricultores tendrían que cultivar manualmente para eliminar las malas hierbas. Eso los catapultaría nuevamente a los métodos agrícolas de los años 70 y 80, dijo Michael Lohse, un portavoz de la Asociación Alemana de Agricultura (Weckee & Rueter, 2017).

2.2.2 Marco referencial de la finca La Misión

A. Localización

La finca está ubicada en la aldea Cuyuta del municipio de Masagua del departamento de Escuintla a 71 km de la ciudad de Guatemala (figura 1), cuenta con un área de 11.68 ha (figura 35).



Fuente: MAGA 2001, Adaptado por Montejo Díaz, 2017.

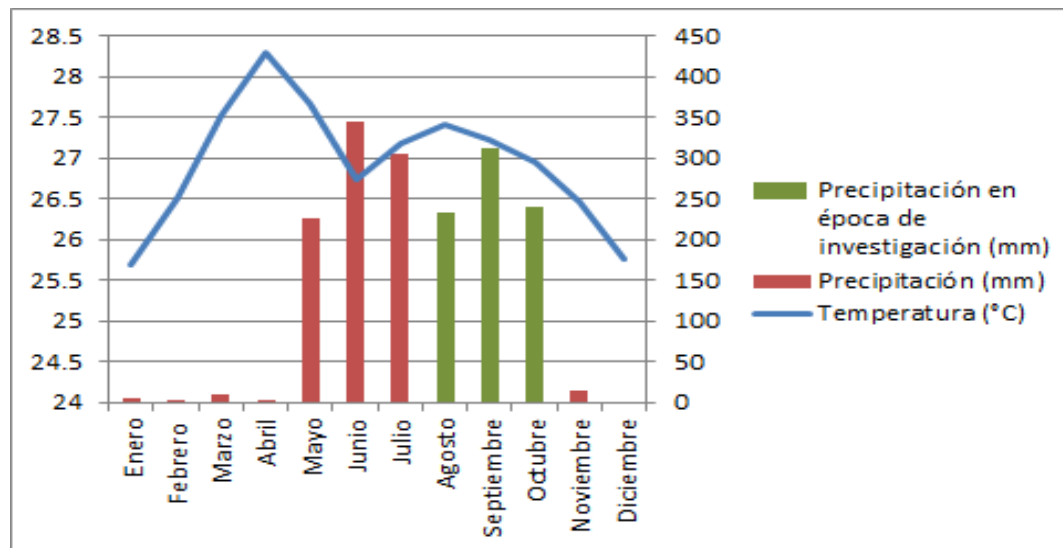
Figura 35. Ubicación de la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.

B. Temperatura

Según el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC, 2018) en base a la estación trinidad la temperatura media anual del año 2017 fue de 26.94 °C, en los meses menos cálidos la temperaturas promedio fue de 23.14 °C y en los meses más calurosos fue de 37.2 °C.

C. Precipitación

La precipitación pluvial promedio anual del año 2017 fue de 1,693.4 mm (ICC, 2018). En la figura 36 se observa el climadiagrama de la finca La Misión con datos de la estación Trinidad ubicado en el municipio de Masagua, según se observa en la figura la investigación se realizó en la época lluviosa, de agosto a octubre, las actividades que abarcaron en este periodo incluye desde la determinación de plantas arvenses presentes en la parcela de evaluación, aplicación y obtención de resultados.



Fuente: ICC, Adaptado por Montejo Díaz, A., 2018

Figura 36. Climadiagrama de la finca La Misión, con datos de la estación Trinidad, Masagua, Escuintla

D. Suelos

Según la metodología del INAB se reconoce la capacidad de uso en la finca La Misión de Agricultura sin limitaciones (A) el cual según el MAGA tiene el uso correcto (MAGA, 2001).

La textura del suelo de la finca La Misión es franco-arenosa, con un buen drenaje, relieve llano entre 1 % y 3 %, profundidad efectiva de 110 cm a 100 cm (Retolaza Estrada, 2017a) (categoría: p) pertenecen a la serie de suelos Tiquisate franco (MAGA, 2001).

E. Zona de vida

La finca se encuentra ubicada en el Bosque Húmedo subtropical (cálido) bh-Sc (De la Cruz, 1982), las especies indicadoras de esta zona de vida son *Sterculia apetaba*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Chlorophora tinctoria* y *Cordia alliodora* (MAGA, 2001).

F. Actividades en la finca

La finca se dedica a la producción y exportación de la planta ornamental de follaje curarina (*Sansevieria* spp.), entre las actividades que se realizan en la finca están: preparación del suelo, siembra, fertilización, manejo de plagas y enfermedades, manejo de plantas arvenses, cosecha, selección y desinfección del cultivo de curarina, enraizamiento, embazado, y por último la exportación (Retolaza Estrada, 2017a).

a. Manejo de plantas arvenses

Para el manejo de plantas arvenses la empresa utiliza el método manual y el método químico, alternando los métodos. El herbicida utilizado en áreas de aplicación es el glifosato.

G. Variedades de curarina presentes en la finca

Las variedades de curarina que se encuentran en la finca La Misión son:

- Laurentii: cuanta con un porcentaje de área de siembra del 45 %, además cuenta con una participación en el mercado de exportación de 50.76 %.
- Zeylanica: cuanta con un porcentaje de área de siembra del 55 %, además cuenta con una participación en el mercado de exportación de 39.71 %.

Para la investigación se evaluó la variedad Laurentii (*Sansevieria trifasciata* Prain), debido a que es la que tiene una mayor participación en el mercado.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

Evaluar seis opciones químicas para el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain), en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar la opción química más efectiva para el manejo de plantas arvenses en el cultivo curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain).
2. Identificar la opción química que presente mayor días control para el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain).
3. Cuantificar los costos de aplicación de las opciones químicas que presenten mejor eficacia en base a los días control para el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain).

2.4 HIPÓTESIS

Existirá una opción química más eficiente para el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain), en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.

2.5 METODOLOGÍA

Previo a la aplicación de la opción química para el manejo de plantas arvenses se realizó un pre-muestreo con el fin de identificar las plantas arvenses presentes en el área de estudio para decidir que herbicidas evaluar.

En el área de estudio se dejó durante 30 días que las plantas arvenses se desarrollaran de una manera normal, es decir, no se realizó ningún control con el fin de coleccionar la mayor cantidad de plantas arvenses.

Después de la colecta de plantas arvenses se realizó un control manual, dejando las áreas de aplicación similares y homogéneas.

La aplicación de la opción química para el manejo de plantas arvenses se realizó 20 días después de dejar homogéneamente el área a evaluar, con el fin de que las unidades experimentales presentaran el mismo nivel y desarrollo de plantas arvenses.

2.5.1 Tratamientos

Para definir los tratamientos se consideró los dos métodos de control de la finca (uso del glifosato y control manual) y los herbicidas clethodim y diuron determinados con base a las plantas arvenses identificadas en el pre-muestreo (cuadro 6).

Cuadro 6. Tratamientos utilizados para el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain) en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla, con la dosis respectiva en litros por hectárea.

Tratamiento	Producto (Ingrediente activo)	Dosis del producto (l/ha)
T0	Testigo (manual)	0
T1	Clethodim	1.5
T2	Diuron	4
T3	Glifosato -testigo comercial	4.5
T4	Clethodim	1.35
	Diuron	2
T5	Clethodim	1.5
	Glifosato	4.5
T6	Diuron	2
	Glifosato	4.05

Fuente: elaboración propia, 2017.

2.5.2 Variables respuestas de la eficacia de la opción química al manejo de plantas arvenses

A continuación, se describen las variables respuesta para determinar la eficacia del manejo de plantas arvenses.

A. Cobertura total de plantas arvenses en el cultivo de curarina

Esta variable se refiere a la cobertura por especie del total de plantas arvenses en 1 m² en cada unidad experimental (en porcentaje) antes de la aplicación de cada tratamiento y a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación, mediante observación.

Los datos fueron de 0 % al 100 %, es decir que 0 % corresponde a un área de muestreo que no tenía plantas arvenses y 100 % cuando el área de muestreo estaba completamente con plantas arvenses.

B. Eficacia del control de los tratamientos

En base a la cobertura total de plantas arvenses, se obtuvo el porcentaje de eficacia del control tanto de hojas anchas y gramíneas, dato proveniente del porcentaje de plantas arvenses en un metro cuadrado; se tomó de referencia, el testigo sin aplicación. Para el análisis de esta información, se utilizó la ecuación:

$$Eficacia (\%) = \left(\frac{1 - \text{porcentaje de cobertura de plantas tratadas}}{\text{porcentaje de cobertura de plantas sin tratar}} \right) * 100$$

La eficacia de los tratamientos aplicados se midió en una escala de 0 % (deficiente) a 100 % (excelente) como se indica en el cuadro 7.

Cuadro 7. Porcentaje de eficacia de control de las opciones químicas evaluadas para el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina.

Porcentaje de control	Categoría
Menor que 50	Deficiente
50 a 69	Bajo
70 a 84	Bueno
85 a 94	Muy bueno
Mayor o igual que 95	Excelente

Fuente: European Weed Research Society, 1983

C. Daños al cultivo de curarina por fitotoxicidad de los tratamientos evaluados

La tolerancia de las plantas de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain) al herbicida se evaluaron en referencia al tratamiento testigo (parcela no tratada con herbicidas) utilizando la escala de puntuación European Weed Research Society (E.W.R.S) (cuadro 8). En cada parcela se observó si existían síntomas en los hijuelos de la planta madre, identificando modificaciones de color, clorosis del brote, deformación foliar y elementos que pudieron repercutir en forma negativa en el rendimiento de las plantas.

Cuadro 8. Escala de puntuación propuesta por la European Weed Research Society (E.W.R.S) para evaluar fitotoxicidad al cultivo de curarina por la opción química evaluada.

Valor (categoría)	Efecto sobre el cultivo	Escala porcentual de fitotoxicidad al cultivo (%)
1	Sin efecto	0.0 a 1.0
2	Síntomas muy ligeros	1.0 a 3.5
3	Síntomas ligeros	3.5 a 7.0
4	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7.0 a 12.5
Límite de aceptabilidad		
5	Daño medio	12.5 a 20.0
6	Daños elevados	20.0 a 30.0
7	Daños muy elevados	30.0 a 50.0
8	Daños severos	50.0 a 99.0
9	Muerte completa	99.0 a 100.0

Fuente: European Weed Research Society, 1983.

D. Cuantificación de los días control de plantas arvenses según la opción química utilizada

Los días control se refieren al número de días que le llevó a cada unidad experimental alcanzar el 50 % de cobertura total de plantas arvenses comparado al inicio de la evaluación (en base a la eficacia de los tratamientos). Estos días corresponderán al intervalo de aplicación del producto.

E. Costos de aplicación por opción química utilizada para el manejo de plantas arvenses

Se determinó el gasto de aplicación de cada opción química evaluada, tomando en cuenta: el costo del herbicida, mano de obra, corrector de salinidad y pH de agua, adherente, dispersante y penetrante. En base a este costo total se determinó el porcentaje de reducción o aumento en comparación con los costos de aplicación de la empresa, para disminuir estos en base a la eficacia y días control.

F. Lecturas de los efectos de los tratamientos aplicados

Las lecturas de porcentaje de cobertura y daños por fitotoxicidad se realizaron a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación.

Los datos de porcentaje de cobertura recopilados en los días mencionados se tomaron para determinar la eficiencia y días control de cada tratamiento.

2.5.3 Manejo del experimento

A. Generalidades y manejo del cultivo de curarina

La variedad de curarina que se utilizó para el experimento fue *Laurentii* (*Sansevieria trifasciata* Prain), el trasplante de las plantas madres se realizó en enero de 2017.

El tipo de riego utilizado en la finca es el método por aspersión con tubo picado, se regó únicamente a los 32 días después de la aplicación de los tratamientos, aplicando una lámina de riego de 10 mm.

Se realizaron dos fertilizaciones en el tiempo que estuvo la investigación, gallinaza 1,948.05 kg/ha (30 qq/mz) a los 4 días después de la aplicación de los tratamientos, y a los 34 días después sulfato de amonio 260.89 kg/ha (4 qq/mz).

Se cosecho a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos 3,000 plantas/mz, con medidas de 45.72 cm a 50.80 cm (18 in a 20 in) y 60.96 cm a 66.04 cm (24 in a 26 in).

B. Modo de aplicación de los tratamientos

a. Calibración del equipo para aplicación de los tratamientos

Se marcó una distancia de 50 m y se agregó a la bomba de mochila 10 l de agua, se recorrió la distancia marcada 4 veces y se tomó el tiempo por cada recorrido, en base a lo anterior se determinó el tiempo promedio y volumen de agua utilizado para determinar la cantidad de herbicida a aplicar por área de investigación.

b. Generalidades del equipo (bomba de mochila y boquilla), y forma de aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos fue utilizando una bomba de mochila marca Matabi ® con capacidad de 16 l con una boquilla tipo abanico SPRAYER 8002 (80 grados y 0.2 gpm con una presión de 40 PSI) a una altura de aspersión de 25 cm.

Antes de las aplicaciones se tomó el valor de la dureza y pH del agua, luego se procedió a corregirla utilizando Pentamins, además se agregó adherente-dispersante-penetrante para mejorar la eficiencia debido a que la evaluación se realizó en época lluviosa.

La aplicación se realizó en horario de 7:30 a 9:00 de la mañana.

2.5.4 Diseño experimental

El diseño experimental utilizando fue Bloques al azar con 3 repeticiones, haciendo un total de 18 unidades experimentales. El modelo para el análisis estadístico de datos fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ijk} = variable respuesta (eficiencia de aplicación o días control de la opción química).

μ = media general (eficiencia de aplicación o días control de la opción química).

β_i = efecto de bloques.

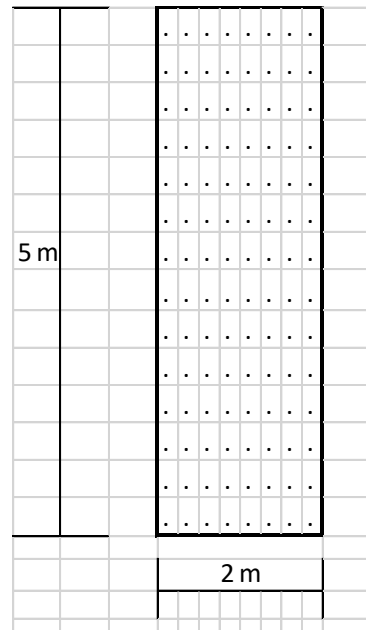
T_j = efecto de tratamientos (opción química utilizada).

E_{ij} = error experimental (efecto de la opción química utilizada).

.

A. Unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de 5 m de longitud por 2 m de ancho, con un área neta de 10 m² (figura 37).



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 37. Unidad experimental en campo para el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain), en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.

2.5.5 Análisis de datos

Para la efectividad de la opción química se utilizó la escala de puntuación European Weed Research Society (E.W.R.S), tanto para la efectividad como los días control de los tratamientos, para el procesamiento de los datos medios se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT, se comprobó la normalidad de los datos, luego el análisis de varianza (ANDEVA), si existía diferencia significativa con un nivel de significancia del 5 %, se utilizó Tuckey como la prueba de medias.

Para evaluar fitotoxicidad al cultivo por tratamiento se utilizó la escala de puntuación European Weed Research Society (E.W.R.S.).

Se realizó una comparación de los costos de aplicación por opción química con los costos de la empresa.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Determinación de la opción química efectiva para el manejo de plantas arvenses

Para conocer la opción química efectiva para el manejo de plantas arvenses, se determinó las plantas arvenses presentes en la finca, así como la cobertura de las mismas al momento de la aplicación y en base a este último se determinó la eficacia de control de los tratamientos.

A. Plantas arvenses colectadas en la finca La Misión

En el cuadro 9 se observa las especies de plantas arvenses colectadas en la parcela de evaluación ubicada en la finca La Misión, se determinó especie, familia y clase a la que pertenece. Se determinaron 28 especies, 25 % (7 especies) corresponde a la clase Liliopsida y 75 % (21 especies) a la clase Magnoliopsida (figura 38).

Cuadro 9. Plantas arvenses colectadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.

No.	Nombre común	Especie	Familia	Clase
1	Hierba de pollo	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Commelinaceae	Liliopsida
2	Piñita	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan		
3	Fimbristylis	<i>Fimbristylis</i> sp.	Cyperaceae	
4	Coyolillo, coquito	<i>Cyperus odoratus</i> L.		
5	Liendre de coche, arrozillo	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Poaceae	
6	Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.		
7	Caminadora, zacate peludo	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton		
8	Falsa verdolaga, verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae	Magnoliopsida
9	Amaranto, bleado	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae	
10	Mostaza silvestre, malva pegajosa	<i>Arivela viscosa</i> var. <i>Viscosa</i>	Capparaceae	

Continuación: cuadro 9.

No.	Nombre común	Especie	Familia	Clase
11	Golondrina	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	Caryophyllaceae	Magnoliopsida
12	Hierba de toro	<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	Asteraceae	
13	Flor amarilla	<i>Baltimora recta</i> L.		
14	Rastrojera	<i>Conyza laevigata</i> (Rich.) Pruski		
15	Campanilla, bejuco	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	
16	Jaivilla	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	
17	Lechosa, golondrina	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	
18	Pascuilla, lechosa, golondrina	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.		
19	Lechosa, golondrina	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.		
20	Acalypha, gusanillo	<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.		
21	Frijol terciopelo	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	
22	Escobillo	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	
23	Tamarindillo, flor escondida	<i>Phyllanthus niruri subsp. lathyroides</i> (Kunth) G.L. Webster	Phyllanthaceae	
24	Botoncillo	<i>Richardia scabra</i> L.	Rubiaceae	
25	Miltomate, tomatillo	<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	
26	Lavaplatos	<i>Solanum torvum</i> Sw.		
27	Ivantis	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz	Violaceae	
28	Verdolaga de playa	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn.	Zygophyllaceae	

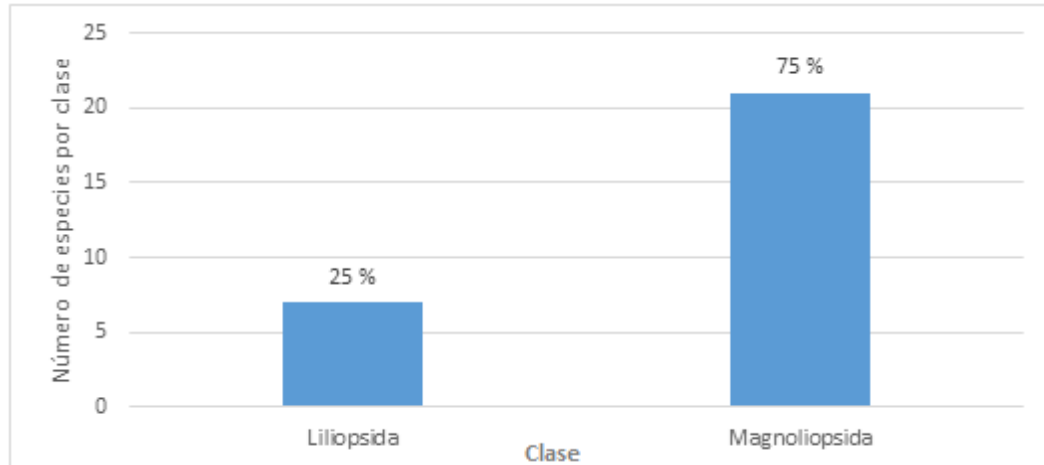


Figura 38. Porcentaje y número de especies de plantas arvenses determinadas por clase, colectadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.

Del 25 % de especies arvenses que corresponde a la clase Liliopsida, se determinó que el 42.82 % (3 especies) pertenecen a la familia Poaceae y en cuanto a las familias Commelinaceae y Cyperaceae se encuentran 2 especies para cada una, lo que corresponde a 28.57 % del total para cada una (figura 39).

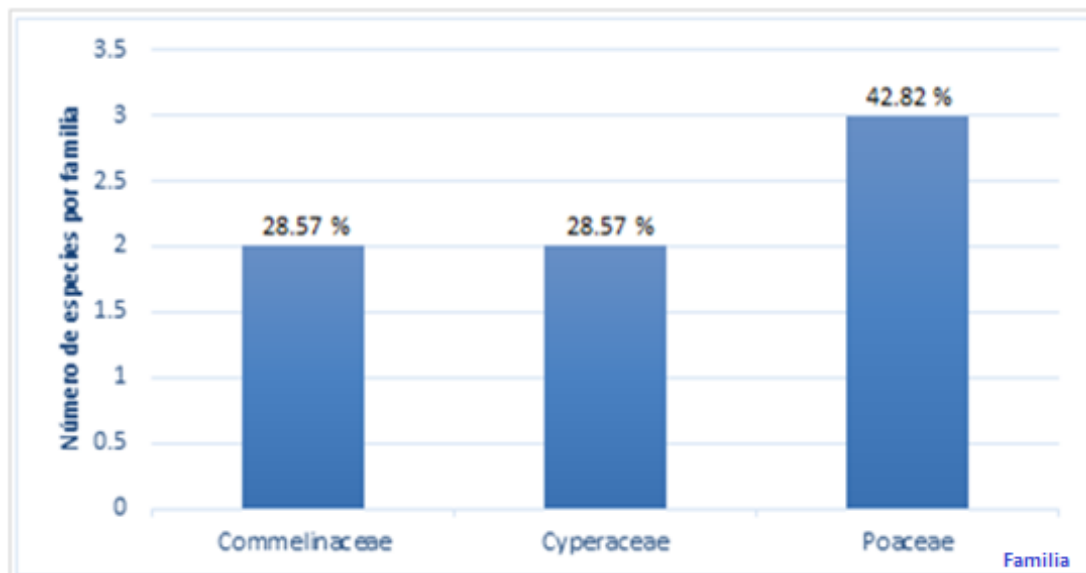


Figura 39. Número de especies de plantas arvenses por familia que pertenecen a la clase Liliopsida colectadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla.

Del 75 % de especies arvenses que corresponde a la clase Magnoliopsida, se determinó que el 19.05 % (4 especies) pertenecen a la familia Euphorbiaceae, seguida por Asteraceae con 14.29 % (3 especies), Solanaceae con 9.52 % (2 especies), mientras que a las siguientes 12 familias: Aizoaceae, Amaranthaceae, Capparaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Leguminosae, Malvaceae, Phyllanthaceae, Rubiaceae, Violaceae, Zygophyllaceae les corresponde un 4.76 % con representación de una especie para cada una (figura 40).

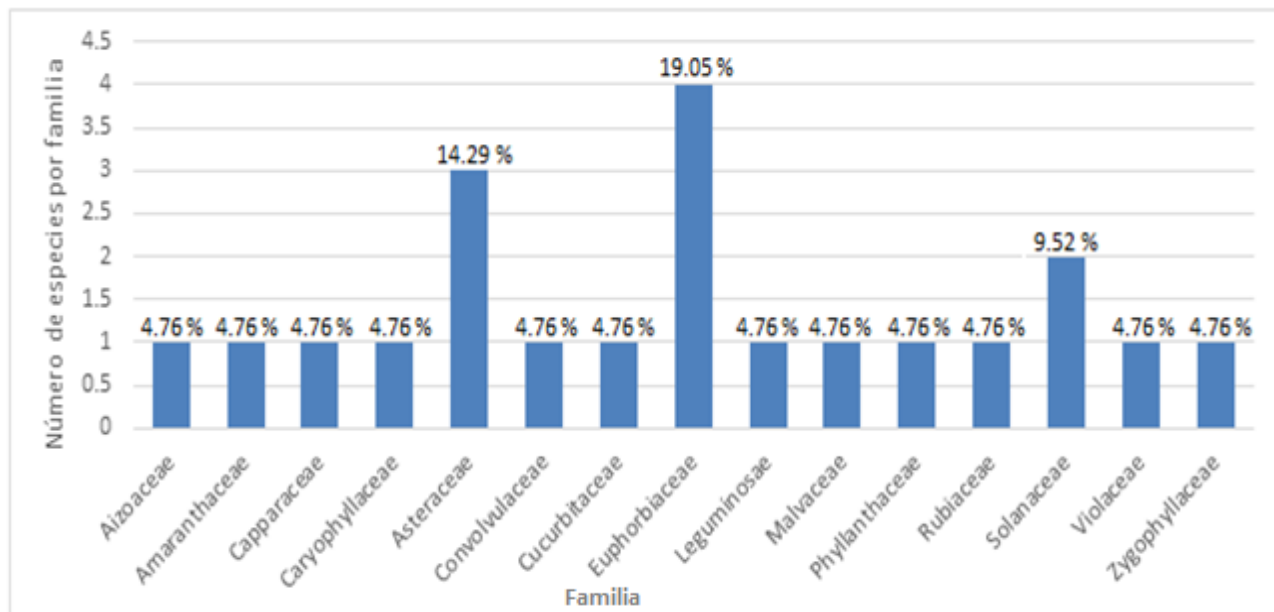


Figura 40. Número y porcentaje de especies de plantas arvenses por familia que pertenecen a la clase Magnoliopsida recolectadas en la finca La Misión.

B. Eficacia de los tratamientos evaluados

La eficacia se determinó a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación de los tratamientos, mediante los valores promedios de porcentaje de control de plantas arvenses de las opciones químicas; el valor se basa en una escala de 0 % a 100 %, (según lo establecido por European Weed Research Society, 1983), cuya descripción va desde control deficiente hasta excelente.

a. Prueba de normalidad de la eficacia de los tratamientos

Para determinar la normalidad de la eficacia de los tratamientos se utilizó el método de normalidad de Shapiro-Wilk y Q-Q Plot en INFOSTAT.

En el cuadro 10 se observa con un 95 % de confianza se concluye que la variable porcentaje de eficacia se distribuye normalmente (0.9580 es mayor a 0.05) (López Bautista, 2008).

Cuadro 10. Resultado de la prueba de Shapiro-Wilk del porcentaje de eficacia de los tratamientos.

Variable	N	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Residuo del porcentaje medio de eficacia	21	14.67	0.98	0.9580*

También se utilizó el método grafico de Q-Q Plot el cual permite comparar la distribución de un conjunto de datos con una distribución específica. Observándose en la figura 41 que los datos del porcentaje de eficacia siguen una tendencia normal.

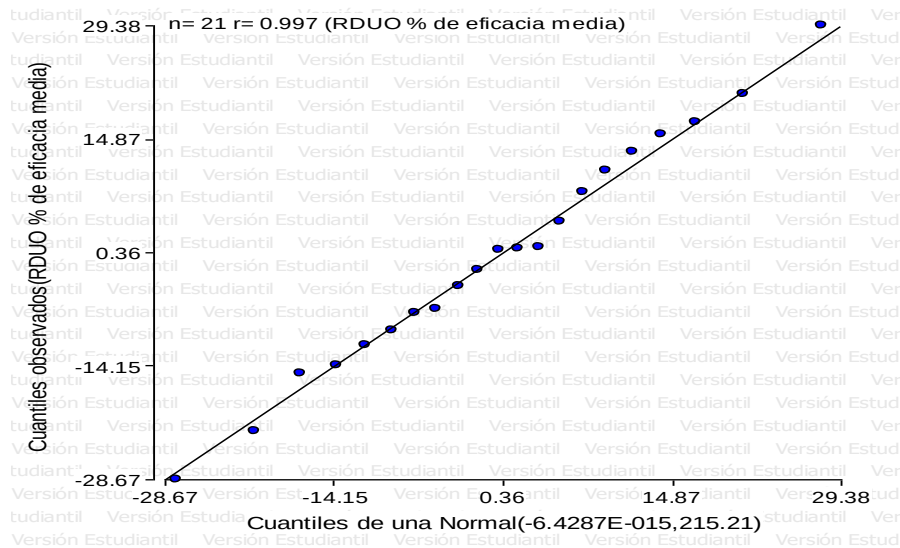


Figura 41. Gráfica Q-Q Plot del porcentaje de eficacia media de los tratamientos evaluados.

b. Análisis de la eficacia de los tratamientos evaluados

En el cuadro 11 se observa el resumen de los porcentajes de control de plantas arvenses obtenidos a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación de los siete tratamientos en la finca La Misión, Masagua, Escuintla.

Cuadro 11. Efecto de siete tratamientos: testigo (manual) y seis opciones químicas con ingredientes activos clethodim, diuron y glifosato en el control de plantas arvenses a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación.

Tratamiento	Producto (Ingrediente activo)	Efectividad de control de la opción química (%)				
		7	14	21	28	41
0	Testigo (manual)	58.33	43.33	25.00	16.67	8.33
1	Clethodim	15.00	8.33	4.00	2.33	1.00
2	Diuron	53.33	92.67	94.00	91.33	81.67
3	Glifosato (testigo comercial)	38.33	50.33	50.00	46.33	40.67
4	Clethodim y diuron	56.67	91.67	93.33	83.33	73.33
5	Clethodim y glifosato	38.33	63.33	63.67	60.00	56.00
6	Diuron y glifosato	61.67	77.67	77.00	76.67	78.33

En base al porcentaje de eficacia de control de cada tratamiento propuesto por European Weed Research Society (1983), el tratamiento con menos eficacia de control que se encuentra en la categoría deficiente (valores menores a 50 %) es Clethodim debido a que tiene valores entre 1 % a 15 % en las 5 mediciones.

Siguiendo testigo (manual) con valores de 8.33 % a 58.33 %, y glifosato con 38.33 % a 50.33 % categorizados entre deficiente (menor a 50 %) a bajos (50 % a 69 %).

El tratamiento con clethodim y glifosato obtuvo valores entre 38.33 % (único valor deficiente) a los siete días después de la aplicación y valores entre 56 % a 63.67 % categorizados como bajos (50 % a 69 %) a los 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación.

La opción química diuron y glifosato presento un valor categorizado como bajo a los 7 días después de la aplicación con 61.67 %, y luego fueron buenos (70 % a 84 %) entre 76.67 % a 78.66 %.

La opción química de clethodim y diuron con valores entre 56.67 % a 93.33 % así como diuron con valores entre 53.33 % a 94 % obtuvieron los mejores porcentajes de control categorizados entre bajo (50 % a 69 %), bueno (70 % a 84 %) a muy bueno (85 % a 94 %).

En la figura 42, se logra identificar que la opción química diuron (línea verde) es el de mayor valor en porcentaje de control, tiene parámetros desde bajo, muy buena a bueno; mientras que clethodim (línea roja) es el de menor control clasificado como deficiente.

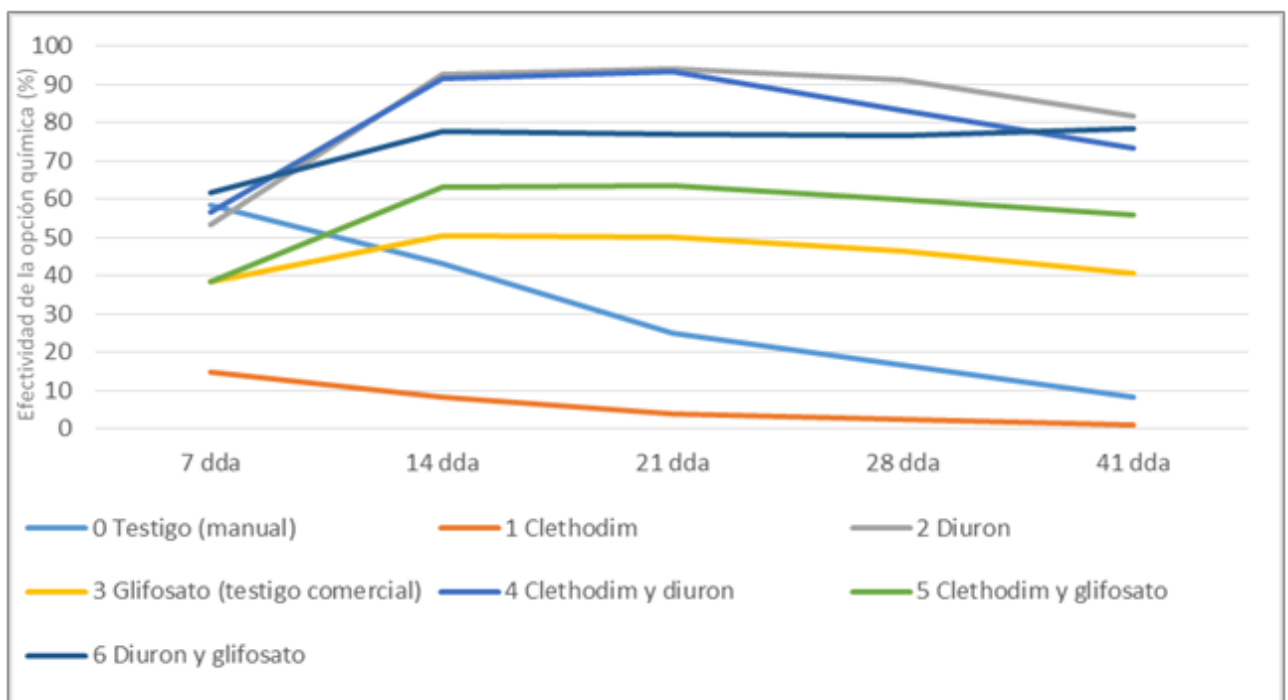


Figura 42. Efecto de siete tratamientos: testigo (manual) y seis opciones químicas con ingredientes activos clethodim, diuron y glifosato en el control de plantas arvenses a los 7, 14, 21, 28 y 41 días después de la aplicación.

Para determinar si existe diferencia significativa del promedio del porcentaje de eficacia de los tratamientos evaluados se realizó el análisis de varianza de las lecturas realizadas (cuadro 12).

Al realizar el análisis de varianza (cuadro 12) se observó que existe diferencia estadística significativa en cuanto a la eficacia de siete tratamientos para el manejo de plantas arvenses (significancia menor a 0.05). Por lo que, puede decirse que el manejo de plantas arvenses se ve influenciado por la opción química utilizada, por lo que se realizó un análisis de medias utilizando Tukey (cuadro 13).

Cuadro 12. Análisis de varianza de eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses de cinco mediciones en el cultivo de curarina.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	Significancia
Modelo	18,508	8	2,313.44	6.45	0.002
Bloque	4,045.4	2	2,022.69	5.64	0.019
Tratamiento	14,462	6	2,410.35	6.72	0.003**
Error	4,304.1	12	358.68		
Total	22,812	20			

Cuadro 13. Resumen del análisis de medias de Tukey sobre la eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina a partir de cinco mediciones.

Tratamiento	Opción química	Medias	n	E.E.	Grupo Tukey
T2	Diuron	82.6	3	10.93	A
T4	Clethodim y diuron	79.67	3	10.93	A
T6	Diuron y glifosato	74.27	3	10.93	A
T5	Clethodim y glifosato	56.27	3	10.93	A B
T3	Glifosato (testigo comercial)	45.13	3	10.93	A B
T0	Testigo (manual)	30.33	3	10.93	A B
T1	Clethodim	6.13	3	10.93	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el cuadro 13 al realizar la prueba de medias de Tukey entre los tratamientos aplicados se puede observar que existen 2 grupos A y B; los tratamientos 2, 6, 4, 5, 3 y 0 pertenecen al grupo A y presentan una mayor eficacia sobre el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina, siendo el ingrediente activo diuron uno de las principales tanto individual (T2) como en mezcla con glifosato (T6) y clethodim (T4) y el otro ingrediente

activo individual es glifosato (T3) y así como con mezcla con clethodim (T5) así como el testigo (manual) (T0). En el grupo B se encuentra clethodim (T1).

C. Eficacia de los tratamientos en base al espacio (tiempo de muestreo)

a. Prueba de normalidad

Para determinar la normalidad de la eficacia de los tratamientos se utilizó el método de normalidad de Shapiro-Wilk y Q-Q Plot en INFOSTAT.

En el cuadro 14 se observa con un 95 % de confianza se concluye que la variable porcentaje de eficacia se distribuye normalmente (0.054 es mayor a 0.05) (López Bautista, 2008).

Cuadro 14 Resultado de la prueba de Shapiro-Wilk del porcentaje de eficacia.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RESIDUO DEL PORCENTAJE DE EFICACIA	105	0	16.19	0.96	0.054*

También se utilizó el método grafico de Q-Q Plot el cual permite comparar la distribución de un conjunto de datos con una distribución específica. Observándose en la figura 43 que los datos del porcentaje de eficacia siguen una tendencia normal.

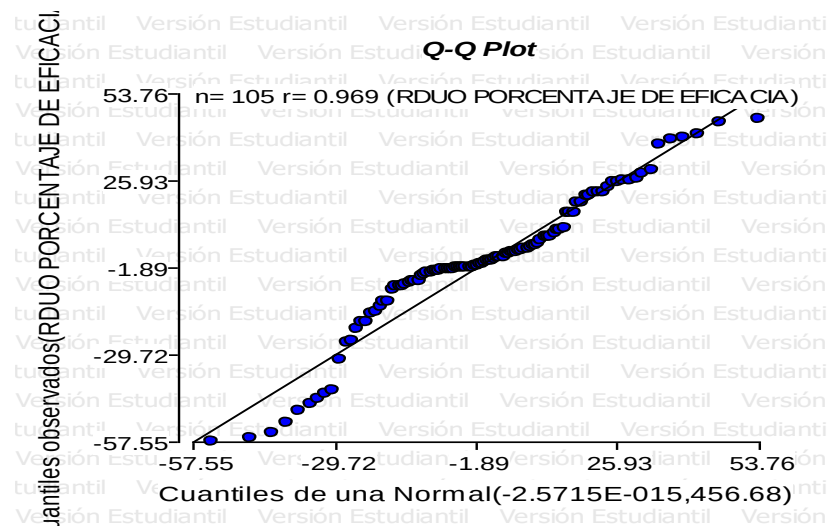


Figura 43. Gráfica Q-Q Plot del porcentaje de eficacia.

b. Análisis de la eficacia de los tratamientos en base al espacio

Se realizó un análisis de varianza de los tratamientos evaluados en las lecturas realizadas para identificar si el tiempo de muestreo influye en los tratamientos (cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de varianza de la época de toma de datos (7, 14, 21, 28 y 41 días) junto con los valores promedios de eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	Significancia (error)
Modelo	108,568.13	44	2,467.46	5.43	< 0.0001
Época	3,377.28	4	844.32	3.10	0.0809(Época*Bloque)
Época*Bloque	2,176.32	8	272.04	0.60	0.7753
Tratamiento	72,310.63	6	12,051.77	26.5	< 0.0001**
Tratamiento*época	10,476.99	24	436.54	0.96	0.5270
Bloque	20,226.91	2	10,113.46	22.25	< 0.0001
Error	27,268.10	60	454.47		
Total	135,836.23	104			

Al realizar el análisis de varianza (cuadro 15) se observó que existe diferencia estadística significativa en cuanto a la eficacia de los tratamientos para el manejo de plantas arvenses (significancia menor a 0.05), mientras que la época así como la interacción entre estos no hay diferencia estadística significativa. Por lo que, puede decirse que el manejo de plantas arvenses se ve influenciado por la eficacia de la opción química utilizada, y por ello se realizó para esta variable un análisis de medias utilizando Tukey (cuadro 16).

En el cuadro 16 al realizar la prueba de medias de Tukey entre los tratamientos aplicados se puede observar que existen 5 grupos A, B, C, D y E; los tratamientos diuron (T2), diuron y clethodim (T4) así como diuron y glifosato (T6) pertenecen al grupo A y presentan una mayor eficacia sobre el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina, siendo el ingrediente activo diuron uno de las principales tanto individual (T2) como en mezcla con clethodim (T4) y glifosato (T6), en el grupo B se encuentra únicamente el tratamiento clethodim y glifosato (T5), seguido por el grupo C con glifosato

(T3, testigo comercial), en el grupo D se encuentra el testigo (manual) y por último en el grupo E con el tratamiento clethodim (T1).

Cuadro 16. Resumen del análisis de medias de Tukey sobre la eficacia de siete tratamientos en el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina a partir de cinco mediciones en base al tiempo de muestreo.

Tratamiento	Opción química	Medias	N	E.E.	Grupo Tukey
T2	Diuron	82.6	3	5.50	A
T4	Clethodim y diuron	79.67	3	5.50	A B
T6	Diuron y glifosato	74.27	3	5.50	A B
T5	Clethodim y glifosato	56.27	3	5.50	B C
T3	Glifosato (testigo comercial)	45.13	3	5.50	C D
T0	Testigo (manual)	30.33	3	5.50	D
T1	Clethodim	6.13	3	5.50	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c. Daños al cultivo de curarina por fitotoxicidad de la opción química

A los 55 días después de la aplicación de los herbicidas se monitoreó si existía algún efecto en cuanto a daño al cultivo como la coloración o muerte de los hijuelos de curarina del área de evaluación que indica daños por fitotoxicidad.

Los valores promedios de porcentaje de fitotoxicidad (Cuadro 17) causados por los herbicidas se presenta es una estimación de 0 % a 100 %, que se basa en la clase de daño que oscila desde ninguno a destrucción total del cultivo. La tolerancia de las plantas de curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain) a la opción química se evaluó en referencia al tratamiento testigo (parcela no tratada con herbicidas) utilizando la escala de puntuación European Weed Research Society (E.W.R.S).

En el cuadro 17 se observa que en base a la escala de puntuación propuesta por European Weed Research Society (1983) para evaluar la fitotoxicidad al cultivo por herbicida en los 7 tratamientos evaluados no se observó ningún efecto sobre el cultivo, por lo que se encuentran en un porcentaje entre 0 % a 1 % de fitotoxicidad.

Cuadro 17. Fitotoxicidad en el cultivo de curarina al aplicar siete tratamientos.

Tratamiento	Producto (Ingrediente activo)	Dosis del producto (L/ha)	Fitotoxicidad en el cultivo	
			Porcentaje	Efecto sobre el cultivo
T0	Testigo (manual)	0	0.0 a 1.0	Sin efecto
T1	Clethodim	1.5	0.0 a 1.0	Sin efecto
T2	Diuron	4	0.0 a 1.0	Sin efecto
T3	Glifosato (testigo comercial)	4.5	0.0 a 1.0	Sin efecto
T4	Clethodim	1.35	0.0 a 1.0	Sin efecto
	Diuron	2	0.0 a 1.0	
T5	Clethodim	1.5	0.0 a 1.0	Sin efecto
	Glifosato	4.5	0.0 a 1.0	
T6	Diuron	2	0.0 a 1.0	Sin efecto
	Glifosato	4.05	0.0 a 1.0	

2.6.2 Determinación de los días control de las plantas arvenses por opción química

A. Prueba de normalidad

Para determinar la normalidad de los días control de la opción química se utilizó el método de normalidad de Shapiro-Wilk en INFOSTAT.

En el cuadro 18 se observa con un 95 % de confianza se concluye que la variable días control se distribuye normalmente (0.9187 es mayor a 0.05) (López Bautista, 2008).

Cuadro 18. Resultado de la prueba de Shapiro-Wilk de los días control de la opción química aplicada.

Variable	n	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RESIDUO DE LOS DÍAS CONTROL DE LA OPCIÓN QUÍMICA	21	9.74	0.97	0.9187*

También se utilizó el método gráfico de Q-Q Plot el cual permite comparar la distribución de un conjunto de datos con una distribución específica, en la figura 44 se observa que los datos del porcentaje de eficacia siguen una tendencia normal.

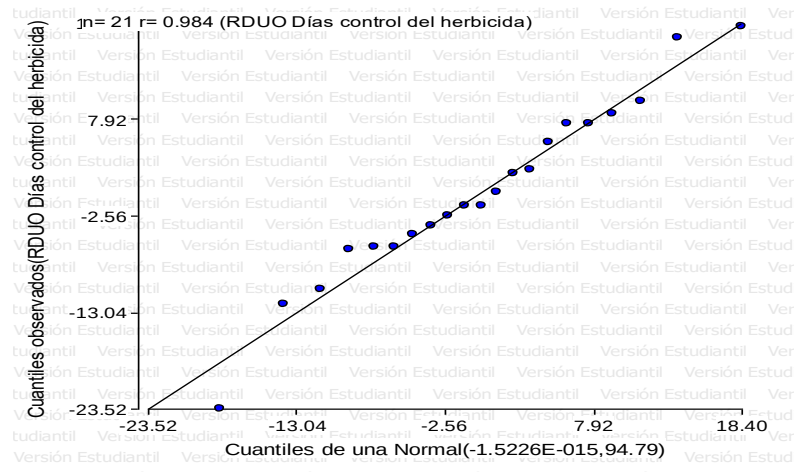


Figura 44. Gráfica Q-Q Plot de los días control de la opción química aplicada.

B. Análisis de los días control de las plantas arvenses por la opción química

Los datos obtenidos de los días control de las opciones químicas aplicadas se resumen en la figura 45.

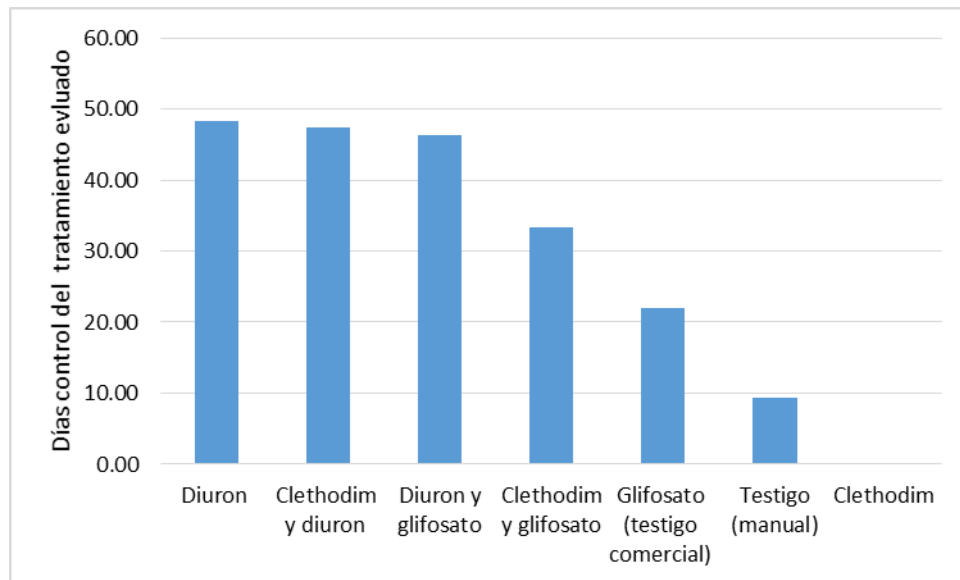


Figura 45. Efecto de siete tratamientos, testigo (manual) y seis opciones químicas con ingredientes activos clethodim, diuron y glifosato en los días control de plantas arvenses en un monitoreo de 52 días después de la aplicación.

En la figura 45, se logra identificar que con diuron (T2) se obtiene un mayor valor de días control; mientras que con clethodim (T1) es el de menor valor.

Para determinar si existe diferencia significativa de los días control de los tratamientos evaluados se realizó el análisis de varianza de las lecturas realizadas (cuadro 19).

Al realizar el análisis de varianza (cuadro 19) se observó que existe diferencia estadística significativa en cuanto a los días control de 7 tratamientos para el manejo de plantas arvenses (significancia menor a 0.05), por lo que se realizó un análisis de medias utilizando Tukey (cuadro 20).

Cuadro 19. Análisis de varianza de los días control de siete tratamientos en el manejo de plantas arvenses en el estudio de eficacia de herbicidas post-emergentes en el cultivo de curarina en base a 55 días de monitoreo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F	Significancia
Modelo.	7,945.43	8	993.18	6.29	0.0025
Bloque	1,033.52	2	516.76	3.27	0.0735
Tratamiento	6,911.9	6	1,151.98	7.29	0.0019*
Error	1,895.81	12	157.98		
Total	9,841.24	20			

CV: 42.57

Cuadro 20. Resumen del análisis de medias de Tukey de los días control de siete tratamientos en el manejo de plantas arvenses en el estudio de eficacia de herbicidas post-emergentes en el cultivo de curarina en base a 55 días de monitoreo.

Tratamiento	Opción química	Medias	n	E.E.	Grupo Tukey
T2	Diuron	48.33	3	7.26	A
T4	Clethodim y diuron	47.33	3	7.26	A
T6	Diuron y glifosato	46.33	3	7.26	A
T5	Clethodim y glifosato	33.33	3	7.26	A B
T3	Glifosato (testigo comercial)	22	3	7.26	A B
T0	Testigo (manual)	9.33	3	7.26	B
T1	Clethodim	0	3	7.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el cuadro 20 al realizar la prueba de medias de Tukey entre los tratamientos aplicados se puede observar que existen 2 grupos A y B; los tratamientos 2, 4, 6, 5 y 3 pertenecen al grupo A y presentan una mayor eficacia sobre el control de plantas arvenses en el cultivo de curarina, siendo el ingrediente activo diuron uno de las principales tanto

individual (T2) como en mezcla con clethodim (T4) y glifosato (T6) y el otro ingrediente activo individual es glifosato (T3) y así como con mezcla con clethodim (T5). En el grupo B está el manejo manual (T0) así como clethodim (T1).

2.6.3 Costos de aplicación de los tratamientos

En el cuadro 21 se puede observar el resumen de los costos: incluyendo: costo de herbicida, mejorador de agua, adherente-dispersante-penetrante, así como la mano de obra que le corresponde a cada tratamiento utilizado.

Cuadro 21. Resumen de costos de herbicida, mejorador de agua, adherente-dispersante-penetrante y mano de obra utilizada por hectárea en el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina.

Trat.	Producto	Dosis de producto (l/ha)	Costo en quetzales				
			Herbicida	Mejorador de agua	Adherente, dispersante y penetrante	Mano de obra (Q.)	Costo total (Q.)
0	Testigo (manual)	0	-	-	-	1,564.20	1,564.20
1	Clethodim	1.5	337.50	22.90	18.50	130.35	509.24
2	Diuron	4	320.00	22.90	18.50	130.35	491.74
3	Glifosato (testigo comercial)	4.5	163.13	22.90	18.50	130.35	334.87
4	Clethodim	1.35	463.75	22.90	18.50	130.35	635.49
	Diuron	2					
5	Clethodim	1.5	500.63	22.90	18.50	130.35	672.37
	Glifosato	4.5					
6	Diuron	2	306.81	22.90	18.50	130.35	478.56
	Glifosato	4.05					

En el cuadro 21 se aprecia el orden de costo de los tratamientos de mayor a menor: testigo (T0, manual) con Q 1,564.20, clethodim y glifosato (T5) con Q 672.37, clethodim y diuron (T4) con Q 635.49, clethodim (T1) con Q 509.24, diuron (T2) con Q 491.74, diuron y glifosato (T6) con Q 478.56 y glifosato (T3) con Q 334.87.

Para determinar si hay reducción de costos en comparación al manejo que tiene la empresa, que es mixto: manual y glifosato, se utilizó los días control de la evaluación para

indicar el número de aplicaciones al año y de esta manera conocer el costo anual para determinar el porcentaje de la diferencia de costos, según la aplicación empleada por la empresa (cuadro 22).

Cuadro 22. Resumen de costos totales de aplicación, días control, aplicaciones de tratamiento al año, costo anual y comparación de costos en porcentaje sobre el manejo de plantas arvenses en el cultivo de curarina en base al utilizado por la empresa.

Trat.	Producto	Costo total de aplicación (Q.)	Días control	Aplicaciones al año	Costo anual (Q.)	Comparación entre costos (%)
0	Testigo (manual)	1,564.20	9.33	39.12	61,193.25	486.64
1	Clethodim	509.24	0.00	365.00	185,873.70	1681.92
2	Diuron	491.74	48.33	7.55	3,713.76	-64.40
3	Glifosato (testigo comercial)	334.87	22.00	16.59	5,555.76	-46.74
4	Clethodim y diuron	635.49	47.33	7.71	4,900.80	-53.02
5	Clethodim y glifosato	672.37	33.33	10.95	7,363.17	-29.41
6	Diuron y glifosato	478.56	46.33	7.88	3,770.19	-63.86
	Empresa	1,200.29	42.00	8.69	10,431.09	0.00

En base a los resultados del cuadro 22 hay una reducción en comparación al costo anual por hectárea de la empresa con la aplicación de clethodim y glifosato (T5) con 29.41 %, seguido de glifosato (T3) con 46.74 %; clethodim y diuron (T4) con 53.02 %; diuron y glifosato (T6) con 63.86 %; diuron (T2) con 64.40 %; mientras aumenta con el testigo (T0, manual) con 486.64 % y clethodim (T1) con 1681.92 %.

2.6.4 Discusión de resultados

En base a la evaluación realizada, y condiciones ambientales (época lluviosa) en que se realizó la aplicación de las opciones químicas, se observó en la figura 42 y cuadro 11 la tendencia de los tratamientos, el comportamiento se debió a los herbicidas aplicados, la eficacia de este producto en base a las plantas arvenses que controló y por la acción del mismo, las cuales se discuten a continuación:

Diuron (T2) fue el mejor tratamiento en cuanto a la eficacia y a los días control, el modo de acción de este herbicida es sistémico y de contacto al follaje, ingresa a la planta al ser absorbido por el sistema radicular para luego ser distribuido hacia las hojas vía apoplasto (xilema) (Espinoza, Hernández, & Morales, 2013; Terralia, sf b; & Martínez Ovalle, 2018).

El mecanismo de acción del diuron actúa en la inhibición del proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema II con un cambio en la secuencia del aminoácido serina por glicina, lo que conlleva a la destrucción por foto oxidación de los carotenoides, por consiguiente, de la clorofila (Espinoza, Hernández, & Morales, 2013; Terralia, sf b; & Martínez Ovalle, 2018), debido a esto no se forman los cofactores ATP y NADP, los cuales son necesarios para continuar e ingresar al ciclo de Calvin, por lo que la planta se muere al no completar el proceso de fotosíntesis (Martínez Ovalle, 2018).

Este herbicida (diuron) controló en esta investigación a plantas arvenses de la clase Liliopsida: *Echinochloa colona* (L.) Link, *Panicum maximun*, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Cyperus odoratus* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Cynodon dactylon* L., *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton y *Commelina diffusa* Burm.f., y de la clase Magnoliopsida: *Euphorbia hirta* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Euphorbia hypericifolia* L., *Momordica charantia* L., *Bidens pilosa*, *Ipomoea purpurea* (L.) Roth, *Kallstroemia maxima* (L.) Hook. & Arn., *Trianthema portulacastrum* L., *Phyllanthus niruri subsp. lathyroides* (Kunth) G.L.Webster, *Sida rhombifolia* L., *Amaranthus hybridus* L., y *Physalis angulata* L. La calidad del agua que necesita para tener un adecuado control es mínimo, debido a que acepta agua con arcilla, dura y alcalina.

El tiempo para el siguiente control con diuron que se observó en esta investigación bajo las condiciones climáticas de la zona fue de aproximadamente 48 días, por lo que el costo total anual de este tratamiento fue de Q 3,713.76, eficacia de control buena con 82.60 %, siendo el mejor tratamiento.

Clethodim y diuron (T4), así como diuron y glifosato (T6), siguieron en efectividad, por lo que en estas mezclas el diuron al ser una urea sustituida tiene nitrógeno y debido a esto, proporciona sinergismo al otro herbicida (clethodim y glifosato respectivamente) por lo que

acelera el metabolismo de la planta al introducir más clethodim y glifosato a la planta, además amplió la gama de plantas arvenses que fueron controladas por dichos productos. Entre las plantas que controlaron cada tratamiento son:

Clethodim y diuron (T4) controlaron: *Commelina diffusa* Burm.f., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Euphorbia heterophylla* L., *Euphorbia hirta* L., *Kallstroemia maxima* (L.) Hook. & Arn., *Phyllanthus niruri* subsp. *lathyroides* (Kunth) G.L.Webster y *Physalis angulata* L. El tiempo para el siguiente control con esta opción química que se observó en esta investigación bajo las condiciones climáticas de la zona de aproximadamente 47 días, por lo que el costo total anual de este tratamiento fue de Q 4,900.80, con una eficacia buena con 79.67 %.

Diuron y glifosato (T6) controlaron: *Acalypha alopecuroides* Jacq., *Amaranthus hybridus* L., *Cyperus odoratus* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Euphorbia hypericifolia* L., *Kallstroemia maxima* (L.) Hook. & Arn., *Momordica charantia* L., y *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton. El tiempo para el siguiente control con esta opción química observado en esta investigación bajo las condiciones climáticas de la zona de aproximadamente fue de 46 días, por lo que el costo total anual de este tratamiento fue de Q 3,770.19, con una eficacia de control buena con 74.27 %.

Clethodim y glifosato (T5) amplió la cantidad de plantas arvenses que fueron controladas, entre estas plantas se encuentran debido a que Clethodim es un graminicida y en el caso del Glifosato es sistémico y no selectivo por lo que controla a plantas arvenses de la clase Liliopsida y Magnoliopsida, entre las plantas que controló esta opción química se encuentran: *Commelina diffusa* Burm.f., *Cyperus odoratus* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Euphorbia hirta* L., *Ipomoea purpurea* (L.) Roth, *Phyllanthus niruri* subsp. *lathyroides* (Kunth) G.L.Webster, y *Sida rhombifolia* L.

El tiempo para el siguiente control con la opción química clethodim y glifosato observado en esta investigación bajo las condiciones climáticas de la zona fue de aproximadamente 33 días, por lo que el costo total anual de este tratamiento fue de Q 7,363.17, eficacia media de control baja con 56.27 %.

El glifosato (testigo comercial, T3), es un herbicida sistémico, y no selectivo, post-emergencia, afecta principalmente a plantas de mayor estado de desarrollo, se trasloca vía apoplasto y simplasto a las zonas de mayor actividad fisiológica, en el suelo se inactiva (Espinoza, Hernández & Morales, 2013, Terralia, sf c, & Martínez Ovalle, 2018).

El mecanismo de acción del glifosato es afectar la síntesis de proteína, la formación de ligninas, alcaloides, fenoles, y ácido indolacético, los cuales se sustituyen en el citoplasma para trasladarse al cloroplasto. Inhibe la enzima EPSPS (ácido – 5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintasa), que provoca la evolución del ácido shikímico (específico en plantas) e inhibe la síntesis de aminoácidos aromáticos como triptofano, tirosina y fenilalanina (Espinoza, Hernández & Morales, 2013, Terralia, sf c, & Martínez Ovalle, 2018), debido a que en las partes de crecimiento activo requieren más sucrosa, para movilizarse este producto necesita humedad en el suelo para movilizarse a todas las partes de la planta, por consiguiente este repercute en la síntesis de ATP debido a que existe limitación en la producción de aminoácidos (Martínez Ovalle, 2018).

Este herbicida (glifosato) controló en esta investigación a plantas arvenses de la clase Liliopsida: *Commelina diffusa* Burm.f. *Cynodon dactylon*, *Cyperus odoratus* L., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Panicum maximun*, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., y Magnoliapsida: *Solanum torvum* Sw., *Solanum nigrum* L., *Euphorbia hirta* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Euphorbia hypericifolia* L., *Momordica charantia* L., *Bidens pilosa*, *Ipomoea purpurea* (L.) Roth, *Kallstroemia maxima* (L.) Hook. & Arn., *Amaranthus hybridus* L., *Acalypha alopecurioides* Jacq., *Phyllanthus niruri subsp. lathyroides* (Kunth) G.L.Webster, *Sida rhombifolia* L., *Mucuna pruriens* (L.) DC., *Kallstroemia maxima* (L.) Hook. & Arn.).

El tiempo para el siguiente control con glifosato observado en esta investigación bajo las condiciones climáticas de la zona fue de aproximadamente 22 días, por lo que el costo total anual de este tratamiento fue de Q 5,555.76, eficacia media de control deficiente con 45.13 %.

En el testigo (T0, manual), se eliminan las plantas arvenses con la ayuda de un cuchillo, machete o con las manos, pero se debe tener el cuidado de no dañar las plantas, en este tratamiento si no existe un monitoreo de la persona encargada se han encontrado pérdidas por daño de la planta madre e hijuelos de 30 % (Juárez Santizo, 2017), también en época lluviosa debido a que todas las plantas tienen una cantidad constante y adecuada de agua, estas se desarrollan de mejor manera por lo que el tiempo para el siguiente control es corto, por lo que se observó en esta investigación bajo las condiciones climáticas de la zona de aproximadamente 9 días, por lo que existe un mayor gasto en este tratamiento y se habla de un costo anual de Q 61,193. 25, con un valor medio de eficacia de control deficiente del tratamiento de 30.33 %.

Clethodim (cletodium o cletodim, T1) es un herbicida de modo de acción sistémica y graminicida, por lo que se observó en las planta desecación desde los meristemos caulinares y tejidos jóvenes, traslocados por vía apoplasto y simplasto por las hojas, es post emergente (Espinoza, Hernández & Morales, 2013; Terralia, sf a; & Martínez Ovalle, 2018).

El mecanismo de acción del clethodim es que afectan la síntesis de lípidos a través de la inhibición de la enzima acetil coenzima A carboxilasa (ACCase), localizada en el protoplasto, viéndose afectado el sistema interno de membranas, debido a que las enzimas oxidativas e hidrolíticas del comportamiento lisosomal, son liberadas y actúan sobre los constituyentes citoplasmáticos, por lo que ocurre una completa destrucción de la célula (Espinoza, Hernández & Morales, 2013; Terralia, sf a; & Martínez Ovalle, 2018), ocurre en las zonas de crecimiento, debido a que la membrana celular está constituida a base de lípidos, fosfolípidos y proteínas, y como este herbicida detiene la síntesis de lípidos (no se desarrolla la membrana celular) por lo que ya no hay división celular (Martínez Ovalle, 2018).

En el caso de las gramíneas el meristemo terminal se desarrolla muy poco, el crecimiento se da principalmente en el meristemo intercalar (específicamente de gramíneas) por lo que el clethodim inhibe el crecimiento de la planta (inhibe el crecimiento del meristemo intercalar) (Martínez Ovalle, 2018).

El clethodim controló en esta investigación únicamente a plantas arvenses de la clase Liliopsida específicamente gramíneas: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echinochloa colona* (L.) Link, y *Cynodon dactylon*, debido a que este herbicida es selectivo de gramíneas no se obtuvieron buenos resultados individuales en cuanto al control siendo deficiente con una media de 6.16 %, sin ningún día de control, debido a que no se obtuvieron valores de eficacia mayores al 50 % por lo que obtuvo poca efectividad por escasas de cobertura de gramíneas.

2.7 CONCLUSIONES

1. La opción química que presentó mejor eficacia para el manejo de plantas arvenses en el cultivo curarina (*Sansevieria trifasciata* Prain) fue diuron con 82.6 % y en mezcla con dos herbicidas: con clethodim 79.67 % así como glifosato con 74.27 % que se encuentran en la categoría bueno mientras que el testigo comercial (glifosato) presentó valores medios de 45.13 % con categoría de deficiente así como el testigo (manual) con 30.33 %.
2. Las tres opciones químicas que presentaron mayores días control para el manejo de plantas arvenses fueron diuron con 48 días y en mezcla con dos herbicidas: clethodim con 47 días así como glifosato con 46 días.
3. Los costos de aplicación de las tres opciones químicas que presentan mejor eficacia en base a los días control para el manejo de plantas arvenses son: diuron con Q 3,713.76 y en mezcla con dos herbicidas: glifosato con Q 3,770.19 así como clethodim con Q 4,900.80 lo que reduce los costos de la aplicación en comparación al aplicado por la empresa (testigo comercial y testigo) en 64.4 %, 63.86 % y 53.02 % respectivamente.

2.8 RECOMENDACIÓN

1. Bajo las condiciones climáticas en que se realizó la investigación utilizar para el manejo de plantas arvenses diuron (4 l/ha) debido a que fue el que obtuvo una mayor eficiencia así como días control.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. AgroCentro. (s.f.). *Herbicidas: Kronex 80 SC*. Recuperado el 18 abril de 2018, de: <http://agrocentro.com/wp-content/uploads/2017/11/KRONEX-80-SC.pdf>
2. Asociación Guatemalteca de Exportadores, Guatemala (AGEXPORT). (2014). *Sansevieria una planta versátil y elegante para el hogar*. Recuperado el 15 marzo de 2017, de: <http://agexporthoy.export.com.gt/2014/01/sansevieria-una-planta-versatil-y-elegante-para-el-hogar/>
3. Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Barcelona, España: McGraw-Hill Interamericana. 520 p.
4. Bárberi, P. (2004). *FAO*. Recuperado el 2 de mayo de 2019, de FAO: <http://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0e.htm#TopOfPage>
5. Bárcia, R. (1902). *Primer diccionario etimológico de la lengua española*. Barcelona, España: Libertaria Prodhufi. 506 p.
6. Blanco, Y., & Leyva, Á. (2007). *Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales*. Cultivos tropicales, XXVIII(2), 21-28. Recuperado el 2 de Mayo de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193217731003.pdf>
7. CDP (Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Centro de Diagnóstico Parasitológico, Guatemala). (2017). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: CDP.
8. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala (CENGICAÑA). (1996). *Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala* (2 ed.). Guatemala: CENGICAÑA. 216 p.
9. Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. USA, Columbia University Press. 1262 p.

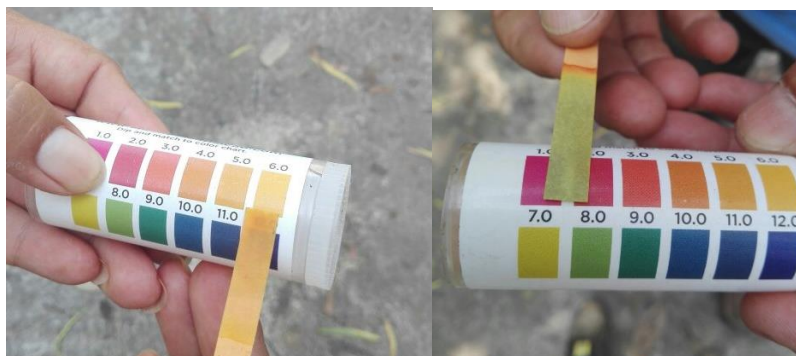
10. De La Cruz S, J. R. (1982). *Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en el sistema Holdridge*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal (INAFOR). 42 p.
11. Dirección General de Cartografía, Guatemala (DGC). (1959). Hoja cartográfica Obero, no. 2058-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color. (Mapa topográfico de Guatemala).
12. Elicriso, Italia. (2016). *Sansevieria*. Recuperado el 20 marzo de 2017, de: http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/sansevieria/
13. Espinoza, G; Hernández, C., & Morales, G. (2013). *Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de caña de azúcar en Guatemala*. Guatemala, Cengicaña. 117 p.
14. Herrera, R. (2017). *Costos de manejo de malezas en cultivo de curarina (Sansevieria spp)* (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejó Díaz, Entrevistadora).
15. InfoJardin, Argentina. (2015). *Sansevieria, espada de San Jorge, lengua de suegra, Sansevera*. Recuperado el 10 de marzo de 2017, de: http://articulos.infojardin.com/plantas_de_interior/Fichas/Sansevieria.htm
16. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala (ICTA). (1994). *Sistema unificado de generación y transferencia de tecnología agrícola para Guatemala*. Guatemala: ICTA. tomo 2, 179 p.
17. Instituto Geográfico Nacional, Guatemala (IGN). (1977). *Atlas nacional de la república de Guatemala: mapa de regiones fisiográficas*. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color.
18. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Guatemala (ICC). (2018). *ICC – Redmet; Datos comparativos: del 01/01/2017 00:00 al 31/12/2017 23:45 (estación Trinidad)*. Recuperado el 7 de septiembre de 2018, de Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático: <https://redmet.icc.org.gt/comparativas>
19. Juárez Santizo, J. C. (2017). *Proceso productivo del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejó Díaz, Entrevistadora).
20. Lizama, V. H. (2015). *La espada milagrosa que cura el Hígado*. México. Recuperado el 3 abril de 2016, de: <http://sipse.com/milenio/lengua-vaca-sansevieria-trifasciata-planta-cura-bazo-higado-155735.html>
21. López Bautista, E. A. (2008). *Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía. 170 p.

22. López Martínez, N. (2009). *Weeds associated to ornamental plants*. Recuperado el 18 de abril de 2018, de: *Fitosanidad*, 13(4), de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1562-30092009000400002&script=sci_arttext&lng=pt
23. Marroquín, D. (1984). *Diagnostico general del parcelamiento Cuyuta, ubicado en el municipio de Masagua, departamento de Escuintla*. (Tesis Ing. Agr.). USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. 17 p.
24. Martínez Ovalle, M. de J. (2017). *Herbicidas utilizados en el manejo de malezas en el cultivo de curarina (Sansevieria spp.)* (Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía). (A. C. Montejo Díaz, Entrevistador).
25. Martínez Ovalle, M. de J.; Pineda, L. (2000). *Manual de prácticas de laboratorio para el curso de ecología y control de malezas*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía. 40 p.
26. Martínez Ovalle, M. de J. (2018). *Modo de acción y mecanismos de acción de los herbicidas: diuron, clethodim y glifosato para el manejo de malezas en el cultivo de curarina (Sansevieria spp.)* (Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía). (A. C. Montejo Díaz, Entrevistador).
27. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2001). *Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala; Memoria técnica*. Guatemala: MAGA. p. 10-11.
28. Nuevatribuna.es. (27 de Noviembre de 2017). *La UE aprueba el uso del glifosato cinco años más, con el voto a favor de España*. España. Recuperado el 8 de Julio de 2019, de <https://www.nuevatribuna.es/articulo/salud/ue-aprueba-uso-glifosato-anos-mas/20171127181400145779.html>
29. Osorio Hernández, S. (2017). *Control de calidad y embarque de curarina (Sansevieria spp.)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
30. Paredes, E.; García, R.; Pérez, E. (2008). *Metodología para el manejo de malezas en áreas agrícolas*. In II Taller Internacional de Manejo de Plagas del VI Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, del 22 al 29 de septiembre, La Habana, Cuba.
31. Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (PIPAA). (2012). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
32. _____. (2013). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.

33. _____. (2014). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
34. _____. (2015). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
35. _____. (2016). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
36. _____. (2017). *Enfermedades diagnosticadas del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. Guatemala: MAGA.
37. Retolaza Estrada, F. G. (2017a). *Generalidades del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
38. _____. (2017b). *Sistematización del proceso productivo de curarina (Sansevieria trifasciata Prain) en el Parcelamiento Cuyuta, Masagua, Escuintla, Guatemala C.A., periodo 2012-2016*. (Tesis Ing. Agr.). USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. Recuperado el 23 de septiembre de 2018 de:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8342/1/RetolazaEstradaFreddyGiovanni.pdf>
39. Rincón, D. (1962). *Control químico de malezas*. Caracas, Venezuela, Servicio Shell para el Agricultor. 95 p.
40. Sánchez de Lorenzo-Cáceres, J. M. (2014). *Las especies del género Sansevieria Thurb. (Agavaceae) cultivadas en España*. 8 p. Recuperado el 23 de febrero de 2017, de: <http://jmanuel.arrakis.es/Sansevieria.pdf>
41. Servicios Agropecuarios de la Costa, México (SACSA). (2016). *Importancia del fosforo en las plantas*. México. Recuperado el 18 de abril de 2018, de:
<http://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del-fosforo-por-las-plantas/>
42. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
43. Terralia. (sf a). *Clethodim*. México. Recuperado el 30 de abril de 2018, de:
https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?book_id=3&composition_id=13693
44. _____. (sf b). *Diuron*. México. Recuperado el 30 de abril de 2018, de:
https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?book_id=3&composition_id=12749.
45. _____. (sf c). *Glifosato*. México. Recuperado el 30 de abril de 2018, de:
https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?book_id=3&composition_id=12699.

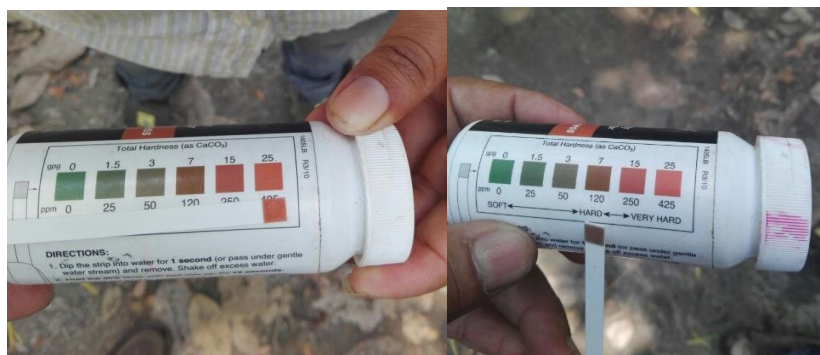
46. Tropicos. (2017). *Sansevieria*. Recuperado el 21 de abril de 2018, de:
<http://www.tropicos.org/Name/50053394>
47. Urzúa Soria, F. (sf). *Principios del Manejo Integrado de Malezas*. México. Recuperado el 8 de Julio de 2019, de
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BAfXwsob2uMJ:publico.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp%3FIdDocumento%3D19766%26IdUrl%3D31602%26objeto%3DDocumento%26IdObjetoBase%3D19766%26down%3Dtrue+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=gt>
48. Weckee, K., & Rueter, G. (25 de Octubre de 2017). *Farming without glyphosate — how would that work?*. Recuperado el 10 de Julio de 2019, de
<https://www.dw.com/en/farming-without-glyphosate-how-would-that-work/a-41104393-0>
49. Weed Sciencie Society of America, US. (1983). *Herbicide handbook*. Illinois, US. 515 p.

2.10 ANEXOS



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 46A. Verificación del pH del agua para la aplicación de las opciones químicas utilizando papel indicador para su respectiva corrección.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 47A. Verificación de la concentración de sales del agua para la aplicación de las opciones químicas utilizando papel indicador para su respectiva corrección.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 48A. Boquilla tipo abanico SPRAYER 8002 y calibración de la bomba de mochila para la aplicación de las opciones químicas.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 49A. Aplicación de las opciones químicas a una altura de 25 cm.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 50A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 7 días después de la aplicación con clethodim y glifosato (T4) y diuron y glifosato (T6) respectivamente.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 51A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 14 días después de la aplicación con clethodim y glifosato (T4) y glifosato (T6) respectivamente.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 52A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 21 días después de la aplicación con diuron (T2) y glifosato (T3) respectivamente.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 53A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 28 días después del control con testigo (manual, T0) y clethodim y glifosato (T4) respectivamente.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 54A. Monitoreo de la cobertura y daños por fitotoxicidad a los 41 días después del control con testigo (manual T0) y clethodim (T1) respectivamente.



CAPÍTULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA PLANTACIONES JURE, S.A., CUYUTA,
MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA.**

3.1 PRESENTACIÓN

La empresa Plantaciones Jure, S.A. desde hace 22 años ha sido pionera en la producción y exportación de la curarina (*Sansevieria* spp.), contando con cuatro fincas productivas localizadas en el Cuyuta, Masagua, Escuintla y exportando a la Unión Europea y Estados Unidos. Como parte de los servicios prestados del Ejercicio Profesional Supervisado – EPS- de la Facultad Agronomía, se realizaron dos servicios con el fin de proporcionar a la empresa información técnica y logística, dichos servicios consistieron en el monitoreo de crecimiento de curarina var. *Laurentii* (*Sansevieria trifasciata* Prain) en la finca La Misión así como la aplicación y monitoreo de fertilizante orgánico e inorgánico en las cuatro fincas de la empresa.

En el servicio uno sobre el monitoreo de crecimiento de curarina var. *Laurentii* (*Sansevieria trifasciata* Prain) en la finca La Misión, se determinó que el crecimiento medio de 10 plantas de curarina en 83 días de monitoreo fue de 0.311 cm por cada 6.43 mm de precipitación del área evaluada, además el modelo de estimación del crecimiento (y) de plantas de curarina en base a la precipitación (x) fue: $Y = -0.0298x^2 + 0.3594x - 0.6372$, y se identificó que se obtuvo un mayor crecimiento de plantas de curarina con una precipitación de 7 mm por día.

En el servicio dos sobre la monitoreo y estimación de costos de aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos se determinó que el promedio de los costos por hectárea en las fincas *Laurentii*, Caribeña, Hormiga y La Misión son Q. 1,518.42/ha de bio-cofya, Q. 570.31/ha de urea, Q. 1,721.58/ha de nitro xtend, Q. 1,258.65/ha de gallinaza y Q. 661.40/ha de sulfato de amonio y los costos por fertilización por planta cosechada de junio a noviembre fueron finca Hormiga Q. 0.01, Caribeña Q. 0.02, finca *Laurentii* Q. 0.05 y finca La Misión Q. 0.17.

3.2 SERVICIO I. MONITOREO DEL CRECIMIENTO DE CURARINA VAR. LAURENTII (*Sansevieria trifasciata* Prain) EN LA FINCA LA MISIÓN

3.2.1 Presentación

La disponibilidad de agua es un factor limitante durante el periodo de crecimiento de las plantas, es importante realizar un monitoreo de este crecimiento para planificar, proyectar las alturas de las plantas y de esta manera aplicar las técnicas de manejo para ofrecer al cliente productos existentes con un año de anticipación.

En la empresa no se tiene el conocimiento sobre el crecimiento de las plantas de curarina por lo que se realizó un monitoreo del crecimiento de plantas de la variedad Laurentii en la finca La Misión.

Se determinó que el crecimiento medio de 10 plantas de curarina en 83 días de monitoreo fue de 0.311 cm por cada 6.43 mm de precipitación del área evaluada, el modelo de estimación del crecimiento (y) de plantas de curarina en base a la precipitación (x) fue: $Y = -0.0298x^2 + 0.3594x - 0.6372$, y se identificó que se obtuvo un mayor crecimiento de plantas de curarina con una precipitación media de 7 mm por día.

3.2.2 Objetivo

Estimar mediante un modelo matemático la relación entre el crecimiento de curarina var. Laurentii (*Sansevieria trifasciata* Prain) y volumen de agua precipitado en la finca La Misión.

3.2.3 Marco conceptual

A. Marco teórico

Es de vital importancia tener en cuenta el efecto del clima ejerce en los procesos fisiológicos que dan lugar al crecimiento y desarrollo de las plantas (Álvarez et al, 2013).

Herrera (2008) en sus estudios acerca de los principios básicos de fisiología vegetal, informó las mejores correlaciones al relacionar el número de días con lluvias con elementos fisiológicos del crecimiento.

El crecimiento se define como un aumento irreversible en tamaño o volumen (Taiz y Zeiger, 2006), en las plantas se debe a la división celular y expansión de las células. La división celular crea células adicionales, mientras que la expansión de células crea un aumento en el tamaño de cada célula. Si el agua está limitada durante los períodos de crecimiento de una planta, el tamaño final de las células disminuirá, lo que conduce a menos hojas y de menor tamaño, tallos más cortos y gruesos y un sistema radicular menos desarrollado, es decir que la falta de agua produce plantas más pequeñas.

Para cuantificar el crecimiento se ha medido el tamaño de individuos, o de órganos de los mismos, y los datos se han expresado en función del tiempo. Sachs, fue pionero al utilizar la técnica que consistía en marcar en el tejido cuya elongación se quería medir y determinar la desviación que experimentaban esas marcas a intervalos constantes de tiempo, obteniendo una curva de crecimiento o período (sigmoide), con tres zonas: la primera, logarítmica, donde la velocidad de crecimiento es lenta, la segunda, de crecimiento rápido y lineal; y por último, la tercera zona en la que el crecimiento se hace mucho más lento, hasta que por fin cesa, en plantas perennes (como la curarina) la curva de crecimiento debe de ser de un año. Además este modelo teórico raramente se reproduce en la realidad (Amorós Ortiz-Villajos et al, 2011 & Barceló et al, 1987).

B. Marco referencial

La finca La Misión está ubicada en la aldea Cuyuta, Masagua, Escuintla a 71 km de la ciudad de Guatemala (figura 1), cuenta con un área de 11.68 ha (figura 35). La finca se encuentra ubicada en el Bosque Húmedo subtropical (cálido) bh-Sc (De la Cruz, 1982), las especies indicadoras de esta zona de vida son *Sterculia apetaba*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Chlorophora tinctoria* y *Cordia alliodora* (MAGA, 2001).

Según el ICC (2018) en base a la estación trinidad la temperatura media anual del año 2017 fue de 26.94 °C y la precipitación pluvial promedio anual fue de 1,693.40 mm.

Según la metodología del INAB se reconoce la capacidad de uso en la finca La Misión de Agricultura sin limitaciones (A), con uso correcto (MAGA, 2001). Textura del suelo franco-arenosa, relieve llana (1 % y 3 %), profundidad efectiva de 110 cm a 100 cm (Retolaza Estrada, 2017) (categoría: p) pertenecen a la serie de suelos Tiquisate franco (MAGA, 2001).

Las variedades de curarina que se encuentran en la finca La Misión son: Laurentii: con un porcentaje de área de siembra del 45 %, y participación en el mercado de 50.76 % y Zeylanica con 55 % de área de siembra, participación en el mercado de 39.71 %.

3.2.4 Metodología

- Se identificaron al azar 10 plantas de curarina var Laurentii en la finca La Misión.
- Se colocó una estaca por planta para identificar el crecimiento en los días de toma de datos.
- Con un lápiz se marcó el inicio del monitoreo y cada medición en la estaca que identificaba a cada planta.]
- La toma de datos del crecimiento se realizó con una regla graduada en 30 cm a los 13, 61, 74 y 81 días después del iniciar el monitoreo.

3.2.5 Resultados

El monitoreo de crecimiento se realizó del 21 de junio al 3 de octubre de 2,017 en la finca La Misión, con una duración de 83 días.

Los resultados obtenidos se vieron influenciados por la cosecha debido a que en agosto se realizó el primer corte de planta y como existía poca disponibilidad de las medidas

requeridas por el cliente en otras fincas los cortadores cosecharon tres plantas que estaban siendo monitoreadas, en septiembre se realizó otro corte llevándose otras tres plantas, dejando un total de 4 plantas dando por concluido el experimento. Obteniendo los datos de crecimiento que se observan en el cuadro 23.

Cuadro 23. Valores de crecimiento de diez plantas de curarina var. Laurentii (*Sansevieria trifasciata* Prain) de cuatro mediciones realizadas en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla del 21 de junio al 12 de septiembre de 2017.

Planta	Crecimiento de plantas (días después del inicio del monitoreo)			
	14	62	75	83
1	3	5	3	0
2	11	27.5	2.5	0
3	7	20	4.5	4.5
4	5.6	15.7	1.7	2
5	6.4	22.4	1	0
6	6.1	20.8	1.5	1
7	10.5	*	*	*
8	10.2	28.3	1	0.5
9	8	*	*	*
10	4.6	*	*	*
Días de diferencia de toma de datos	14	48	13	8
Crecimiento medio por días de monitoreo (cm)	7.24	19.957	2.171	1.1423
Crecimiento medio por día (cm)	0.517	0.416	0.167	0.143
Precipitación (mm/día)	7.129	8.106	7.646	2.850
Crecimiento medio por monitoreo (cm/día)	0.311	*Datos faltantes por cosecha de plantas		
Precipitación media por monitoreo (mm/día)	6.433			

En base a los resultados del cuadro 23 se realizó la figura de la curva de altura media de plantas y de crecimiento medio en base a la precipitación en la finca La Misión (figura 55 y 56).

En la curva de altura (figura 55) y crecimiento (figura 56) se logra apreciar que del 21 de junio al 21 de agosto existe un crecimiento rápido y lineal (19.96 cm), y luego el crecimiento se vuelve lento hasta el 12 de septiembre (1.14 cm), observando que la curva

de altura permanece casi constante, mientras que en la de crecimiento se ve reducido, coincidiendo con dos zonas de crecimiento que menciona Amorós Ortiz-Villajos et al (2011) en el estudio del efecto de la temperatura y las precipitaciones en el desarrollo foliar de *Vitis vinifera* cv. Cencibel.

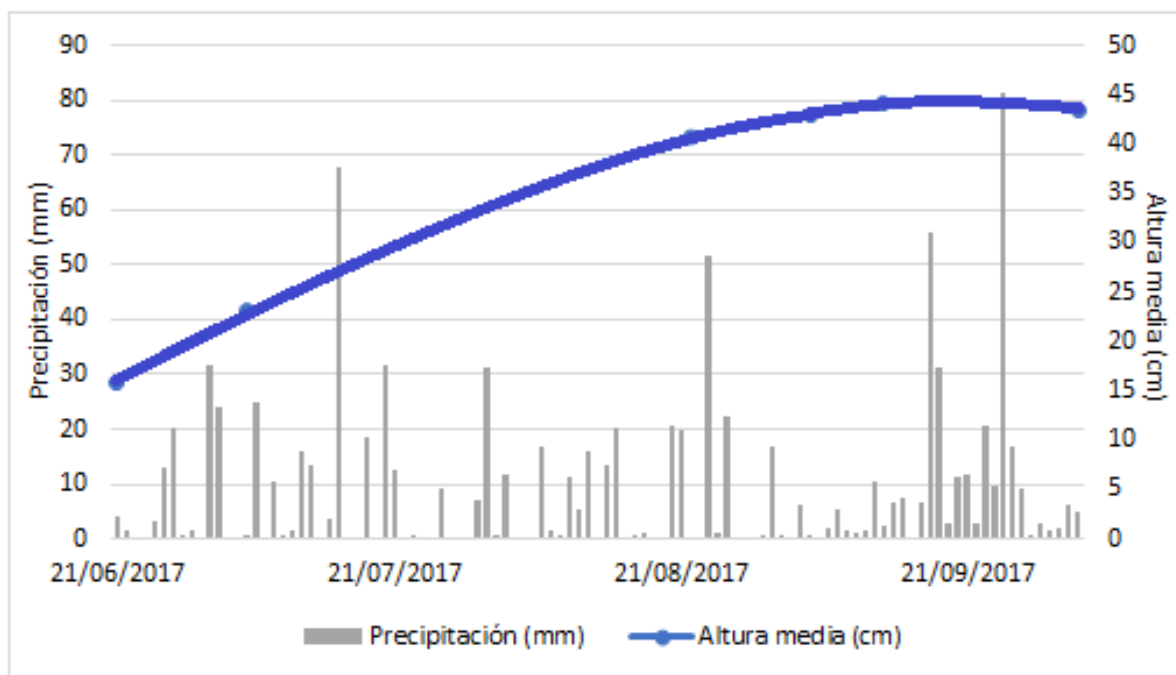


Figura 55. Curva de altura media de plantas de curarina var. Laurentii (*Sansevieria trifasciata* Prain) y precipitación en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla de seis mediciones.

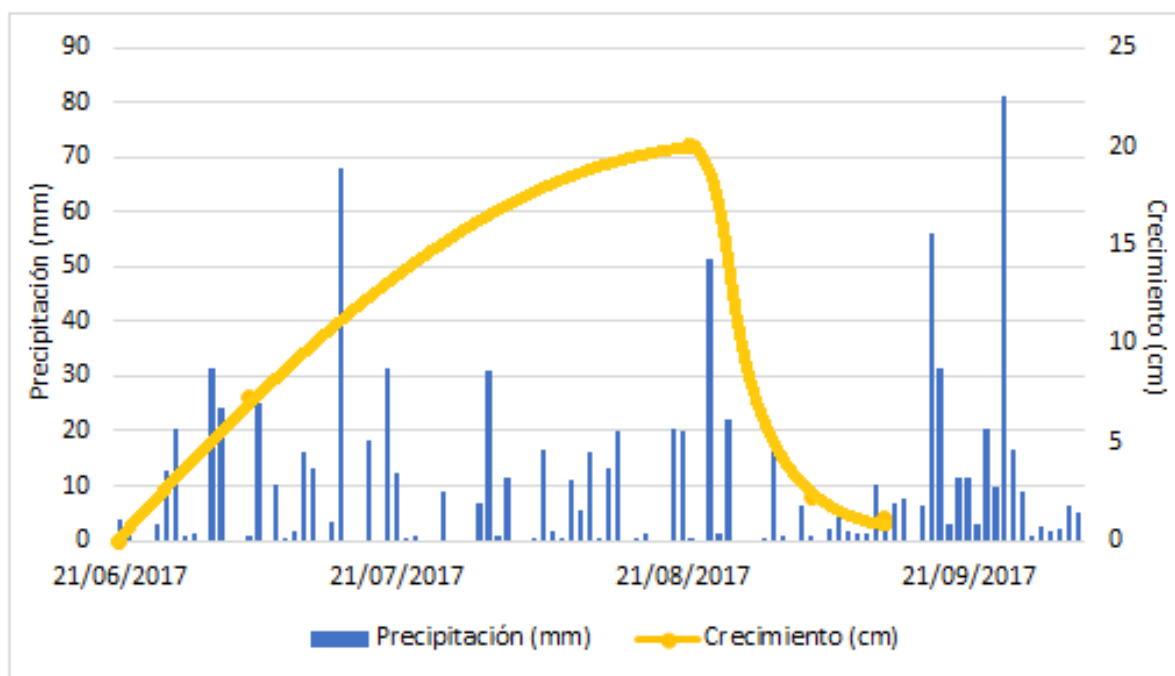


Figura 56. Curva de crecimiento medio de plantas de curarina var. *Laurentii* (*Sansevieria trifasciata* Prain) y precipitación en la finca La Misión, Cuyuta, Masagua, Escuintla de cuatro mediciones.

En base a los datos del crecimiento medio de curarina y la precipitación media se obtuvo un modelo para estimar la tendencia del crecimiento que más se adecuó a los datos para determinar la altura de curarina en base a la precipitación recibida en la finca (figura 57).

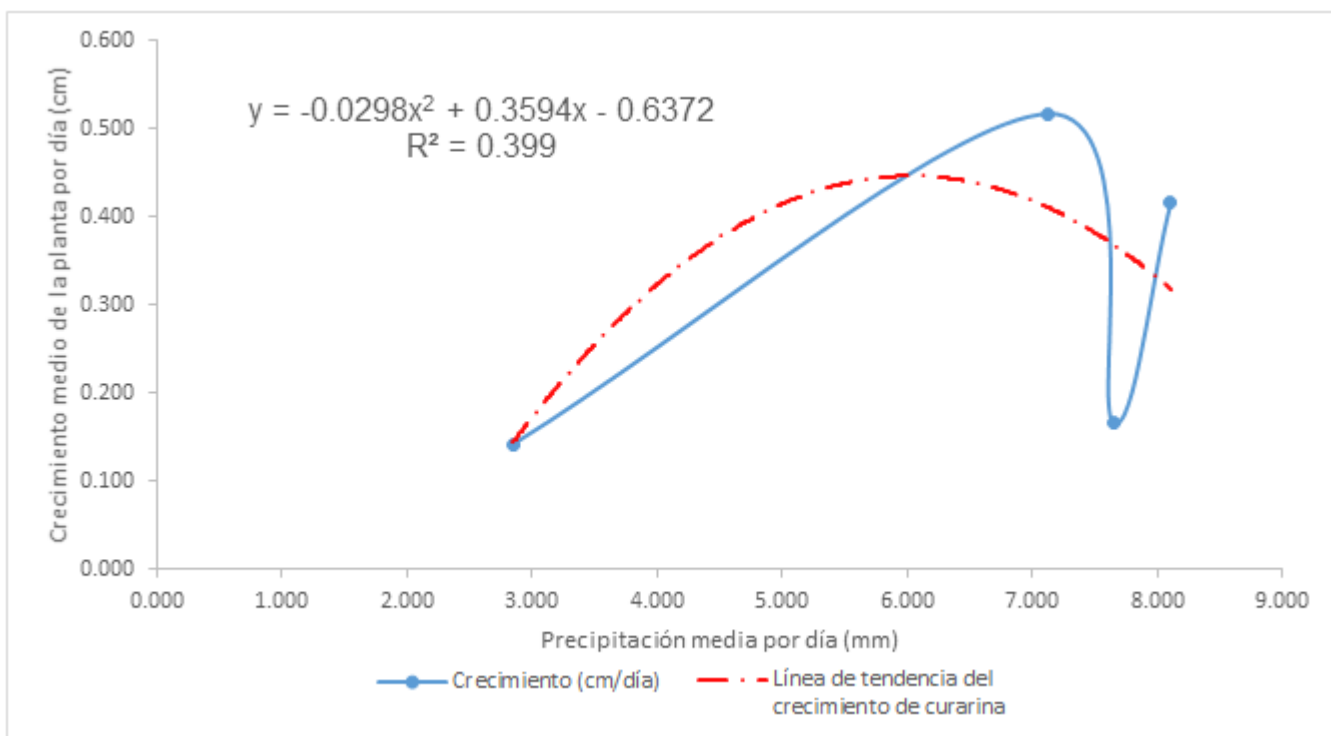


Figura 57. Línea de tendencia del crecimiento medio de curarina en base a la precipitación en la finca La Misión.

La línea de tendencia identificada (figura 57) que mejor se adecuó a los datos obtenidos en campo fue la polinómica, el modelo de estimación generado para determinar el crecimiento (Y) depende de la precipitación en milímetros (x):

$$Y = -0.0298x^2 + 0.3594x - 0.6372$$

En la figura 57 se puede observar que el mayor crecimiento de curarina por día se obtuvo con una precipitación de 7 mm diarios.

3.2.6 Conclusiones

1. Se determinó que el crecimiento medio de 10 plantas de curarina en 83 días de monitoreo fue de 0.311 cm por cada 6.43 mm de precipitación del área evaluada.
2. El modelo de estimación de crecimiento (y) de plantas de curarina en base a la precipitación (x) del área evaluada fue: $Y = -0.0298x^2 + 0.3594x - 0.6372$.

3.2.7 Recomendación

Realizar monitoreo de crecimiento en las diferentes variedades que maneja la empresa.

3.2.8 Bibliografía

1. Álvarez A.; Herrera R. S.; Díaz L. & Noda A. (2013). *Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de Pennisetum purpureum*. Cuba: Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol 47, no. 4. Recuperado el 15 de agosto de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193029815015.pdf>
2. Amorós Ortiz-Villajos, J. Á.; Pérez de los Reyes, C. & Beldad Morote, F. (2011). *Efecto de la temperatura y las precipitaciones en el desarrollo foliar de Vitis vinifera cv. Cencibel*. España. Revista Pilquen. Nº 11. Recuperado el 26 de julio de 2018, de: https://bodegasnaranjo.com/wp-content/uploads/2015/09/Amoros_y_col_Pilquen_2011.pdf
3. Barceló, J.; Nicolás, G.; Sabater, B.; Sánchez, R. (1987). *Fisiología Vegetal*. Madrid. España. 4ª ed. Editorial Pirámide.
4. De La Cruz S, J. R. (1982). *Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en el sistema Holdridge*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal (INAFOR). 42 p.
5. Herrera, R.S. (2008). *Principios básicos de fisiología vegetal. En: Pastos tropicales, principios generales agrotecnia y producción de materia seca*. México. Ed. Instituto de Ciencia Animal-FIRA. p. 1.
6. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Guatemala (ICC). (2018). *ICC – Redmet; Datos comparativos: del 01/01/2017 00:00 al 31/12/2017 23:45 (estación Trinidad)*. Recuperado el 7 de septiembre de 2018, de Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático: <https://redmet.icc.org.gt/comparativas>
7. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2001). *Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala; Memoria técnica*. Guatemala: MAGA. p. 10-11.
8. Retolaza Estrada, F. G. (2017). *Generalidades del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejo Díaz, Entrevistadora).
9. Taiz, L. & E. Zeiger. (2006). *Fisiología vegetal*. España. Universitat Jaume I, Castellón de la Plana.

3.3 SERVICIO II. MONITOREO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE CURARINA (*Sansevieria* spp.), FINCA LAURENTII, CARIBEÑA, HORMIGA Y LA MISIÓN.

3.3.1 Presentación

La empresa al ser pionera en la producción intensiva para exportación de curarina realiza monitoreo y aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el área productiva con el fin de suplir los requerimientos del cultivo. Los fertilizantes que se aplicaron al área productiva fueron: Bio-cofya y gallinaza en el caso de orgánicos; urea, sulfato de amonio, nitro xtend y sílice; como servicio se realizó el monitoreo y aplicación de junio a noviembre de 2017.

Para conocer el efecto de la fertilización en el campo es necesario determinar la productividad por área, en el caso de curarina se determinó la cantidad de planta cosechada por hectárea.

En el monitoreo y estimación de costos de las aplicaciones de fertilizante orgánico e inorgánico se determinó que el promedio de los costos por hectárea en las fincas Laurentii, Caribeña, Hormiga y La Misión son Q. 1,518.42/ha de bio-cofya, Q. 570.31/ha de urea, Q. 1,721.58/ha de nitro xtend, Q. 1,258.65/ha de gallinaza y Q. 661.40/ha de sulfato de amonio y los costos por fertilización por planta cosechada de junio a noviembre fueron finca Hormiga Q. 0.01, Caribeña Q. 0.02, finca Laurentii Q. 0.05 y finca La Misión Q. 0.17

3.3.2 Objetivo

Determinar los costos de las aplicaciones de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.) en las fincas Laurentii, Caribeña, Hormiga y La Misión y relacionarlos con la producción.

3.3.3 Marco conceptual

A. Marco teórico

La curarina es una planta ornamental de follaje, por lo que es preferible usar fertilizantes con alto contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, el fertilizante además de poseer macroelementos (NPK), también debe contener microelementos como magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), cinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo) entre otros (Elicriso, 2016).

Para la nutrición de las plantas en la finca se aplica tanto fertilizante foliar, químico así como orgánico y químico al suelo con base al análisis del suelo anual para suplir los requerimientos nutricionales de la planta (Juárez Santizo, 2017).

Los requerimientos nutricionales de macronutrientes del cultivo de curarina se describen en el cuadro 24.

Cuadro 24. Requerimientos de macronutrientes (NPK) del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.).

Requerimientos de macronutrientes (NPK) del cultivo de curarina			
Elemento	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)
Cantidad en kg/ha	783.12	559.74	840.26

Fuente: Retolaza Estrada, 2017.

B. Marco referencial

a. Ubicación y condiciones ambientales de las fincas

El monitoreo y aplicación de fertilizante se realizó en las fincas Laurentii, Caribeña, Hormiga y La Misión, ubicadas en Cuyuta, Masagua, Escuintla.

Las fincas se encuentran ubicadas en la zona de vida Bosque Húmedo subtropical (cálido) bh-Sc (De la Cruz, 1982), las especies indicadoras de esta zona de vida son *Sterculia apetaba*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Chlorophora tinctoria* y *Cordia alliodora* (MAGA, 2001).

Según el ICC (2018) en base a la estación trinidad, en las fincas la temperatura media anual del año 2017 fue de 26.94 °C y la precipitación pluvial promedio anual fue de 1,693.40 mm.

b. Suelos

Los suelos de las fincas se encuentran localizados en la región fisiográfica tierras de la llanura costera del pacífico. Según la metodología del INAB se reconocen dos capacidades de usos en las 4 fincas trabajadas las cuales son: Agricultura sin limitaciones (A) y Agroforestería con cultivos anuales (Aa) (MAGA, 2001). A continuación se presenta un cuadro con resumen de la capacidad de uso por cada finca (cuadro 25).

Cuadro 25. Categorías de capacidad de uso del suelo de las fincas de estudio.

Finca	Categoría de capacidad de uso	Intensidad
Caribeña	A (Agricultura sin limitaciones)	Uso correcto
Hormiga	A (Agricultura sin limitaciones)	Uso correcto
La Misión	A (Agricultura sin limitaciones)	Uso correcto
Laurentii	Aa (Agroforestería con cultivos anuales)	Sobre uso

Fuente: MAGA 2,001.

La textura de los suelos de la finca Laurentii es franco-arenosa y arenosa, con un drenaje excesivo, relieve llana entre 1 % y 2 %, profundidad efectiva de 40 cm (categoría: delgado) pertenece a la serie de suelos Paxinama. La textura de los suelo de las fincas: Caribeña, Hormiga y La Misión son francas o franco-arenosa, con un buen drenaje, relieve llana entre 1 % a 5 %, profundidad efectiva de 110 cm a 100 cm (categoría: profundo) pertenecen a la serie de suelos Tiquisate franco (MAGA, 2001).

c. Actividades de la empresa en la fertilización

Por finca la empresa Plantaciones Jure, S.A. realiza aplicaciones de fertilizante orgánico y químico.

- Fertilizante Foliar (24.5-12-00 más EM), aplicando 1 vez por semana, dosis de 1.66 kg/ha (2.55 lb/mz).
- Dos fertilizaciones orgánicas al suelo al año, utilizando Biocofya, dosis de 1,624.91 kg/ha (25 qq/mz) o 1,545.45 kg/ha gallinaza (21 qq/mz).
- Una vez por mes se aplica fertilizante químico al suelo, utilizando una relación de 4:1 de triple 15 (15-15-15) y urea (46-0-0), dosis de 260.89 kg/ha (4 qq/mz) y 65.22 kg/ha (1 qq/mz) respectivamente.

Los resultados obtenidos de análisis de suelos de las fincas se resumen en el cuadro 26.

Cuadro 26. Resultados de los análisis de suelos de las fincas de la empresa Plantaciones Jure, S.A.

Finca	Nitrógeno	Fosforo	Potasio
Hormiga A (ppm)	0	39.9	204.3
Hormiga B (ppm)	0	72.1	250.9
Caribeña A (ppm)	0	42.1	222.3
Caribeña BC (ppm)	0	46.2	107.9
Laurentii BC (ppm)	0	132.9	187.3
Laurentii C1 (ppm)	0	56.7	232

Fuente: Retolaza Estrada, 2017.

d. Variedades de curarina fertilizadas

Las variedades de curarina que se monitorearon y fertilizaron son: Laurentii, Zeylanica, Coral, Futra superba, Futura green, y Moonshine.

3.3.4 Metodología

Las fertilizaciones que se realizaron en las cuatro fincas se resumen en el cuadro 27.

Cuadro 27. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos aplicados de junio a noviembre por mes al área productiva del cultivo de curarina (*Sansevieria* spp.).

Fertilizante/Mes	Junio	Agosto	Octubre	Noviembre
Orgánico	Bio-cofya	Gallinaza*		
Inorgánico	Urea (46-0-0)	Mezcla de sílice y Nitro xtend (46-0-0)**	Sulfato de amonio (21-0-0 +23.4 S	Urea (46-0-0)

Fuente: Retolaza Estrada, 2017.

- * Se aplicó únicamente en la finca Laurentii.
- * La mezcla de sílice se aplicó en las fincas Hormiga, Caribeña y La Misión.

Para determinar los costos de aplicación de fertilizante orgánico e inorgánico por hectárea se utilizó la metodología:

1. Se cotizó el fertilizante a tres distribuidores según la programación.
2. En base a los requerimientos del cultivo se determinó la cantidad de fertilizante.
3. Se eligió la mejor opción en cuanto a los costos de los distribuidores.
4. Se realizó una proyección de la cantidad de mano de obra requerida para la aplicación del fertilizante para planificar el personal necesario y el tiempo de aplicación.
5. Se cuantifico la cantidad de fertilizante a aplicar por mesa por tipo de fertilizante.
6. Se proporcionó a los trabajadores la cantidad de fertilizante a aplicar por mesa.
7. La aplicación del fertilizante se realizó al voleo únicamente en las mesas donde había cultivo a una altura de 40 cm.
8. Al finalizar la aplicación de fertilizante se determinó la cantidad de mano de obra y fertilizante utilizado por hectárea.

Para determinar la producción de plantas de curarina se solicitó a la empresa que proporcionara la información de corte de plantas de junio a diciembre de las cuatro fincas para luego determinar el promedio por hectárea.

3.3.5 Resultados

Al iniciar las aplicaciones de fertilizante se realizó una capacitación inicial a los trabajadores, indicando la forma y altura de aplicación, se monitoreo a 10 personas al azar

en la primera finca, verificando la aplicación adecuada del producto, para los siguientes fertilizantes se trabajó con el mismo personal.

Los costos de aplicación de cada fertilizante por hectárea y por finca se resumen en los cuadros 28 al 33.

Cuadro 28. Costos de aplicación de bio-cofya por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en junio de 2017.

Finca	Cantidad de bio-cofya (qq/ha)	Precio de bio-cofya (Q.)	Costo de bio-cofya (Q.)	Jornales netos (u/ha)	Sueldo de jornal para mezcla y distribución (Q.)	Costo de mano de obra (Q.)	Costo de aplicación (Q./ha)
Hormiga	16.69	42.00	700.99	1.22	86.90	105.83	806.82
Caribeña	38.59	42.00	1620.90	2.16	86.90	187.81	1808.70
La Misión	36.73	42.00	1542.86	2.75	86.90	239.18	1782.04
Laurentii	34.22	42.00	1437.30	2.75	86.90	238.83	1676.13
Promedio	31.56	42.00	1325.51	2.22	86.90	192.91	1518.42

Cuadro 29. Costos de aplicación de urea por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en junio de 2017.

Finca	Cantidad de urea (qq/ha)	Precio de Urea (Q.)	Costo de Urea (Q.)	Jornales netos (u/ha)	Sueldo de jornal para mezcla y distribución (Q.)	Costo de mano de obra (Q.)	Costo de aplicación (Q./ha)
Hormiga	2.97	148.00	439.60	0.80	86.90	69.14	508.74
Caribeña	3.20	148.00	473.35	1.17	86.90	101.91	575.26
La Misión	4.08	148.00	604.08	1.19	86.90	103.41	707.49
Laurentii	2.87	148.00	424.90	0.75	86.90	64.87	489.76
Promedio	3.28	148.00	485.48	0.98	86.90	84.83	570.31

Cuadro 30. Costos de aplicación de nitro xtend por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña y La Misión en agosto de 2017.

Finca	Cantidad de nitro xtend (qq/ha)	Precio de nitro xtend (Q.)	Costo total de nitro xtend (Q.)	Cantidad de sílice (qq/ha)	Precio de sílice (Q.)	Costo total de sílice (Q.)	Jornales netos (u/ha)	Sueldo de jornal para mezcla y distribución (Q.)	Costo de mezcla y aplicación de fertilizante (Q.)	Costo de aplicación (Q./ha)
Hormiga	4.81	175.00	841.58	4.81	135.00	649.22	2.48	86.90	215.51	1706.32
Caribeña	4.69	175.00	820.90	4.69	135.00	633.26	1.61	86.90	139.91	1594.07
La Misión	5.44	175.00	952.38	5.44	135.00	734.69	2.04	86.90	177.28	1864.35
Promedio	4.98	175.00	871.62	4.98	135.00	672.39	2.04	86.90	177.57	1721.58

Cuadro 31. Costos de aplicación de gallinaza por hectárea neta de producción de la finca Laurentii en agosto de 2017.

Finca	Cantidad de gallinaza (qq/ha)	Precio de gallinaza (Q.)	Costo de bio-cofya (Q.)	Jornales netos (u/ha)	Sueldo de jornal para mezcla y distribución (Q.)	Costo de mano de obra (Q.)	Costo de aplicación (Q./ha)
Laurentii	34.22	28.02	958.84	3.45	86.90	299.81	1258.65

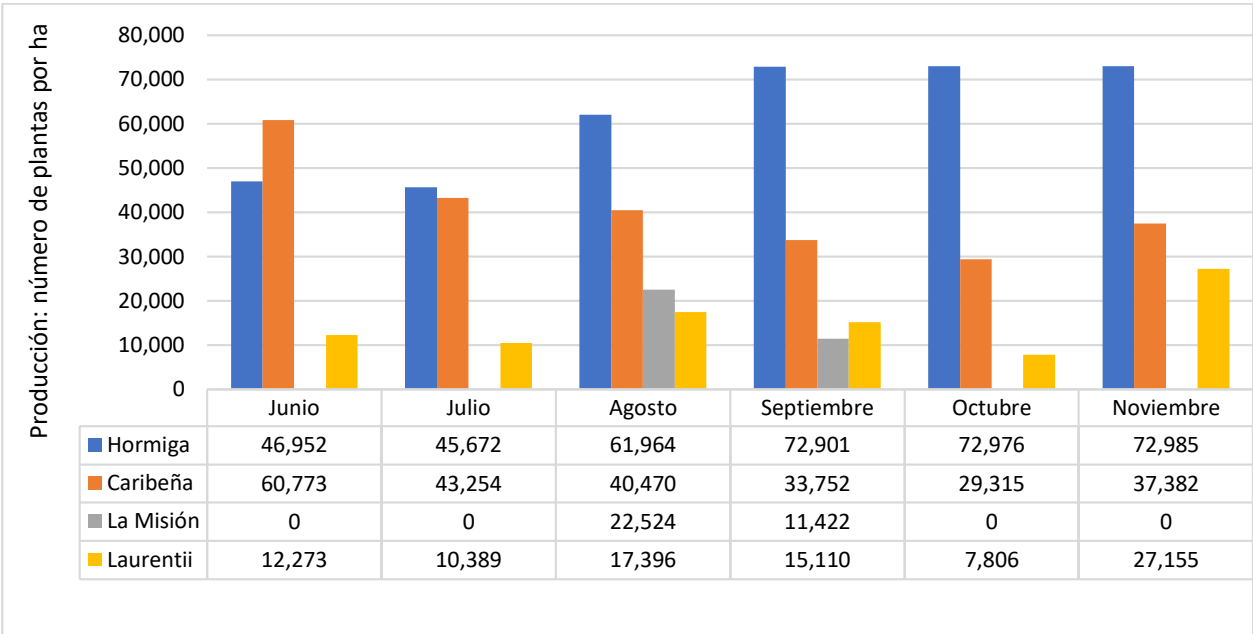
Cuadro 32. Costos de aplicación de sulfato de amonio por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en octubre de 2017.

Finca	Sulfato de amonio(qq/ha)	Precio de Sulfato de amonio (Q.)	Costo de sulfato de amonio (Q.)	Jornales netos (u/ha)	Sueldo de jornal para mezcla y distribución (Q.)	Costo de mano de obra (Q.)	Costo de aplicación (Q./ha)
Hormiga	7.16	76.00	543.86	0.90	86.90	78.21	622.07
Caribeña	7.25	76.00	550.70	1.09	86.90	94.72	645.42
La Misión	8.83	76.00	671.10	0.95	86.90	82.56	753.66
Laurentii	7.16	76.00	544.48	0.92	86.90	79.95	624.43
Promedio	7.60	76.00	577.54	0.97	86.90	83.86	661.40

Cuadro 33. Costos de aplicación de urea por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii en noviembre de 2017.

Finca	Urea (46-0-0) aplicada (qq)	Precio de urea (Q.)	Costo de urea (Q.)	Jornales netos (u/ha)	Sueldo de jornal para mezcla y distribución (Q.)	Costo de mano de obra (Q.)	Costo de aplicación (Q./ha)
Hormiga	2.97	148.00	439.60	0.95	86.90	82.56	522.16
Caribeña	3.20	148.00	473.35	1.12	86.90	97.33	570.68
La Misión	4.08	148.00	604.08	1.15	86.90	99.94	704.02
Laurentii	2.87	148.00	424.90	0.90	86.90	78.21	503.11
Promedio	3.28	148.00	485.48	1.03	86.90	89.51	574.99

Los valores de la producción media de curarina por finca, por hectárea neta de producción de siete meses (junio a diciembre de 2017) se resumen en la figura 58.



Fuente: Plantaciones Jure, S.A. Adaptado por Montejo Díaz, A., 2017.

Figura 58. Producción media de plantas de curarina (*Sansevieria* spp.) por hectárea neta de producción de junio a noviembre de 2017 de las cuatro fincas de la empresa Plantaciones Jure, S.A., en Cuyuta, Masagua, Escuintla.

En la figura 58 se identifica que la finca que produce la mayor cantidad de plantas de julio a diciembre para exportación es la finca Hormiga, obteniendo mayor producción en octubre con 72,976 plantas/ha y menor producción en diciembre con 35,397 plantas/ha; seguida de la finca Caribeña con mayor producción en junio con 60,662 plantas/ha y menor en diciembre con 19,194 plantas/ha; seguida de la finca Laurentii, la mayor producción se obtuvo en noviembre con 27,155 plantas/ha y la menor en octubre con 7,805 plantas/ha, mientras que la finca La Misión por ser un área productiva joven (siembra en enero de 2017), se ha cosechado tres veces, con una menor intensidad para no afectar el área de siembra, obteniendo una mayor producción en agosto con 22,524 plantas/ha y una mejor en septiembre con 11,421 plantas/ha.

Los costos de aplicación de la fertilización por planta cosechada en los 6 meses por finca se resumen en el cuadro 34.

Cuadro 34. Costos de aplicación total de fertilizante por hectárea neta de producción de las fincas Hormiga, Caribeña, La Misión y Laurentii de junio a noviembre de 2017.

Finca	Costo total de aplicación por finca (Q./ha)	Producción por finca	Costo de fertilización por planta cosechada
Hormiga	4,166.11	373,451	0.01
Caribeña	5,194.13	244,947	0.02
La Misión	5,811.56	33,946	0.17
Laurentii	4,552.08	90,130	0.05

Fuente: Plantaciones Jure S.A. Adaptado por Montejo Díaz, A., 2017.

En el cuadro 34 se identifica que el mayor costo de aplicación por fertilización por planta cosechada es en la finca La Misión con Q 0.17 siendo una plantación joven a la que se realizó la primera cosecha a los 8 meses de haberse establecido (agosto), seguida por la finca Laurentii con Q 0.05 con 2 años de establecida, mientras que las fincas Hormiga (8 años) con costo de Q 0.01 y Caribeña (6 años) con Q 0.02, con forme aumenta los años de la plantación existe mayor producción, por lo que se reduce los costos de aplicación.

3.3.6 Conclusiones

1. El promedio de los costos de aplicación de los fertilizantes aplicados por hectárea en las fincas Laurentii, Caribeña, Hormiga y La Misión son Q 1,518.42/ha de bio-cofya, Q 570.31/ha de urea, Q 1,721.58/ha de nitro xtend, Q 1,258.65/ha de gallinaza y Q 661.40/ha de sulfato de amonio.
2. Los costos por fertilización por planta cosechada de junio a noviembre fueron finca Hormiga Q 0.01, Caribeña Q 0.02, finca Laurentii Q 0.05 y finca La Misión Q 0.17

3.3.7 Recomendación

Antes y después de fertilizar aplicar riego en las área de aplicación para que los elementos estén disponibles para la planta y en el caso de urea evitar la volatilización.

3.3.8 Bibliografía

1. De La Cruz S, J. R. (1982). *Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en el sistema Holdridge*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal (INAFOR). 42 p.
2. Elicriso, Italia. (2016). *Sansevieria*. Recuperado el 20 marzo de 2017, de: http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/sansevieria/
3. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Guatemala (ICC). (2018). *ICC – Redmet; Datos comparativos: del 01/01/2017 00:00 al 31/12/2017 23:45 (estación Trinidad)*. Recuperado el 7 de septiembre de 2018, de Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático: <https://redmet.icc.org.gt/comparativas>
4. Juárez Santizo, J. C. (2017). *Proceso productivo del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejó Díaz, Entrevistadora).
5. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2001). *Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala; Memoria técnica*. Guatemala: MAGA. p. 10-11.
6. Retolaza Estrada, F. G. (2017). *Generalidades del cultivo de curarina (Sansevieria spp.)*. (Cuyuta, Escuintla, Guatemala, Plantaciones Jure, S. A.). (A. Montejó Díaz, Entrevistadora).