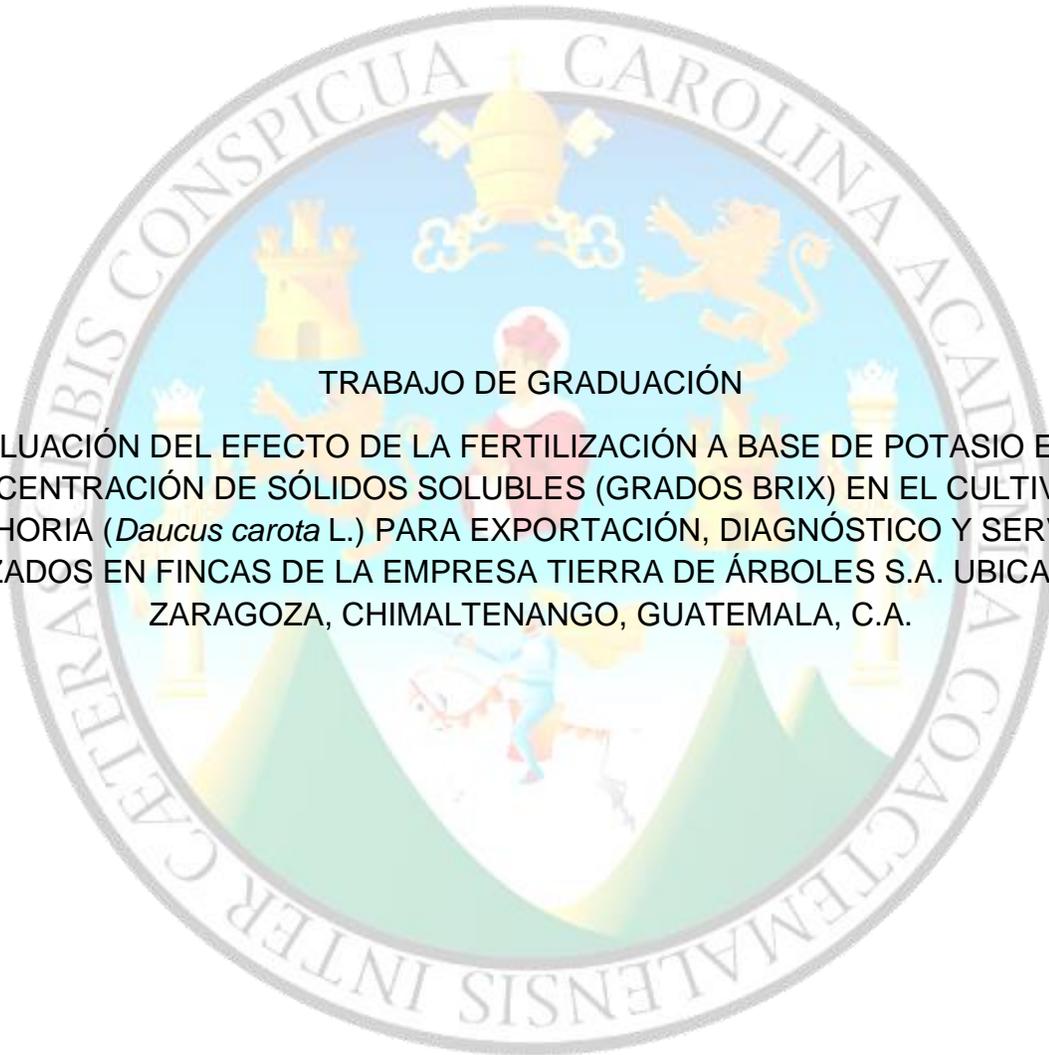


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX) EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) PARA EXPORTACIÓN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A. UBICADAS EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

DARWIN ARIEL TIU ZORRILLA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRUX) EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) PARA EXPORTACIÓN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A. UBICADAS EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

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

POR

DARWIN ARIEL TIU ZORRILLA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlo Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A. Cesar Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. Contador Neydi Yassmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE 2017

Guatemala, octubre de 2017

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX) EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) PARA EXPORTACIÓN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A. UBICADAS EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Darwin Ariel Tiu Zorrilla.

ACTO QUE DEDICO

A Dios, quién día a día me ha mostrado su incondicional amor, su protección, bendición y a su vez por darme la inteligencia para culminar mi carrera.

A mi madre, Braudelina Mercedes Zorrilla de Tiu, quien me ha brindado su apoyo incondicional a través de la carrera, dándome ánimos para seguir a delante en los peores momentos.

A mis hermanos, Wellington Simeon Tiu Zorrilla y Cintya Waleska Tiu Zorrilla por darme ánimos y acompañarme en cada paso realizada, y siempre dándome un ejemplo de que todo sacrificio vale la pena.

A mi supervisor y a mi asesora, por la asesoría y apoyo a través de todo el proceso de EPS, que con su conocimiento y paciencia me ayudaron a poder completar esta etapa.

A mis compañeros que me han acompañado en las buenas y en las malas, teniendo un apoyo a no rendirme y poder salir adelante en el transcurso de la carrera.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A Dios principalmente, que está presente en todos los momentos y sin la toda actividad no podría ser realizada.

A la Escuela Nacional Central de Agricultura, por todas las enseñanzas e instruirme en el campo de la agricultura, las cuales me dieron una mayor motivación para incrementar mis conocimientos y desarrollarme en el ámbito agrícola.

A la Facultad de Agronomía, por ser el lugar donde me desarrolle profesionalmente e incremente mis conocimientos en el área agrícola.

A mi madre, Braudelina Mercedes Zorrilla Tavarez de Tiu, y a mi familia por su amor y apoyo incondicional en cualquier circunstancia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por siempre ayudarme en los momentos difíciles y gracias al poder culminar esta etapa de la vida y poder guiarme por el camino correcto siempre.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por haber brindado todos los conocimientos para mi formación y experiencia profesional.

A mi supervisor, Ing. Agr. Amílcar Sánchez y a mi asesora, Inga. Agra. Mirna Ayala quienes me apoyaron mayormente en la esta etapa final de mi formación, que con sus conocimientos y experiencias me ayudaron en la elaboración de este documento.

A mis amigos y colegas con los cuales compartimos todo el proceso de formación académica durante 6 años, y son parte de este triunfo logrado.

A la empresa Tierra de Árboles S.A., por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en sus instalaciones y el apoyo para poder realizar mi investigación.

A mi familia, amigos que estuvieron en todos los momentos alegres y difíciles que se vivieron a través de a carrera y siempre apoyarme a seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
1 CAPÍTULO I : DIAGNÓSTICO REALIZADO DE LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA, ARVEJA DULCE (<i>Pisum sativum</i> L.) EN LA FINCA GEMELAS, UBICADO EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1 Presentación	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Finca Gemelas.....	3
1.2.2 Características geofísicas.....	3
A. Temperatura	3
B. Precipitación pluvial	3
C. Vientos	3
D. Radiación solar	4
E. Accidentes geográficos	4
F. Demografía	4
G. Suelos	4
H. Flora y fauna	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Metodología	7
1.4.1 Fuentes de información	7
1.4.2 Recursos.....	7
A. Materiales y equipo	7
1.5 Resultados	8

	Página
1.5.1 Organización empresarial.....	9
A. Gerente General	10
B. Gerente Administrativo.....	10
C. Gerente de Control de Calidad	11
D. Caporales.....	11
E. Técnicos de campo	11
1.5.2 Actividades realizadas para la producción de arveja	12
A. Preparación de suelo	12
B. Siembra.....	12
C. Resiembra.....	13
D. Colocación de tutores	13
E. Colocación de guía (rafia)	13
F. Riego.....	14
G. Aplicación de productos fitosanitarios	14
H. Cosecha.....	15
I. Registros para certificaciones.	15
1.5.3 Problemas detectados en la finca Gemelas.....	18
1.6 Conclusiones	19
1.7 Recomendaciones	20
1.8 Bibliografía	21
2 CAPÍTULO II : EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX) EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (<i>Daucus carota</i> L.) PARA EXPORTACIÓN, EN LA FINCA LA HACIENDA, UBICADA EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	22

	Página	
2.1	Presentación.....	23
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.2.1	Marco teórico.....	25
A.	Origen de la zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)	25
B.	Ciclo biológico o agronómico de la zanahoria.....	25
C.	Ecología del cultivo	25
D.	Clasificación de la zanahoria.	26
E.	La raíz.....	26
F.	El tallo	26
G.	Las hojas.....	26
H.	La flor.....	27
I.	La semilla.....	27
J.	Enfermedades de la zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.).....	27
i.	Mal del talluelo.....	27
ii.	Tizón temprano de la zanahoria	27
iii.	Pudrición blanda o basal.....	28
K.	Plagas en el cultivo de la zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)	28
i.	Insectos del suelo	28
ii.	Plagas del follaje.....	28
L.	Manejo agronómico (<i>Daucus carota</i> L.)	29
i.	Siembra.	29
ii.	Época de siembra.....	29
iii.	Origen del cultivo de mini zanahoria.....	29
M.	Cultivo de mini zanahorias.....	30

	Página
N. Defectos en calidad.....	31
O. Cosecha y post cosecha.....	31
P. Valor nutricional de la zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.).....	32
Q. Fertilización del suelo.....	32
R. El potasio “K” en las plantas.....	33
S. Deficiencia de potasio en las plantas.....	33
T. Síntomas de exceso de potasio.....	34
U. Sobredosis de nitrato.....	35
V. Efecto del nitrógeno en la zanahoria.....	35
W. Antecedentes de uso del potasio.....	35
X. El papel del potasio en la translocación de azúcares.....	36
Y. Calidad del agua para el riego.....	37
Z. Grados brix.....	39
AA. Mercado de zanahoria en la empresa Tierra de Árboles S.A.....	39
2.2.2 MARCO REFERENCIAL.....	40
A. Empresa Tierra de Árboles, S.A.....	40
B. Ubicación geográfica.....	40
C. Características geofísicas.....	41
i. Clima y temperatura.....	41
ii. Precipitación pluvial y vientos.....	41
D. Cultivos en la finca.....	42
E. Análisis de suelo.....	42
F. Calidad.....	43
2.3 OBJETIVOS.....	44

	Página
2.3.1	Objetivo General..... 44
2.3.2	Objetivos Específicos 44
2.4	HIPÓTESIS EXPERIMENTAL. 45
2.4.1	Hipótesis nula. 45
2.4.2	Hipótesis alternativa. 45
2.5	METODOLOGÍA. 46
2.5.1	Variedad de zanahoria..... 46
2.5.2	Fertilizantes granulados:..... 46
2.5.3	Fertilizante foliar (nitrato de potasio)..... 46
2.5.4	Descripción de los tratamientos..... 47
2.5.5	Diseño experimental 47
2.5.6	Unidad experimental..... 48
2.5.7	Manejo del experimento..... 50
A.	Preparación del terreno..... 50
B.	Fertilización..... 50
i.	Fertilización realizada. 51
C.	Siembra..... 52
D.	Raleo de plantas. 53
E.	Manejo de plagas y enfermedades. 53
F.	Cosecha..... 53
G.	Rechazo..... 54
2.5.8	Variables de respuesta. 54
A.	Rendimiento (kg/ha)..... 54
B.	Longitud de raíz (cm) 54

	Página
C. Sólidos solubles (°brix).....	54
D. Porcentaje de rechazo.	55
2.5.9 Análisis de la información.	55
A. Análisis estadístico.....	55
B. Análisis económico.	55
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
2.6.1 Concentración de sólidos solubles en la raíz de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.).	56
2.6.2 Rendimiento (kg/ha)	59
2.6.3 Longitud de raíz (cm).....	61
2.6.4 Determinación del porcentaje de rechazo del producto. (%)	63
2.6.5 Análisis económico.	66
A. Costos que varían.....	66
B. Costos de insumos variables.	66
C. Cálculo de costos que varían.....	66
D. Cálculo de rendimiento ajustado.....	67
E. Cálculo de beneficio neto.....	68
F. Análisis de dominancia.	69
G. Cálculo de la tasa de retorno marginal.....	70
H. Análisis de residuos.	71
I. Análisis de la relación beneficio costo.....	72
2.7 CONCLUSIONES.	74
2.8 RECOMENDACIONES.....	75
2.9 BIBLIOGRAFÍA	76

3	CAPÍTULO III: SERVICIOS EFECTUADOS EN LAS FINCAS PRODUCTIVAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A , ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	79
3.1	Presentación.	80
3.2	Servicio 1. Llenado de registros obligatorios para certificaciones internacionales en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	81
3.2.1	Objetivos.	81
A.	Objetivo General.	81
B.	Objetivos Específicos.	81
3.2.2	Metodología	82
A.	Clasificación de actividades.	82
i.	Salud del personal.	83
ii.	Limpieza de uniformes de aplicación.	83
iii.	Plagueo.	83
iv.	Siembra y semilla.	83
v.	Calibración de bombas	83
vi.	Limpieza de vehículos	84
vii.	Limpieza de equipo de aplicación.	84
viii.	Cosecha	84
ix.	Limpieza de utensilios de cosecha	84
x.	Aplicación de fertilizantes.	84
xi.	Kardex de productos.	85
xii.	Horas de riego.	85
xiii.	Capacitación en campos	85
xiv.	Aplicación de fitosanitarios	85

	Página
xv. Gestión de reclamos.....	85
xvi. Lavado de manos e higiene del personal.	86
3.2.3 Resultados.....	86
A. Aplicación de productos fitosanitarios.	86
B. Kardex de productos.	87
C. Monitoreo de plagas y enfermedades.	87
D. Limpieza de equipo de aplicación.	89
E. Limpieza de uniformes de aplicación.	90
F. Cosecha.....	90
G. Limpieza de instalaciones.	91
H. Horas de riego.	92
I. limpieza e vehículos.....	93
J. Capacitaciones.	93
3.2.4 Evaluación.	95
3.3 Servicio 2. Capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas y equipo fitosanitario utilizado en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	96
3.3.1 Objetivos.....	96
A. Objetivo General.	96
B. Objetivo Específico.	96
3.3.2 Metodología.....	96
A. Buenas prácticas agrícolas.	97
B. Plaguicidas.....	97
i. Clasificación de los plaguicidas.	97
ii. Rutas de contaminación.	97
iii. Etiqueta del plaguicida.....	98

	Página
iv. Clasificación toxicológica.....	99
v. Pictogramas en la etiqueta.	99
C. Equipo de protección.	100
i. Equipo utilizado para la aplicación de plaguicidas.....	100
ii. Lavado del traje de protección.....	101
D. Bodega de plaguicidas y manejo de envases.....	101
i. Bodega de almacenamiento.	101
ii. Manejo de envases vacíos	101
3.3.3 Resultados.....	103
3.3.4 Evaluación	105
3.4 Bibliografía.....	107
4 ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Cuadro de las áreas establecidas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	8
Cuadro 2. Variedades de arveja utilizadas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	13
Cuadro 3. Listado de registros utilizados para las certificaciones en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	16
Cuadro 4. Cuadro de distanciamiento entre plantas de zanahoria.	29
Cuadro 5. Valor nutricional de la zanahoria en 100 g de sustancia comestible.	32
Cuadro 6. Tratamientos de concentración de potasio en cultivo de arveja.	36
Cuadro 7. Evaluación de rendimiento de caña de azúcar en base a dosificaciones de fertilizantes.	37
Cuadro 8. Lineamientos de la FAO para la interpretación de la calidad del agua para riego.	38
Cuadro 9. Características de la zanahoria dependiendo del cliente.	43
Cuadro 10. Contenido nutricional del nitrato de potasio.	47
Cuadro 11. Concentración de potasio en la evaluación de sólidos solubles en el cultivo de zanahoria, la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	47
Cuadro 12. Descripción de las aplicaciones a través del ciclo del cultivo de zanahoria en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	52
Cuadro 13. Productos químicos utilizados para el manejo de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de zanahoria.	53
Cuadro 14. Medias de °brix en base a los tratamientos con distintas concentraciones de K ₂ O, en zanahoria realizado en Zaragoza, Chimaltenango.	56
Cuadro 15. Análisis de varianza realizado a la concentración de sólidos solubles (°brix), en los tratamientos con distintas concentraciones de nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.	57

Cuadro 16.	Medias del rendimiento en kg/ha, por tratamientos con distintas concentraciones de K ₂ O en zanahoria realizado en Zaragoza, Chimaltenango	59
Cuadro 17.	Análisis de varianza realizado al rendimiento (kg/ha) en mini zanahoria, en los tratamientos con distintas concentraciones de nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.....	60
Cuadro 18.	Prueba múltiple de medias Tukey realizado al rendimiento (kg/ha), en los tratamientos de la investigación en zanahoria en Zaragoza, Chimaltenango.	61
Cuadro 19.	Medias de la longitud de raíz en base a los tratamientos a base a distintas concentraciones de K ₂ O, en zanahoria, realizado en Zaragoza, Chimaltenango.	61
Cuadro 20.	Análisis estadístico realizado a la longitud de zanahoria en base a los tratamientos tratados con nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.	62
Cuadro 21.	Medias del porcentaje de rechazo obtenido por tratamientos a base de distintas concentraciones de K ₂ O, en zanahoria, realizado en Zaragoza, Chimaltenango.	64
Cuadro 22.	Cálculo de costos que varían en base a los tratamientos en zanahoria utilizados en kg/ha, en Zaragoza, Chimaltenango.....	67
Cuadro 23.	Rendimiento ajustado de zanahoria utilizando un 30 % de variación en kg/ha.	68
Cuadro 24.	Beneficios netos en base a los tratamientos en kg/ha.....	69
Cuadro 25.	Dominancia de los tratamientos utilizados.....	69
Cuadro 26.	Cálculo de la tasa de retorno marginal para los tratamientos.	70
Cuadro 27.	Calculo de residuos en base a los tratamientos.	71
Cuadro 28.	Resumen de costos directos e indirectos por hectárea de producción en base a los tratamientos, en la zona de Zaragoza, Chimaltenango.....	72
Cuadro 29.	Relación beneficio costo obtenida por tratamientos en la investigación.	73

	Página
Cuadro 30. Registros utilizados para el control de actividades en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	82
Cuadro 31. Registro de kardex utilizado por producto químico utilizado en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	87
Cuadro 32. Formulario utilizado para el monitoreo de plagas y enfermedades en las fincas para la producción de arveja china y dulce.	88
Cuadro 33. Formulario establecido para registrar la limpieza de equipo de aplicación para la temporada del 2016.	89
Cuadro 34. Formulario establecido para registrar la limpieza de los uniformes de aplicación para la temporada del 2016.	90
Cuadro 35. Formulario establecido para registrar la cosecha para la temporada del 2016.	91
Cuadro 36. Formulario establecido para registrar la limpieza de las instalaciones para la temporada del 2016.	92
Cuadro 37. Formulario establecido para las horas de riego de la aplicación para la temporada del 2016.	92
Cuadro 38. Formulario establecido para la limpieza del vehículo para la temporada del 2016.	93
Cuadro 39. Formulario establecido para registrar las capacitaciones realizadas en la finca, para la temporada del 2016.	94
Cuadro 40A. Análisis de varianza realizado al porcentaje de rechazo (%) en mini zanahoria, en los tratamientos con distintas concentraciones de nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.	108
Cuadro 41A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento uno utilizando 192 kg/ha de K ₂ O.	108
Cuadro 42A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento dos utilizando 217 kg/ha de K ₂ O.	110
Cuadro 43A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento tres utilizando 241 kg/ha de K ₂ O.	112

Cuadro 44A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento cuatro utilizando 265 kg/ha de K₂O. 114

Cuadro 45A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento cinco utilizando 181 kg/ha de K₂O..... 116

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Mapa de la finca Gemelas realizado en el 2016, en Zaragoza Chimaltenango.	9
Figura 2. Organigrama de la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.....	10
Figura 3. Mapa de ubicación de la finca La Hacienda en Zaragoza, Chimaltenango.	41
Figura 4. Croquis de campo utilizado para evaluar los efectos de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles en el cultivo de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.) para exportación, en Zaragoza, Chimaltenango.	49
Figura 5. Distribución por unidad experimental utilizado para evaluar los efectos de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles en el cultivo de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.) para exportación, en Zaragoza, Chimaltenango.	50
Figura 6. Hoja de registro del análisis de suelo a la finca La Hacienda, realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, por la Facultad de Agronomía.....	51
Figura 7. Gráfica de representación de la concentración promedio de los sólidos solubles entre los tratamientos en la investigación en zanahoria de Zaragoza, Chimaltenango.	58
Figura 8. Gráfica de representación de las longitudes promedio entre los tratamientos en la investigación de zanahoria en Zaragoza, Chimaltenango.	63
Figura 9. Gráfica de porcentajes de rechazo en los tratamientos en la investigación en zanahoria en Zaragoza, Chimaltenango.....	65
Figura 10. Registro de aplicación de producto fitosanitario en finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	86
Figura 11. Monitoreo de las plagas y enfermedades realizado en finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	89
Figura 12. Auditoría realizada en finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.....	95

	Página
Figura 13. Descripción de la etiqueta de los plaguicidas.	99
Figura 14. Banda de color de las etiquetas según la categoría toxicológica	99
Figura 15. Pictogramas utilizados en la etiqueta de los plaguicidas.....	100
Figura 16. Manejo de envases vacíos de plaguicidas.	102
Figura 17. Explicación de la correcta colocación del equipo protector para la aplicación de plaguicidas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	103
Figura. 18. Capacitación realizada por los bomberos voluntarios, para primeros auxilios en caso de emergencias.	104
Figura 19. Lavado de manos realizada diariamente por el personal en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	105
Figura 20. Equipo de protección colocado totalmente para la aplicación de plaguicidas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.....	106
Figura 21A. Rayado realizado en los tablones para la siembra de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	118
Figura 22A. Siembra de zanahoria (Mokum F1) en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	118
Figura 23A. Tablones para la siembra de zanahoria (Mokum F1) en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	119
Figura 24A. Raleo de plantas en el cultivo de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza Chimaltenango.	119
Figura 25A. Cosecha de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza Chimaltenango.	120
Figura 26A. Limpieza y lavado de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	120
Figura 27A. Pesaje de zanahoria (Mokum F1) por tratamiento utilizado en la investigación, en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	121
Figura 28A. Análisis de la zanahoria (Mokum F1) obtenida por tratamiento en la investigación, en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	122

Figura 29A. Zanahoria seleccionada y preparada para empaque obtenida en la investigación realizada en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	122
Figura 30A. Medición de concentración de sólidos solubles obtenida por tratamiento en la investigación realizada en zanahoria (Mokum F1), en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.	122
Figura 31A. Tabla de fungicidas autorizados por las empresas certificadoras, utilizados en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	123
Figura 32A. Tabla de insecticidas autorizados por las empresas certificadoras, utilizados en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	124

TRABAJO DE GRADUACIÓN.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRUX) EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) PARA EXPORTACIÓN, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A. UBICADAS EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente documento está dividido en tres capítulos, los cuales son el diagnóstico, la investigación y los servicios realizados en la empresa Tierra de Árboles, S.A. y este forma parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS); En el Capítulo Uno se describe el diagnóstico realizado sobre la finca Gemelas, ubicada en Zaragoza, Chimaltenango, la cual pertenece a la empresa Tierra de Árboles S.A., en el cual se logró describir las actividades realizadas por la finca para la producción de arveja china y arveja dulce (*Pisum sativum* L.), así mismo se detectó una serie de problemas presentes en la finca con respecto a las actividades que se realizan, a los cuales se les plantea una posible solución.

En la investigación realizada en la finca La Hacienda, es presentada en el Capítulo Dos: se evaluó el efecto de la fertilización en la concentración de sólidos solubles en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) para exportación, utilizando cinco dosis de potasio las cuales fueron: (T1) 192 kg de K_2O/ha , (T2) 217 kg de K_2O/ha , (T3) 241kg de K_2O/ha , (T4) 265 kg de K_2O/ha , (T5) 181 kg de K_2O/ha , en donde se determinó que no existió diferencia entre las concentraciones de sólidos solubles entre los tratamientos, solo existió diferencia significativa entre el rendimiento obtenido por tratamiento, siendo el tratamiento cuatro (265 kg de K_2O/ha) el que presenta mejor rendimiento, siendo la media de 34602.82 kg/ha, posteriormente se realizó un análisis económico a los tratamientos determinando que el tratamiento cuatro presenta la mayor ganancia y así mismo una mejor relación beneficio costo (1.9136).

Los servicios realizados son presentados en el Capítulo Tres, los cuales consistieron en el llenado de registros obligatorios para las certificaciones internacionales, registrando 15 actividades realizadas en la finca a través del ciclo de la temporada de producción de arveja china y dulce (10 meses) obteniendo la recertificación en GLOBAL GAP para las fincas. El segundo servicio fue la capacitación del personal en las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y el equipo fitosanitario utilizado para la aplicación de plaguicidas en el cultivo, demostrando como se debe colocar el equipo protector para la aplicación y especificaciones de seguridad de los productos químicos aplicados al momento de utilizarlos.



1 CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO REALIZADO DE LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA, ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L.) EN LA FINCA GEMELAS, UBICADO EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

1.1 Presentación

Tierra de Árboles, S.A. es una empresa dedicada a la producción y exportación de vegetales frescos al mercado estadounidense y europeo, siendo estos mercados exigentes en la calidad del producto. Los sistemas de producción utilizados son controlados por estrictos estándares de producción, y entre los productos exportados principalmente se encuentran la arveja china, arveja dulce, ejote francés, y otros vegetales exportados en menor cantidad como mini zanahoria, zucchini y brócoli.

Para poder abastecer al mercado extranjero la empresa tiene una serie de fincas ubicadas en Huehuetenango y Chimaltenango, siendo Chimaltenango el departamento donde se realiza la mayor producción de vegetales para la exportación, teniendo un total de nueve fincas productivas. El diagnóstico se realizó en la finca Gemelas y es parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), en dicha finca se produce arveja china, arveja dulce y ejote francés.

La producción de vegetales está establecida por dos temporadas al año, la temporada de siembra que es en agosto, en la cual se aprovecha la lluvia, y la temporada finaliza en mayo de año siguiente. En este periodo realizan 2 siembras, una de arveja china o arveja dulce, y en la segunda temporada se siembra ejote francés, en el área donde estaba el cultivo anterior, este es un método utilizado por la empresa para optimizar los materiales y equipo utilizado.

Antes de poder establecer una plantación se realiza una serie de trabajos los cuales son indispensables para tener un cultivo sano con rendimientos aceptables, entre las cuales está la preparación del suelo, surqueado, colocación de nylon, siembra, colocación de tutores (postes de bambú), colocación de guía (rafia), manejo de plagas y enfermedades (control químico), fertilizaciones; todo para cumplir el sistema de producción de manera correcta, debido a que las certificaciones exigen un control estricto de producción. Las actividades y procesos realizados en la finca se describen en el presente diagnóstico.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Finca Gemelas

La finca Gemelas en la cual se realizó el diagnóstico está ubicada en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango a 61 km de la ciudad capital, la cual es arrendada por la empresa Tierra de Árboles, S.A., ubicando la entrada de la finca en las siguientes coordenadas geográficas 14° 39' 11.37" N y 90°51'49.98" O, a una altura de 1850 m s.n.m. accediendo a la finca en la entrada principal a 340 m, en el km 61, de la Carretera Interamericana CA-1.

1.2.2 Características geofísicas

A. Temperatura

La temperatura máxima media oscila entre 26°C y 29°C, la temperatura media oscila entre los 15°C y 20°C y la temperatura mínima media oscila entre 7 °C y 14 °C (INSIVUMEH, 2011).

B. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial anual estimada en la finca Gemelas es de 1300 mm anuales (INSIVUMEH, 2011).

C. Vientos

En el área se presenta una velocidad de 13.5 km /hora entre los meses de enero a junio, y una velocidad estimada de 25 km/hora entre los meses de junio y diciembre (INSIVUMEH, 2011).

D. Radiación solar

Se tiene un promedio de exposición solar de 6.6 horas diarias, y un promedio de 7.5 horas entre los meses de enero a marzo, y un promedio de 4 horas diarias en la época lluviosa (INSIVUMEH, 2011).

E. Accidentes geográficos

El aspecto topográfico es irregular y escabroso, presenta quebradas, planicies, hondonadas, cerros y barrancos. La montaña más destacada es llamada “El Soco” y la cabecera municipal esta ubicada en la planicie más extensa (INE, 2002).

F. Demografía

En base al Instituto Nacional de Estadística (INE) en el Censo Nacional XI de Población y VI de Habitación realizado en el 2002, el municipio de Zaragoza presentaba una población de 17,908 habitantes (INE, 2002).

G. Suelos

Los suelos en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, se encuentran ubicados en la zona geológica denominada tierra volcánica, por lo que los suelos presentan características de material volcánico. Las características del área pertenecen a la serie de Áreas fogosas, Cauque, Guatemala fase pendiente, Patzicia y Tecpán.

La serie de suelos Cauque presenta una coloración café muy oscuro a café, una textura franca arcillo arenosa, un valor de PH de 6 y una profundidad de suelo de 110 cm.

La serie de Patzicia presenta una coloración café oscuro, una textura franco arenosa, un valor de PH de 6.25 y una profundidad de suelo de 80 cm o más.

La serie de suelos de Tecpán presenta una coloración café oscuro a café, una textura franca arcillo arenosa, un valor de PH de 6.10 y una profundidad de 150 cm (SEGEPLAN, 2001).

H. Flora y fauna

La variedad de vegetación se ha reducido en el municipio de Zaragoza en los últimos 25 años debido a irregularidades de la lluvia, la cual es necesaria para el mantenimiento de la vegetación natural y así como la caza de animales para el consumo de las familias o recreación.

En los bosques presentes en el área se encuentra mayormente extensiones de pino y ciprés. Teniendo especies predominantes en el municipio: pino ochote, encino, aliso, ciprés, durazno, pitollamo, aguacate, manzanilla, eucalipto y pino triste.

Existe una diversidad de animales presentes en el área, los cuales se encuentran: gato de monte, coche de monte, conejo de monte, tepezcuintle, tacuacines, taltuza, comadrejas, búhos, canarios, zopilotes, entre otros (Villeda Recinos, 2011).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Conocer el proceso de la producción del cultivo de arveja china y arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la finca Gemelas, en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Describir las actividades realizadas para la producción de arveja china y arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la finca Gemelas.
2. Determinar los principales problemas presentes en la finca que afectan la producción de arveja china y dulce en la finca Gemelas.

1.4 Metodología

1.4.1 Fuentes de información

Para la recolección de la información inicialmente se realizaron caminatas en las áreas perteneciente a la finca Gemelas; con esto se identificaron las áreas utilizadas para siembra, la ubicación de los materiales, equipo y maquinaria que se utiliza para la preparación del suelo.

Además, por medio de entrevistas y conversaciones con los trabajadores de la finca se pudo determinar la manera en que las actividades son realizadas para la producción de arveja china y arveja dulce; de igual manera se pudo determinar la manera en que está organizada la finca.

Se consultaron documentos pertenecientes a la empresa Tierra de Árboles, S.A. y se pudo analizar los sistemas de producción que se utilizan desde la siembra del cultivo hasta la cosecha por finca.

Al recopilar toda la información se realizó un análisis, en donde se comparó la información documentada y la observada a nivel de campo, de esta manera se identificaron los problemas presentes en el ciclo del cultivo a los cuales se les presenta una posible solución.

1.4.2 Recursos

A. Materiales y equipo

- Cámara digital.
- Lapicero
- GPS
- Computadora
- Libreta de campo

1.5 Resultados

La finca Gemelas está ubicada en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango la cual presenta un área total de 11.05 ha, en base a los registros de la empresa. La finca está destinada únicamente para la producción de arveja dulce, arveja china y ejote. La finca esta segmentada en 30 áreas de siembra, representados en la figura 1, las cuales presentan dimensiones distintas unas de las otras, presentándose en el cuadro 1.

Al momento en que se planea la temporada de siembra, es seleccionada el área y el cultivo a sembrar, dependiendo de la demanda requerida por el mercado; siendo los cultivos de arveja china y arveja dulce los más sembrados debido a la demanda del mercado.

Cuadro 1. Cuadro de las áreas establecidas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

Area	Area m ²	Área cuerda (33 m x 34 m)
Las 18	19,931.34	17.80
Gravileas	3,713.50	3.32
Terrazas 1.1	2,345.78	2.09
Terrazas 1.2	6,825.03	6.09
Terrazas 1.3	3,190.85	2.85
Terrazas 1.4	1,046.40	0.93
Terrazas 1.5	2,118.10	1.89
Terrazas 1.6	469.18	0.42
Terrazas 2.1	2,714.10	2.42
Terrazas 2.2	4,013.99	3.58
Terrazas 2.3	3,655.95	3.26
Terrazas 2.4	3,034.61	2.71
Terrazas 2.5	1,643.51	1.47
Hilamo	5,422.20	4.84
25 (I)	5048.01	4.51
25 (II)	5,912.20	5.28
Sauce	5,303.55	4.74
Triangulo	3,038.70	2.71
Punta de L	5,254.20	4.69
Cumbre 1	13,107.82	11.70
Cumbre 2	5,881.30	5.25
Cumbre 3	3,576.06	3.19
Cumbre 4	1,628.82	1.45
Cumbre 5	1,719.34	1.54
Area Total	110,594.54	98.75

Fuente: Tierra de Árboles S.A., 2016



Fuente: Tierra de Árboles S.A., 2016.

Figura 1. Mapa de la finca Gemelas realizado en el 2016, en Zaragoza Chimaltenango.

1.5.1 Organización empresarial.

La empresa presenta una organización laboral establecida desde la planta de empaque hasta nivel de campo, representados en la figura 2.

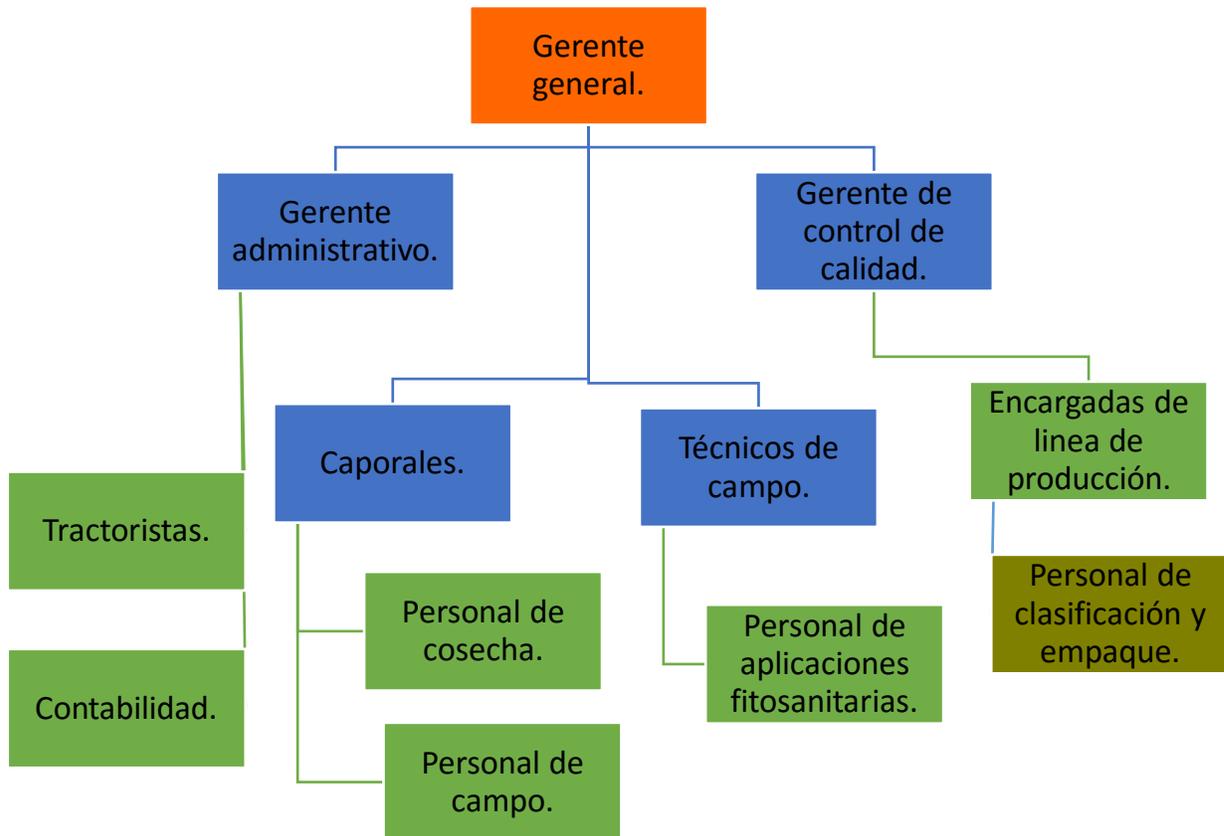


Figura 2. Organigrama de la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

A. Gerente General

Es el encargado de planear y asignar las actividades diarias a nivel de planta y a nivel de fincas, planeas las estrategias de comercialización hacia el mercado extranjero.

B. Gerente Administrativo

Esta persona es el encargado de tener registrado al personal laborando, realizar los pagos de planilla por finca, además programar la ubicación de los tractores para laborar en base al plan de trabajo establecido por finca.

C. Gerente de Control de Calidad

Encargada de que el producto que entra a la planta de producción posea los estándares de calidad para poder ser exportadas, además controla que los procesos de limpieza, empaçado y cadenas de frío sean realizados adecuadamente.

D. Caporales

Cada caporal puede estar encargado de una o más fincas al mismo tiempo, se encarga que las labores establecidos en el programa de siembra sean realizados en los tiempos establecidos. Además, recluta al personal para trabajar en el campo, revisa que todos los trabajos sean realizados adecuadamente, controla la cosecha por área y cumple con los pedidos establecidos por la planta procesadora.

E. Técnicos de campo

Son encargados de las aplicaciones fitosanitarias, llevar control de todas las actividades realizadas en las fincas por medio de formularios específicos por actividad, realizar el monitoreo de las plagas y enfermedades en los cultivos, además se encarga de velar porque las fincas cumplan las normas de calidad de producción establecidas por las empresas certificadoras.

Para dar inicio la temporada de producción el gerente general determina que áreas serán sembradas por finca y que cultivo serán sembrados con el fin de cumplir con la demanda del mercado; posteriormente se realizar el plan de trabajo donde se determinan las actividades a realizar en cada una de las fincas.

1.5.2 Actividades realizadas para la producción de arveja

A. Preparación de suelo

Si el área a ser utilizada presenta malezas de un tamaño considerable (1 m), estas pueden dificultar la labor del tractor al momento de arar, estas son cortadas manualmente por los trabajadores. Posteriormente del arado se pasa el tiller, el cual muelle la tierra, dejándola con un menor tamaño de partícula para un mejor desarrollo de la raíz, con una profundidad de 0.3 m.

Al tener el terreno mullido se realiza el surqueado del terreno con una surqueadora, calibrada a una distancia de 1 m entre planta, a su vez se realiza la aplicación de fertilizante químico 18 - 46 - 0 a razón de 406 kg/ha, y materia orgánica (gallinaza) a razón de 4,472 kg/ha, posteriormente se realiza la colocación de mulch plástico en los surcos el cual presenta agujeros e indican dónde colocar la semilla.

B. Siembra

El día establecido para la siembra, si existe disponibilidad de agua en la finca se realiza el riego de 45 min a 1 hora hacia el suelo, previo a la siembra, con el fin de que la siembra sea realizada con mayor facilidad y además presentarle un área húmeda a la semilla para poder empezar un proceso de germinación.

La siembra es realizada manualmente a una distancia de 5 cm entre planta y 1 m entre surco, ya establecido por el mulch plástico, se colocan 2 – 3 semillas por postura, utilizando 49 kg/ha de semilla. Se utilizan distintas variedades dependiendo de los requerimientos por el mercado representándose en el cuadro 2.

Cuadro 2. Variedades de arveja utilizadas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

arveja china	arveja dulce
Taichun	SL 3132
Atitlán	Anita
Kaqchiquel	Shapiro
Suprema	Sugar daddy

C. Resiembra

Esta actividad es realizada 7 – 10 días después de haber realizado la siembra, se realiza una revisión de los surcos y donde no se encuentren plántulas de arveja se siembra nuevamente, con el fin de tener una producción uniforme.

D. Colocación de tutores

Esta actividad se realiza 15 – 20 días después de la siembra, o se observa el desarrollo de la planta, si se produce de manera lenta se toma la decisión cuando tenga 10 – 15 cm de altura. Se utiliza lo que es bambú en el caso de arveja y en el caso de ejote se utiliza estacas de madera, a una distancia de 3 m entre cada tutor, utilizándose 3000 tutores/ ha.

E. Colocación de guía (rafia)

La guía es colocada a los 20 días después de la siembra, a una altura de 0.15 m del suelo, dependiendo del desarrollo de la planta se puede colocar a distintas alturas, evitando el quiebre de las plantas.

F. Riego

Después de haber realizado la siembra, el riego se realiza de una manera proporcionada con el fin de evitar que la planta se marchite y muera por falta o exceso de agua.

Los tiempos de riego por área son variables, estos son determinados en base a observación del cultivo, siendo la época de floración y desarrollo de vaina, comenzando entre los 60 – 75 días después de la siembra, un estado de desarrollo crítico para la planta debe de existir disponibilidad de agua.

En la finca se utiliza el riego por goteo, esta posee una bomba hidráulica de 7 hp utilizada para toda la finca, y el agua es obtenida por medio de un nacimiento de río, el cual está presente dentro de la finca.

G. Aplicación de productos fitosanitarios

Antes de realizarla aplicación de productos fitosanitarios, para el control de plagas y enfermedades, se realiza un monitoreo en la plantación para poder determinar el control a realizar, se utiliza un formulario en el cual se presentan los umbrales de control por plagas y enfermedades determinados por la empresa.

Además, se tiene una lista de los productos químicos permitidos con las dosis establecidas por área, así como el intervalo de aplicación y cosecha para evitar contaminación del producto, representados en las figuras 30A y 32A. El monitoreo es realizado por el técnico de campo posteriormente se le hace la observación al gerente general, con el cual se toma una decisión conjunta para la aplicación.

La aplicación de los productos fitosanitarios es realizada en bombas de mochila con una capacidad de 16 L, esta actividad es supervisada desde la mezcla, la colocación adecuada de los trajes protectores, la aplicación hacia el cultivo y la limpieza del equipo utilizado.

H. Cosecha

La cosecha es realizada entre los 65 a 75 días después de la siembra en el caso de la arveja china, cuando comienza la cosecha se deja un día de intervalo entre cada día de cosecha realizándose de 3 a 4 cosechas semanales en el cultivo. En el cultivo de arveja dulce se realiza la cosecha con 2 a 3 días de intervalo, realizándose 2 a 3 veces a la semana, solo se cosecha el producto que este en punto de corte, el cual es establecido en la planta de producción.

La producción de arveja china y arveja dulce dura entre 4 a 6 semanas, dependiendo de la disponibilidad de agua hacia la planta y el manejo que se le realice.

La cosecha es realizada manualmente principalmente por mujeres, cosechándose entre 90 kg/día -110 kg/día. Posteriormente el producto cosechado es transportado a la planta procesadora ubicada en el km 40, en Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez.

I. Registros para certificaciones.

Las actividades realizadas en las fincas son registradas por medio del técnico de campo en formularios específicos por actividad, estos registros son indispensables para la auditorias de campo, en las que se analiza si el manejo del cultivo es realizado bajo las normas establecidas por la empresa certificadora; entre estas empresas esta GLOBAL GAP, BAMMA, TESCO NURTURE. Cada finca debe de presentar registradas 17 actividades específicas descritas en el cuadro 3.

Cuadro 3. Listado de registros utilizados para las certificaciones en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

No.	Nombre del registro	Descripción de la actividad registrada
1	Listado maestro	Este es la hoja principal que resume todos los registros utilizados en las fincas.
2	Salud del personal	Cuando el personal que labora en la finca presenta algún malestar o algún inconveniente dentro de la finca.
3	Limpieza de uniformes de aplicación	los uniformes con los que se aplican los productos químicos deben de ser limpiados constantemente para evitar contaminación con el equipo y/o personal.
4	Limpieza de instalaciones	las bodegas del equipo y el área de almacenamiento de productos químico deben de realizarse una limpieza constante para evitar derrames o contaminación.
5	Plagueo	Utilizado para el monitoreo de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo para poder decidir el control a realizar.
6	Siembra y semilla	Se registra la variedad de semilla, el código de la semilla sembrada, la fecha que se siembra, la cantidad utilizada por área y el área donde se utilizó esa semilla.
7	Calibración de bombas	Se debe de realizar la calibración de las bombas cada periodo de tiempo y anota la fecha en que se realizó la calibración y litros que descarga la bomba de mochila/ha.
8	Limpieza de vehículos	La empresa presenta distintos vehículos para transportar el producto y los suplementos para cada finca y debe de limpiarse para evitar la contaminación entre productos.

9	Limpieza de equipo de aplicación	Se debe de lavar el equipo utilizado para realizar la aplicación fitosanitaria (bombas de mochila) cada vez que sean utilizada, así como los toneles donde se realizan las mezclas.
10	Cosecha	Se registra todo el producto cosechado por área y fecha de cosecha, pudiendo determinar el rendimiento que se tiene por área.
11	Limpieza de utensilios de cosecha	Se lleva un control de la limpieza que se utiliza para la cosecha, como las cubetas de cosecha.
12	Aplicación de fertilizantes	Se registra la fecha de aplicación, el área donde se aplica y la cantidad utilizada en kg/ha
13	Kardex de productos	Este registro es para llevar control de los ingresos y egresos realizados por producto.
14	Horas de riego	Se lleva el control del turno de riego utilizado, la duración de los turnos de riego y el tiempo acumulado de riego durante la temporada de producción.
15	Capacitación en campos	Se registra la fecha del tema explicado, además los nombres del personal que recibieron la capacitación.
16	Aplicación de fitosanitarios	Se anota el producto utilizado, el ingrediente activo, la dosis a utilizar, el encargado de aplicación y el supervisor de la aplicación.
17	Gestión de reclamos	Es utilizado por el gerente de control de calidad donde registra las complicaciones que presente el producto.
18	Lavado de manos e higiene del personal	Este registro se lleva diariamente lo cual permite que el personal de campo no se contamine por las herramientas utilizada, además que el producto no sea contaminado.

1.5.3 Problemas detectados en la finca Gemelas.

1. Al realizar la mezcla de los productos fitosanitarios son utilizados más de 5 productos en una sola aplicación, por lo cual puede reducir el efecto fitosanitario que posee el producto, y al mismo tiempo al utilizar las altas concentraciones de químicos generan quemaduras en el área foliar de la planta, por lo que se puede reducir el rendimiento y calidad del producto final.
2. No existe un plan de fertilización establecido por cultivo, se realizan las aplicaciones iniciales en el suelo con materia orgánica (gallinaza) y fertilizante químico (18- 46- 0), y se asume que con las aplicaciones foliares realizadas se cumplen los requerimientos de la planta.
3. Al terminar un ciclo de producción el mulch plástico, estacas o bambú no es removido totalmente, generando problemas al momento de labrar el suelo nuevamente, dificultando la labor y dañando la maquinaria utilizada para trabajar el suelo, retrasando la programación de siembra.
4. A pesar que se realiza análisis de suelo, las aplicaciones de fertilizantes son realizadas sin considerar los requerimientos del cultivo para tener rendimientos óptimos, desaprovechando la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo.
5. Se detectó la presencia del hongo *Fusarium* sp. y *Ascochyta* en el suelo utilizado para la plantación. Causando problemas de desarrollo en la planta, reduciendo los rendimientos por área.

1.6 Conclusiones

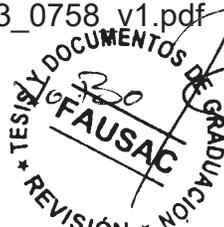
1. Se describieron las principales actividades realizadas en la finca Gemelas siendo la preparación de suelo, siembra, resiembra, colocación de tutores y guía, riego, aplicación de productos fitosanitarios, cosecha y llenado de registros para certificación, todas estas actividades son realizadas para la producción.
2. Los problemas detectados en la finca inician con las aplicaciones de productos fitosanitarios, estos son mezclados en un tonel de mezcla teniendo una solución de varios productos aplicados al mismo tiempo, causando posibles quemaduras en la planta y poco efecto del producto aplicado.
3. No existe un plan de fertilización establecido para los cultivos pudiendo no cumplir los requerimientos de la planta, teniendo rendimientos deficientes. La limpieza de las áreas al terminar la temporada de producción no es realizada adecuadamente, causando problemas posteriores al iniciar una temporada, retrasando la programación establecida.
4. En el suelo se detectaron los hongos de *Fusarium* sp y *Ascochyta*, los cuales causan problemas de desarrollo y pudrición en la planta, causando la muerte de la plantación, afectando los rendimientos del cultivo.

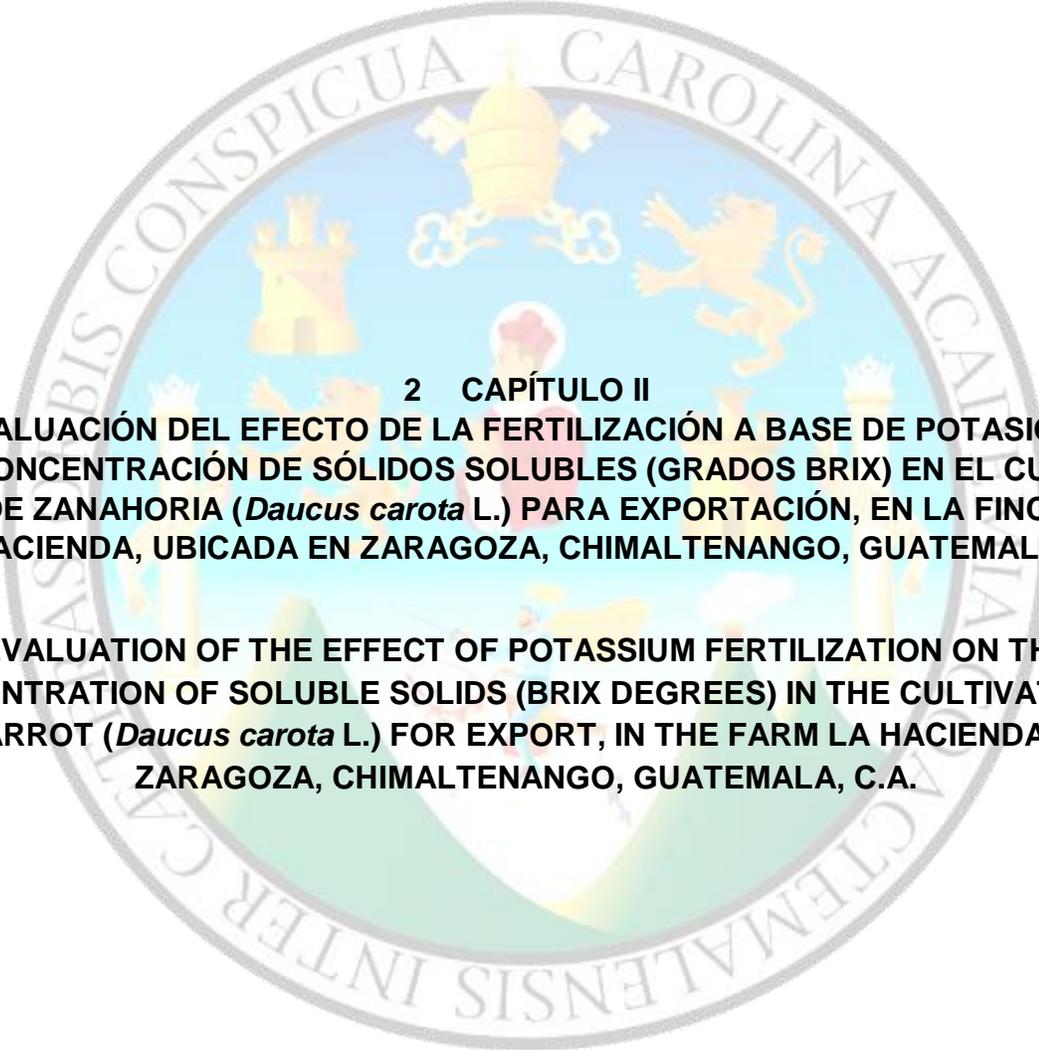
1.7 Recomendaciones

1. Al momento de realizar las aplicaciones evitar mezclar varios productos fitosanitarios, y establecer que productos son compatibles entre si y no exista efecto antagónico.
2. Establecer un plan de fertilización por medio de fertiriego y aplicación por bomba de mochila en los cultivos de arveja dulce y arveja china en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.
3. Realizar una limpieza previa en el área a labrar removiendo rafia, restos de estaca o bambú, restos de mulch plástico y manguera en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.
4. Utilizar el resultado del análisis de suelo realizado para establecer la fertilización necesaria para cumplir los requerimientos del cultivo.
5. Utilizar productos biológicos como *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Paecilomyces* y *Penicillium* y bacterias como *Pseudomonas* (Acurio Vásquez, 2010) para el manejo de *Fusarium* sp. y *ascochyta*.

1.8 Bibliografía

1. Acurio Vásconez, RD. 2010. Técnicas de prevención y control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* en clavel *Dianthus caryophyllus* y su incidencia en la productividad. Tesis Ing. Agr. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. p. 14
2. Agosto, A. 2016. Encargada de control de calidad para exportación de arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) (entrevista). Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles, Gerencia, Control de Calidad.
3. De la Rosa, E. 2016. Caporal de finca Gemelas para producción de arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) (entrevista). Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, Tierra de Árboles, Área de fincas.
4. INE (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala). 2002. Proyecciones de población, con base en XI censo de población y VI habitación (en línea). Guatemala. Consultado 28 ago. 2017. Disponible en <http://fadep.org/uncategorized/xi-censo-nacional-de-poblacion-y-vi-de-habitacion-guatemala/>
5. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrografía, Guatemala). 2011. Zaragoza, Chimaltenango. Guatemala. p. 20.
6. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2001. Proyecto MAGA- ESPEREDE- CATIE, digitalizando el mapa de reconocimiento de suelos de Simmons, Tárano y Pinto de 1959 (en línea). Guatemala. Consultado 28 ago. 2017. Disponible en: http://ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/04_Tablas_Chimaltenango/tabla_41_04.pdf.
7. Tórtola Lima, MA. 2012. Trabajo de graduación realizado en la empresa Ghortex S.A. Sumpango, Sacatepéquez con énfasis en la evaluación del rendimiento de cuatro variedades de mini- zanahoria (*Daucus carota* L.) para el mercado de Estados Unidos, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 10-77.
8. Villeda Recinos, JA. 2011. Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión; diagnóstico y pronóstico socioeconómico; Zaragoza, Chimaltenango. Tesis Lic. Econ. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. p. 30-39. Consultado 28 ago. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0758_v1.pdf



2 CAPÍTULO II
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA
CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRUX) EN EL CULTIVO
DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) PARA EXPORTACIÓN, EN LA FINCA LA
HACIENDA, UBICADA EN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF THE EFFECT OF POTASSIUM FERTILIZATION ON THE
CONCENTRATION OF SOLUBLE SOLIDS (BRUX DEGREES) IN THE CULTIVATION OF
CARROT (*Daucus carota* L.) FOR EXPORT, IN THE FARM LA HACIENDA, IN
ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1 Presentación.

La empresa Tierra de Árboles S.A, está dedicada a la producción y exportación de vegetales, ubicando la planta procesadora en Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Sacatepéquez.

La empresa cuenta con una serie de fincas que abastecen a la planta procesadora, ubicadas en el municipio de Zaragoza, en el departamento de Chimaltenango, dedicándose a la producción y exportación de arveja dulce y arveja china, enfocándose en mercados de países Europeos y Estados Unidos. Estos mercados presentan altos estándares de calidad para exportar, además de que requiere certificaciones de producción aceptadas a nivel internacional, siendo una de las certificaciones más importantes GLOBALGAP y Tesco Nurture; la empresa con el fin de ingresar a nuevos mercados decidió realizar la investigación sobre el cultivo de mini zanahoria (*Daucus carota* L.) para la exportación.

El objetivo de la investigación fue demostrar la posibilidad de incrementar la concentración de sólidos solubles (°brix) presentes en la zanahoria, debido a que para la exportación se requiere de 8 – 9 °brix, y en investigaciones realizadas en la empresa no se alcanzan los estándares de exportación y además se tienen rendimientos bajos en la producción.

En esta investigación se utilizó la variedad Mokum F1, que es utilizada por los productores a los cuales se les compra el producto actualmente, se utilizaron 4 distintas concentraciones de nitrato de potasio (KNO_3) para poder incrementar la concentración de sólidos solubles (°brix) en esta variedad.

Las variables de respuesta analizadas que son indicativos de cambios en el desarrollo de la planta a través del ciclo del cultivo fueron la concentración de sólidos solubles; longitud de raíz; rendimiento en kg/ha y porcentaje de rechazo; todos estos permitieron analizar los temas de calidad, rendimiento por tratamiento y además se complementó el análisis con un estudio económico para identificar la mejor opción de manejo.

Al analizar los resultados en la concentración de sólidos solubles se determinó que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo una media máxima de 7.35

°brix en el tratamiento 3 (241 kg de K_2O/ha); para la longitud de raíz no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, con una media máxima de 13.5 cm en el tratamiento 3 (241 kg de K_2O/ha), en el caso del rendimiento existió diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se realizó un análisis de varianza en el que se determinó que el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha) presentó mejor rendimiento en comparación con los demás tratamientos, presentando una media de 34,602.82 kg/ha. Al analizar el porcentaje de rechazo se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo una media máxima de 48.67 % en el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha), y una media mínima en el tratamiento 2 (217 kg de K_2O/ha) del 43 %.

En el análisis económico se utilizó la metodología de presupuestos parciales, donde se determinó que el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha), presentó mayor beneficio neto por hectárea en el cultivo de zanahoria, siendo este de Q. 148,036.05, posteriormente se calculó la relación beneficio costo por tratamiento, concluyendo que el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha) obtuvo mayor relación beneficio costo entre los demás tratamientos, siendo este de 1.91, indicando que por cada quetzal (Q 1.00) invertido se obtienen Q. 0.91, y al comparar este tratamiento con los demás se determina que es el que presentó mejores resultados de producción, calidad y beneficios económicos.

Se concluye en esta investigación que el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha) presenta mejores resultados entre las variables de respuesta, teniendo un rendimiento de 34602.82 kg/ha, un beneficio neto de Q. 148,038.05, y relación beneficio costo de 1.9136, siendo el recomendado para la producción de mini zanahoria.

2.2 MARCO CONCEPTUAL.

2.2.1 Marco teórico.

A. Origen de la zanahoria (*Daucus carota*L.)

Parece ser que el origen de la zanahoria se encuentra en Afganistán, conociéndose las variedades violetas, donde es frecuente encontrarla de forma silvestre, y se cultiva desde hace unos 2000 años (AgroEs, 2010).

La zanahoria es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo. Su consumo se ha extendido ampliamente, ya que actualmente se encuentra disponible en los mercados durante todo el año. La parte consumida de la zanahoria es su raíz, de la que existen múltiples formas y sabores. Destaca por su contenido en caroteno y vitaminas A, B y C (AgroEs, 2010).

B. Ciclo biológico o agronómico de la zanahoria

Es un cultivo que, en condiciones de clima templado se puede cultivar durante todo el año, aunque normalmente se siembra entre febrero y noviembre. Los ciclos de las zanahorias son bastante variables, dependiendo de la variedad elegida, pero de forma general, el ciclo se cubre entre 75 y 220 días. Los ciclos más utilizados están en torno a 90-130 días (AgroEs, 2010).

C. Ecología del cultivo

La zanahoria presenta mayor adaptabilidad a alturas entre 900 m s.n.m a 4000 m s.n.m., siendo las condiciones templadas favorables para el desarrollo del cultivo, siendo mejores altitudes 1,500 m s.n.m a 2,500 m s.n.m., la temperatura óptima para el desarrollo del

cultivo de zanahoria oscila entre 15 °C a 25 °C, la humedad relativa (HR) del aire debe ser entre el 70 % y 80 % (Itsphuncane, 2002).

D. Clasificación de la zanahoria.

La zanahoria pertenece a la familia de las Umbelíferas, siendo su nombre científico *Daucus carota*L. Es una planta bianual cultivada por su raíz comestible, alargada y cónica. El primer año de su ciclo desarrolla la raíz y una roseta formada por pocas hojas. Durante el segundo año se forma el tallo que dará lugar a las flores. El tallo floral puede alcanzar 1,5 m de altura, y las flores pueden ser blancas, amarillentas o azules, y se disponen en umbelas. Es una planta bastante rústica, aunque tiene preferencia por los climas templados, soportando heladas ligeras (Frutas y hortalizas, 2012).

E. La raíz

El sistema radical de la zanahoria está constituido por la raíz pivotante, la cual se tuberiza en su parte superior (parte comestible) y raíces laterales relativamente pequeñas (Itsphuncane, 2002).

F. El tallo

El tallo es corto y aplanado con un penacho de hojas tripinnatisectas.

G. Las hojas

Las hojas son pequeñas simples.

H. La flor

Las flores de la zanahoria son pequeñas de color rosado formando una umbela, poseen flores hermafroditas y flores masculinas, la fecundación es alogama y entomófila.

I. La semilla

Las semillas de la zanahoria son elípticas, poseen un lado convexo y otro plano, conservan su poder germinativo de 3 a 4 años, en una onza hay aproximadamente 8,500 semillas (Itsphuncane, 2002).

J. Enfermedades de la zanahoria (*Daucus carota* L.)

La zanahoria como todo cultivo presenta una diversidad de enfermedades las cuales afectan en la calidad, tamaño, coloración; siendo las siguientes las más comunes en el cultivo.

i. Mal del talluelo.

Esta enfermedad puede ser ocasionada por los hongos: *Fusarium* sp, *Pythium* sp. *Rizocthonia* sp, y *Sclerotium* sp., aunque la mayor frecuencia de ataque es por *Fusarium* sp. Mal del talluelo ocasionado por *Fusarium*. Si el hongo se presenta cuando las plántulas han emergido se hace aplicación de fungicidas como Derosal + Previcur.

ii. Tizón temprano de la zanahoria

Agente causal: *Alternaria dauci* Aplicación de fungicidas como: en forma Preventiva o focalizada al observarse los primeros síntomas como: Benomil, Clorotalonil , Carbendazin, Mancoceb (Itsphuncane, 2002).

iii. Pudrición blanda o basal.

Agente causal: *Erwinia carotovora* y *E. Atroceptica*

K. Plagas en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.)

i. Insectos del suelo

- Gusano de alambre (*Agriotis* sp), Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.).
- ✓ Control químico Dentro de los insecticidas que pueden ser usados para el control de gallina ciega tenemos: Carbofurán; Clorpirifos 2.5 ; Ectofos 15 .
- Nematodos: *Meloidogyne* sp.
- ✓ Control: Carbofurán; Clorpirifos 2.5 ; Ectofos 15
- Babosas: *Vaginilus* sp.
- ✓ Control: cebos a base de Metaldehido u otro producto para su control.

ii. Plagas del follaje

- Afidos, pulgón verde (*Myzus persicae* Sulzer)
- Homóptera: Aphididae
- ✓ Control químico Los insecticidas de corta la residualidad y baja toxicidad que se deben usar son: Acetamiprid (Rescate), Imidacloprid (Confidor), Amitraz (Mitac 20 EC). Acaro rojo (*Tetranychus desertorum*) Control químico: Clorfinapir (Sunfire); Oxido de Fenbutatin (Torque 50 WP); Flufenoxuron y Amitraz (Mitac 20 EC) (Itsphuncane, 2002).

*EC = Emulsión concentrada.

*WP = Polvo mojable.

L. Manejo agronómico (*Daucus carota* L.)

i. Siembra.

En terrenos planos, durante la época lluviosa es necesario, hacer camellones altos, camas de siembra de 1.20 m de ancho por 20 cm a 30 cm de altura, siendo suelos con la menor pedregosidad, debido a que deforma las raíces bajando calidad en el mercado (cuadro 4).

Cuadro 4. Cuadro de distanciamiento entre plantas de zanahoria.

Distanciamiento entre surco.	Distanciamiento entre plantas.	Plantas/mz
0.1	0.05	1,400,000
0.07	0.03	3,333,333 mini zanahorias.

Fuente: istphuncane, 2002

ii. Época de siembra

Muñoz 2013, cita que Ecumvegua 2002, la época de siembra para el cultivo de zanahoria, va de acuerdo a la venta de mercado que se demanda por parte de los países consumidores, en Guatemala es en el periodo de verano, (sin lluvias) desde noviembre-abril.

iii. Origen del cultivo de mini zanahoria.

Las mini zanahorias con gran fama en Norteamérica, donde un agricultor llamado Mike Yurosek se le ocurrió trabajar 400 T de zanahoria que iban a ser desechadas por imperfecciones, siendo estas zanahorias que eran inmaduras en su crecimiento o presentaban malformaciones y eran rechazadas, de ahí surgió la idea de transfórmalas en

zanahorias babys, por medio del corte de las imperfecciones y un tamaño menor en ese resultado se obtuvieron las zanahorias baby (Orgavita, 2007).

M. Cultivo de mini zanahorias.

Existen dos variedades de zanahorias baby; las auténticas miniaturas y las fabricadas a partir de las zanahorias tradicionales. En 1980 se esperaba, en los supermercados, ver zanahorias de cierto tamaño, forma y color. Todo el resto del cultivo tenía que ser vendido para jugo, procesado como alimento animal o simplemente desechado (Nutrición Avanzada, 2013).

Cuentan que el origen de las zanahorias baby surgió por la necesidad de dar uso a las zanahorias que presentaban imperfecciones y no se podían vender. Parece ser que, entre zanahorias con nudos, retorcidas o con otras imperfecciones, el granjero californiano Mike Yurosek tenía que desechar hasta 400 T/día.

Habría otras salidas, pero hay que reconocer que hacer zanahorias baby le funcionó muy bien. Una zanahoria baby 'verdadera' es una zanahoria en la 'etapa de bebé', es decir, mucho antes de que la raíz alcance su tamaño maduro.

Estas raíces 'inmaduras' son preferidas por algunas personas creyendo que son superiores, ya sea en la textura, la nutrición o el sabor. Se cosechan, así como resultado de la reducción de los campos de cultivo o como un cultivo de especialidad para ser utilizado en la etapa de 'bebé' (Nutrición Avanzada, 2013).

La variedad de zanahoria utilizada usualmente en Guatemala es la Mokum F1, esta es una Zanahoria híbrida tipo Amsterdam, la más precoz en el mercado. De sabor y color excelente. Zanahorias pequeñas, delgadas, finas y rectas. Muy uniforme a la cosecha y puede usarse para manojos, bolsas plásticas y bandejas. Densidad: 2.5 - 3.0 millones de semillas por hectárea. Mokum puede usarse también para zanahorias babies. Ciclo promedio de 70 a 75 días (varía según clima y tamaño deseado) (Bejo, 2014).

N. Defectos en calidad

- Flácida
- Aspereza
- Sin uniformidad en forma o “bifurcadas” (daño de phytium o nematodos)
- Falta de color
- Rajada o quebrada
- Coloración verde (Lardizabal R. y Theodoracopoulos M.2007).

O. Cosecha y post cosecha.

Recomendaciones básicas:

- Cosechar cuando el suelo está con humedad a capacidad de campo
- Uso de canastas en la cosecha
- Clasificación y preparación en el campo, dependiendo del mercado meta
- Operaciones eficientes de clasificación y empaque
- Clasificar por tamaño y calidad
- Utilizar la sombra para no calentar el producto
- No sobre cargar
- Proteger el producto del sol y la lluvia (Lardizabal R. y Theodoracopoulos M., 2007).

P. Valor nutricional de la zanahoria (*Daucus carota*L.).

En el cuadro 5 se representa el contenido nutricional que presentan 100 g de zanahoria para una persona.

Cuadro 5. Valor nutricional de la zanahoria en 100 g de sustancia comestible.

Ingrediente	Cantidad
Agua (g)	88.6
Carbohidratos (g)	10.1
Lípidos (g)	0.2
Calorías (cal)	40
Vitamina A (U.I)	2.000 - 12.000 según variedades
Vitamina B1 (mg)	0.13
Vitamina B2 (mg)	0.06
Vitamina B6 (mg)	0.19
Vitamina E (mg)	0.45
Ácido nicotínico (mg)	0.64
Potasio (mg)	0.1

Fuente: istphuancane, 2002

Q. Fertilización del suelo.

Los requerimientos nutricionales para la zanahoria son de N (250) , P (150) , K (180) kg/ha, según Tórtola (2012).

R. El potasio “K” en las plantas.

El potasio es uno de los elementos esenciales más abundantes de la corteza terrestre (K=2.6 % Ca= 3.6 %), posee una dinámica inorgánica, no forma complejos orgánicos, los suelos poseen grandes cantidades de K (mucho mayor que lo que absorben las plantas) pero solo un pequeño porcentaje está disponible (Hernández, 2010).

El potasio es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal y indispensable en la agricultura moderna de altos rendimientos. Los cultivos absorben potasio en grandes cantidades, igual o incluso más que el nitrógeno. El potasio es vital para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, y no solo aumenta los rendimientos del cultivo, sino que también beneficia muchos aspectos de la calidad del cultivo (Imsa, 2010).

De León López, 2014, cita a Bertsch, 1995; que entre los efectos que causa el potasio en las plantas están:

- Incrementar la eficacia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones.
- Estimula el llenado de los granos.
- Mantiene la turgencia de la planta.
- Evita los efectos severos de la sequía y de las heladas.
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas.
- Reduce el volcamiento.
- Ayuda en la fijación simbiótica del nitrógeno.

S. Deficiencia de potasio en las plantas.

Cada nutriente presenta una función específica dentro de las plantas, en el caso del potasio se expresarse deficiencia en distintas maneras en la planta:

Clorosis: Color amarilla miento y quemaduras marginales en las hojas medias y bajas de la planta (Sela, 2017).

Crecimiento lento o retrasado: Como el potasio es un catalizador importante de crecimiento en las plantas, las plantas deficientes en potasio tendrán un retraso en el crecimiento (Sela, 2017).

Tolerancia disminuida a los cambios de temperatura y a estrés hídrico: La deficiencia de potasio se traduce en menos agua que circula en la planta. Como resultado, la planta será más susceptible al estrés hídrico y a cambios de temperatura.

Defoliación: si no se corrige la deficiencia, las plantas deficientes en potasio pierden sus hojas antes de lo que deberían. Este proceso es incluso más rápido si la planta está expuesta a un estrés hídrico o a temperaturas altas. Las hojas se vuelven amarillas marrones, y finalmente se caen una a una (Sela, 2017).

Estas características de deficiencia de potasio influyen el desarrollo vegetativo de la planta, siendo más susceptibles a plagas y enfermedades, posteriormente el desarrollo del fruto se ve afectado deteriorando la calidad del producto final.

T. Síntomas de exceso de potasio

Una toxicidad en las plantas es como una "sobredosis", cuando se introduce demasiado de algo en el sistema de una planta y causa efectos secundarios serios. Mientras que los excesos de nitrógeno y fósforo pueden destruir o envenenar una planta, el exceso de potasio no daña la planta en sí. De hecho, el potasio es difícil de obtener para las plantas y normalmente tomarán tanto como puedan obtener (Nicole Papagiorgio, 2014).

U. Sobredosis de nitrato

Demasiado potasio en la forma de nitrato de potasio puede dañar algunas plantas debido al nitrato agregado, que es una forma de nitrógeno. Si el suelo ya es rico en nitrógeno, el nitrógeno agregado puede quemar las plantas (Nicole Papagiorgio, 2014).

V. Efecto del nitrógeno en la zanahoria.

La fertilización a base del nitrógeno tiene solubles efectos sobre la hoja y mejora la concentración de sólidos en la planta, al tener niveles altos de nitrógeno las raíces son más suculentas y puede presentar problemas de *Fusarium* sp., en las últimas etapas del cultivo puede existir un desarrollo excesivo de las hojas con respecto a la raíz, causando efectos negativos en la calidad del cultivo (Miculax, 2014).

W. Antecedentes de uso del potasio.

El potasio juega un papel muy importante como catalizador dentro del metabolismo de las plantas y generalmente se encuentra donde existe transferencia de energía dentro de la planta. El potasio participa en la formación y neutralización de ácidos orgánicos. Además, juega un papel muy importante en el balance entre la formación, acumulación y consumo de azúcares por la planta durante el desarrollo vegetativo (Lazcano Ferrat, 1996).

En un estudio se evaluó el efecto de diferentes dosificaciones de fertilizantes en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*), utilizándose distintas concentraciones de potasio, teniendo un total acumulado durante el ciclo del cultivo. En el cuadro 6 se describen los tratamientos realizados.

Cuadro 6. Tratamientos de concentración de potasio en cultivo de arveja.

Tratamientos	Siembra (ppm)	Desarrollo (ppm)	Flor (ppm)	ppm acumulada
Tratamiento 1	3,960		85,900	89,860
Tratamiento 2	17,181		84,000	101,181
Tratamiento 3	17,181	68,724	103,086	188,991
Tratamiento 4		85,900		85,900
Tratamiento 5		50,726		50,726

Fuente: De León López, 2014

En el cuadro 6 se resume la evaluación en el cultivo de arveja, donde se obtuvieron los mejores resultados con el tratamiento 2 siendo la aplicación de potasio en la siembra y al momento de la floración en la arveja.

X. El papel del potasio en la translocación de azúcares.

La deficiencia de nutrientes limita la translocación (movimiento) de azúcares desde las hojas (punto de fabricación) a los lugares de almacenamiento. El movimiento de los azúcares recién formados en las hojas se realiza a una velocidad aproximada de 2.5 cm/min en plantas de caña bien fertilizadas en el campo.

La deficiencia de fósforo no ha mostrado tener un efecto significativo en la velocidad de translocación de azúcares, la deficiencia de nitrógeno tiene un efecto intermedio, mientras que la falta de potasio puede bajar la eficiencia del transporte de azúcares por debajo de la mitad comparada con el control.

Sin una cantidad adecuada de potasio una buena parte del azúcar puede terminar en las hojas, en lugar del producto cosechado que es el tallo (Lazcano Ferrat, 1996). En base a la investigación realizada por Lazcano 1996, incrementando el contenido de potasio de

0.68 % a 1.47 %, en los entrenudos 8 - 10 del tallo el rendimiento se incrementó solamente 16 T/ha, pero se tiene una mayor pureza de los jugos y una alta concentración de sacarosa, teniendo un incremento en el rendimiento de azúcar de 4.8 T/ha. Especificándose de mejor manera en el cuadro 7 (Lazcano, 1996).

Cuadro 7. Evaluación de rendimiento de caña de azúcar en base a dosificaciones de fertilizantes.

% K	% N	% Agua	Azucres Reductores	Pureza	Caña T/ha	T de Caña por T de Azúcar	T de Azúcar/ha.
0.68	0.42	80.7	11.8	81.7	162	10.62	15.2
1.22	0.25	77.1	6.4	85.2	195	9.64	20
1.47	0.19	75.3	5.7	88.2	176	7.13	25.1

Fuente: (Lazcano, 1996)

Y. Calidad del agua para el riego

La calidad de agua para riego debe de evaluarse dependiendo de la capacidad de esta para producir daños al suelo y también al rendimiento del cultivo, la calidad del agua está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que tenga. Cuando el agua va a ser utilizada para riego en cultivos, la calidad química solamente no va a especificar si el agua debe o no ser empleada, se debe de considerar la calidad agronómica (Sandoval, 2007). En el cuadro 8 se presentan los lineamientos para la interpretación de la calidad del agua para riego.

Cuadro 8. Lineamientos de la FAO para la interpretación de la calidad del agua para riego.

Problemas	Grado del problema		
	No hay problemas	Problemas crecientes	Severos problemas
Salinidad (afecta disponibilidad de agua en los cultivos) CEa (mmhos/cm)	< 0.75	0.75 - 3.0	> 3.0
Permeabilidad (afecta la velocidad de infiltración del suelo).			
a) Cea (mmhos/cm)	> 0.5	0.5 - 0.2	< 0.2
b) RASaj			
Montmorilonita (2:1)	< 6	6 – 9	> 9
Illita-vermiculita (2:1)	< 8	8 – 16	> 16
Kaolinita-sesquioxidos (1:1)	< 16	16 – 24	> 24
Toxicidad específica de iones (afecta cultivos sensibles)			
Sodio (RASaj)	< 3	3 – 9	> 9
Cloruros (meq/l)	< 4	4 – 10	> 10
Boro (mg/l = ppm)	< 0.75	0.75 – 2	> 2
Efectos misceláneos (afecta cultivos sensibles)			
NO ₃ -N o NH ₄ - N (mg/l =ppm)	< 5	30 – 5	> 30
HCO ₃ (meq/l)	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
Ph	Rango normal 6.5 a 8.4		

Fuente: Principios de riego y drenaje, Jorge Sandoval 2007

Todos estos parámetros a nivel de calidad de agua para riego deben de considerarse para que el desarrollo y el rendimiento del cultivo no se vea afectado.

Z. Grados brix.

Los grados brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa de un vegetal, expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta.

Los grados brix se determinan empleando un refractómetro y las muestras utilizadas para mediciones deben de presentar una temperatura de 20 °C. Si la pulpa o jugo (muestra) se hallan a diferente temperatura se podrá realizar una corrección en los grados brix, dependiendo de la temperatura en que se realice la lectura (Itsphuncane, 2002).

AA. Mercado de zanahoria en la empresa Tierra de Árboles S.A.

A nivel de empresa el mercado que se está empezando a abarcar es el norteamericano, principalmente Estados Unidos y Holanda, teniendo una demanda inicial del producto de 2000 lb de producto empacado semanalmente, iniciando la exportación cuando se cumplan los requerimientos del mercado y teniendo establecida la producción de mini zanahoria para abastecer al comprador, pero al no poseer una producción constante para cubrir la demanda y la calidad deseada no se realiza la exportación de la demanda actual.

Al mercado en que la empresa lo adquiere es a un precio de Q. 3.63/lb de producto (Q. 8.00/kg), considerando de un 40 % - 50 % de rechazo y vendiéndose al consumidor final a un precio de 10 – 12 U.S \$. por caja de 10 lb (Agosto, 2017).

2.2.2 MARCO REFERENCIAL.

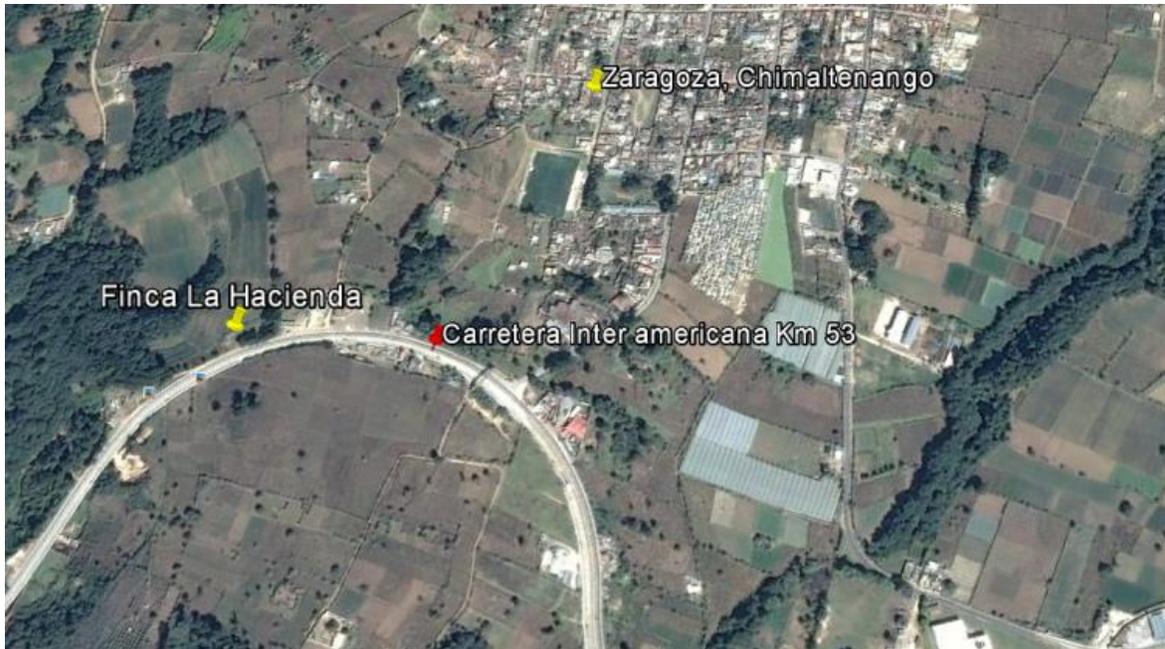
A. Empresa Tierra de Árboles, S.A.

La empresa Tierra de Árboles se dedica a la producción y exportación de vegetales, principalmente arveja china, arveja dulce y ejote francés, además iniciando con la exportación de Mini zanahoria y zucchini, teniendo como mercado principal Estados Unidos y Holanda, dependiendo del mercado se empaca el producto en cajas de 2.5 kg a granel o en bandejas de 100 g a 300 g, con un color verde intenso.

Para poder realizar la exportación del producto final la empresa presenta una serie de certificaciones internacionales, entre ellas Global Gap, Tesco Nurture y Bama, las cuales certifican que el producto es producido a nivel de campo con productos registrados en las épocas adecuadas de desarrollo del cultivo, evitando posibles contaminaciones de residuos y la mayor sanidad con el personal laboral, y a nivel de planta de producción y empaquetado se certifica la limpieza e higiene del producto y seleccionando el producto de mayor calidad para el consumidor final.

B. Ubicación geográfica.

La investigación fue realizada en el municipio de Zaragoza, en el departamento de Chimaltenango, finca la Hacienda está ubicada a 53 km de la Ciudad Capital, en la ruta interamericana en Latitud 14°38'23.58"N; Longitud, 90°53'19.94"O, a una altura de 1809 m s.n.m. (figura 3). La finca presenta un área total de 4.59 ha para la producción del cultivo, colindando con la carretera inter americana.



Fuente: Google Earth, 2016

Figura 3. Mapa de ubicación de la finca La Hacienda en Zaragoza, Chimaltenango.

C. Características geofísicas.

i. Clima y temperatura

El clima es temprano, y frío en los meses de diciembre, enero y febrero, marcándose las dos estaciones del año; invierno y verano. la temperatura media oscila entre los 15 °C y 20 °C, la temperatura máxima media oscila entre 26 °C y 29 °C, la temperatura mínima media oscila entre 7 °C y 14 °C (INSIVUMEH, 2011).

ii. Precipitación pluvial y vientos.

La precipitación pluvial oscila entre los 1300 mm anuales, y un viento promedio de 13.5 km/h entre los meses de enero a junio y un promedio de 25 km/h entre junio y diciembre (INSIVUMEH, 2011).

D. Cultivos en la finca.

En la finca la Hacienda se cultiva principalmente arveja china y arveja dulce (*Pisum sativum* L.) y ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), debido a que es para el mercado principal de la empresa Tierra de Árboles.

E. Análisis de suelo.

En base al análisis de suelo (figura 5) inicialmente se puede determinar que el PH del suelo está en condiciones adecuadas para el cultivo de zanahoria, además los nutrientes de Fósforo (P), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), se presentan en los rangos adecuados para un suelo sin deficiencias de nutrientes, presentando un exceso de fósforo en el suelo con 125 ppm, equivaliendo a 450 kg de P/ha, teniendo un exceso de fósforo en base a las necesidades del cultivo, teniendo exceso de fósforo en el suelo puede intervenir con la absorción de otros elementos como el hierro (Fe), Manganeseo (Mn) y el Zinc (Zn) (Sela, 2016).

En el análisis de suelo se determinó que el suelo tiene una capacidad de intercambio catiónico de 23.71, entrando en el rango aceptable para el intercambio de nutrientes vegetales, reteniendo cationes en meq/100 g (Sela, 2016), posteriormente analizando el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y Pótasio (K), presentan todas las cantidades adecuadas para la producción de zanahoria, en el caso del potasio se tiene una cantidad de 2.15 meq/100g, equivaliendo a una cantidad de 3,018.6 kg/ha de fósforo puro, pero solo el 2 % puede estar rápidamente disponible para la planta, por lo que es necesario aplicar siempre las cantidades totales de potasio para cubrir las necesidades del cultivo (Hernández, Barbazán y Pedromo, 2010).

F. Calidad.

A nivel de empresa la calidad del producto es lo principal, estando está implícita al momento de realizar la venta al cliente. Siendo las normas de calidad las siguientes:

- Inocuidad en el producto.
- Sin daño por plagas o enfermedades
- Sin residuos de productos químicos.

En el color y tamaño depende de las necesidades del cliente, en el cuadro 9 se describen 3 requerimientos de los clientes hacia la empresa Tierra de Arboles S.A.

Cuadro 9. Características de la zanahoria dependiendo del cliente.

	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3
Largo	10.5 - 11.5 cm	8 - 12 cm	11 - 14 cm
Diámetro	1 - 1.7 cm	1.27 - 1.90 cm	1.5 - 2.5 cm
Aroma: Sin aroma			
Color: Naranja Fuerte			
Textura: Fina y crujiente			

Fuente: Alejandra Agosto, 2016

Debido a que la exportación de zanahoria es un proyecto en el cual se está estableciendo para el año 2017, la demanda del mercado definitiva y los estándares de calidad no se han establecidos para los mercados demandantes del producto.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Establecer la relación entre la concentración de sólidos solubles, y cuatro distintos niveles de fertilización con potasio, para cumplir los requerimientos de exportación en el cultivo de zanahorias (*Daucus carota*L.), en la finca La Hacienda, ubicada en Zaragoza, Chimaltenango.

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la concentración de sólidos solubles en cuatro niveles de fertilización con Potasio (K) en el cultivo de zanahoria.
2. Determinar el rendimiento obtenido por tratamiento utilizando cuatro niveles de fertilización con Potasio (K) en el cultivo de zanahoria.
3. Determinar la longitud de raíz utilizando cuatro niveles de fertilización con Potasio (K) en el cultivo de zanahoria
4. Comparar económicamente los tratamientos en los cuales se utilizan cuatro niveles de fertilización con Potasio (K) en el cultivo de zanahoria.
5. Determinar el porcentaje de rechazo (%) obtenido por tratamiento en cuatro niveles de fertilización con Potasio (K) en el cultivo de zanahoria.

2.4 HIPÓTESIS EXPERIMENTAL.

2.4.1 Hipótesis nula.

No existe diferencia significativa en la concentración de sólidos solubles en con distintos niveles de concentración de Nitrato de Potasio en el cultivo de zanahoria con un nivel de significancia de 5 %.

2.4.2 Hipótesis alternativa.

1. Al menos uno de los tratamientos presentara diferencia significativa en la concentración de sólidos solubles con un nivel de significancia del 5%.
2. Al menos uno de los tratamientos presentara diferencia significativa en la longitud de la raíz.
3. Al menos uno de los tratamientos presentara diferencia significativa en el rendimiento del cultivo.

2.5 METODOLOGÍA.

2.5.1 Variedad de zanahoria.

La variedad utilizada es una de zanahoria híbrida tipo Ámsterdam denominada Mokum F1, la más precoz en el mercado de sabor y color excelente, zanahorias pequeñas, delgadas, finas y rectas. Muy uniforme a la cosecha y puede usarse para manojos, bolsas plásticas y bandejas. Densidad: 2.5 - 3.0 millones de semillas/ha. Mokum F1 puede usarse también para babies carrot. Ciclo promedio de 70 a 75 días (varía según clima y tamaño deseado) (Bejo, 2014).

2.5.2 Fertilizantes granulados:

- Urea (46- 0- 0)
- 18 - 46 – 0

2.5.3 Fertilizante foliar (nitrato de potasio).

El nitrato de potasio utilizado es totalmente soluble, aportando 2 elementos esenciales en la nutrición de las plantas: Nitrógeno de alta y rápida disponibilidad (NO_3^-) y potasio. Es un producto libre de cloro, así mismo siendo esta una sal neutra y no altera el PH del suelo (cuadro 10).

Formula Química: KNO_3

Apariencia: Cristales Blancos.

Cuadro 10. Contenido nutricional del nitrato de potasio.

Elemento	% de nutrientes
Nitrógeno (N)	13
Nitrógeno nítrico (NO ₃)	13
Potasio (K ₂ O)	44

Fuente: Elaboración propia, 2016.

2.5.4 Descripción de los tratamientos.

Para la evaluación se realizaron 5 tratamientos incluyendo al tratamiento testigo y en el cuadro 11 se describen detalladamente.

Cuadro 11. Concentración de potasio en la evaluación de sólidos solubles en el cultivo de zanahoria, la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamientos	Potasio (K) kg/ha	K ₂ O Por aplicación en kg/ha	Numero de aplicaciones realizadas	K ₂ O Total aplicado en kg/ha
Tratamiento 1	160	64	3	192
Tratamiento 2	180	72.3	3	217
Tratamiento 3	200	80.3	3	241
Tratamiento 4	220	88.3	3	265
Tratamiento 5	150	60.3	3	181

Fuente: Ronald Velázquez. Castalia S.A, 2016

2.5.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 4 tratamientos, un testigo y 3 repeticiones.

MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ij} = U + T_i + B_i + E_{ij}.$$

En donde: U = efecto de la media.

T_i = efecto del i-esimo tratamiento.

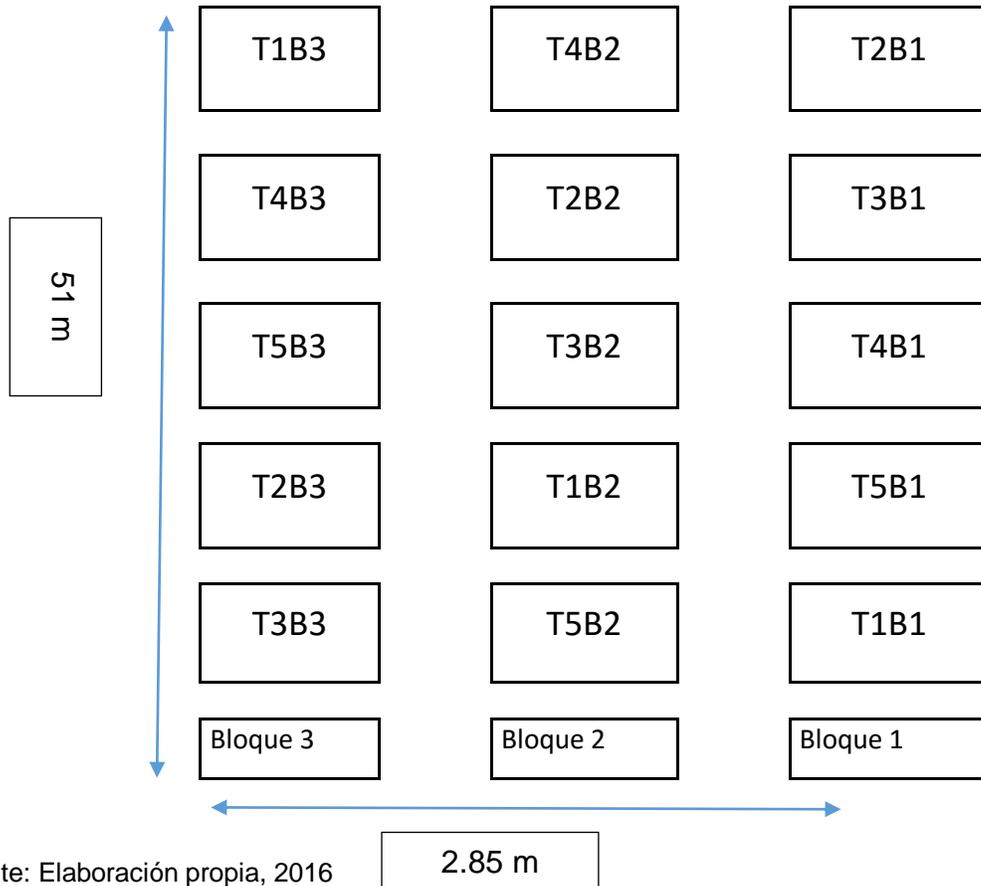
B_i = efecto de un cierto bloque i-esimo por su posición a nivel de campo.

E_{ij} = error experimental asociado a la parcela grande.

Y_{ij} = variable de respuesta

2.5.6 Unidad experimental.

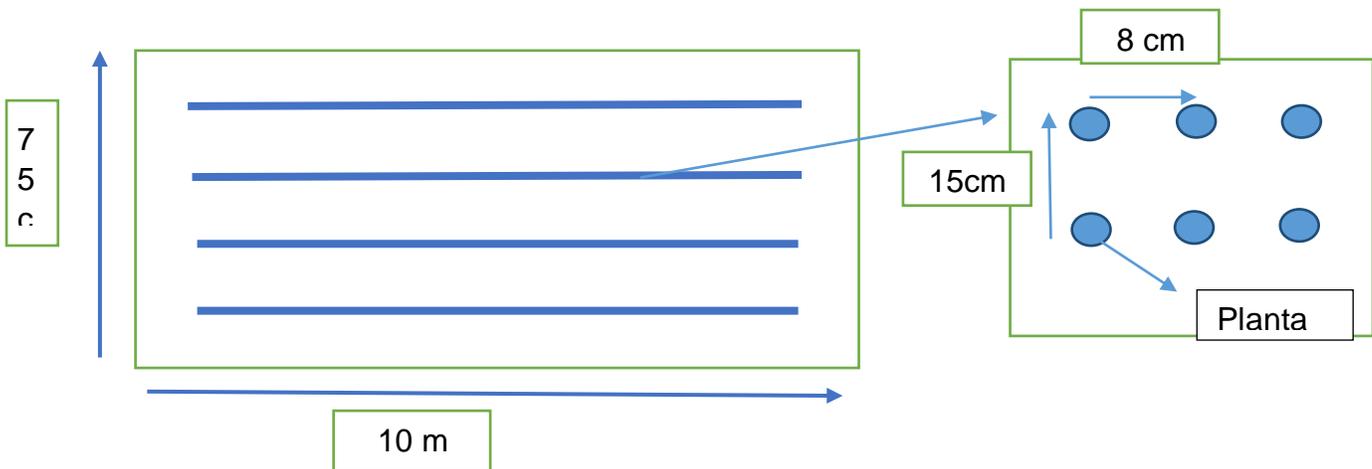
Cada unidad experimental consistió en bloques de 0.75 m x 10 m (7.5 m²), teniendo 4 hileras de plantas por bloque, teniendo un distanciamiento de 15 cm entre hileras y 8 cm entre plantas. Determinando una parcela neta de 0.15 m x 8 m (1.2 m²), con 2 hileras en cada bloque (figura 4 y figura 5).



Fuente: Elaboración propia, 2016

2.85 m

Figura 4. Croquis de campo utilizado para evaluar los efectos de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) para exportación, en Zaragoza, Chimaltenango.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Distribución por unidad experimental utilizado para evaluar los efectos de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) para exportación, en Zaragoza, Chimaltenango.

2.5.7 Manejo del experimento.

A. Preparación del terreno.

La preparación del terreno fue realizada manualmente, y se realizaron 3 camellones de 51 metros de longitud y 0.75 m de ancho y la desinfección del suelo se realizó la aplicación del Mocap^R 10 GR.

*GR: Granulado.

B. Fertilización.

la fertilización es realizada en base a los requerimientos nutricionales del cultivo de zanahoria, así mismo para poder determinar si el suelo se encuentra en las condiciones físico químicas adecuadas, se realizó un análisis de suelo en el cual se detalla en la figura 6.



Fuente: Facultad de Agronomía, 2016

Figura 6. Hoja de registro del análisis de suelo a la finca La Hacienda, realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, por la Facultad de Agronomía.

i. Fertilización realizada.

La fertilización realizada fue en base a los requerimientos del cultivo y consistió en N (250), P (150), K (180) kg /ha, dividiéndolo en distintas etapas de desarrollo de la zanahoria, tal y como se describen en el cuadro 12.

Cuadro 12. Descripción de las aplicaciones a través del ciclo del cultivo de zanahoria en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Fertilizante	Siembra	45 DDS	75 DDS
		kg/ha	kg/ha	kg/ha
1 192 kg de K ₂ O/ha	Nitrato de potasio	43.636	283.636	109.091
	18-46-0	635.153	112.086	0.000
	Urea	31.940	70.268	25.552
2 217 kg de K ₂ O/ha	Nitrato de potasio	49.318	320.568	123.295
	18-46-0	635.153	112.086	0.000
	Urea	27.926	61.437	22.341
3 241 kg de K ₂ O/ha	Nitrato de potasio	54.773	356.023	136.932
	18-46-0	635.153	112.086	0.000
	Urea	24.072	52.958	19.258
4 265 kg de K ₂ O/ha	Nitrato de potasio	60.227	391.477	150.568
	18-46-0	635.153	112.086	0.000
	Urea	20.218	44.480	16.175
5 181 kg de K ₂ O/ha	Nitrato de potasio	41.136	267.386	102.841
	18-46-0	635.153	112.086	0.000
	Urea	33.706	74.154	26.965

Fuente: Elaboración propia, 2016

*DDS: Días después de siembra.

C. Siembra

La siembra fue realizada manualmente, el 5 de octubre del 2016, dejando un total de 3 semillas / postura, a una distancia de 15 cm entre hileras y 8 cm entre plantas.

D. Raleo de plantas.

El raleo fue realizado a los 50 días después de la siembra, 24 de noviembre del 2016, dejando una planta por postura a un distanciamiento de 8 cm entre plantas.

E. Manejo de plagas y enfermedades.

Para el control de las plagas y enfermedades se utilizaron una serie de productos químicos que se describen en el cuadro 13.

Cuadro 13. Productos químicos utilizados para el manejo de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de zanahoria.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis	Plagas, Enfermedades y Malezas.
Afalon 50 Wp	Liuron	77 g/16 L de Agua	Gramíneas
Bellis 38 WG	Boscalid	16 g/16 L de agua	<i>Alternaria dauci</i>
Mocap 10 GR	Etoprofos: O- Etil S,S-dipropil fosforoditioato	70 kg/ha	<i>Meloidogyne</i> spp.

Fuente: Elaboración propia.

F. Cosecha.

La cosecha fue realizada manualmente a los 90 días después de siembra, seleccionando únicamente la parcela neta evitando el efecto borde para el experimento. Realizándose un lavado y corte de hojas transportando únicamente la parte aprovechable de la planta.

G. Rechazo

Al determinar el rendimiento por tratamiento se clasificó la zanahoria que es considerada adecuada para la exportación que es aquella que no tenga menos de 1 cm de diámetro y no más de 4 cm de diámetro, además que presente un largo mayor a 10 cm; a pesar de que en el rendimiento por tratamiento, hay zanahorias que no cumplen las características adecuadas para la exportación, por medio del corte de la cascara y reducción del diámetro se adecuan para la exportación, pudiendo reducir el porcentaje de rechazo por tratamiento, en la empresa Tierra de Arboles S.A., se maneja cantidades de rechazo de 40 % - 50 % en la mini zanahoria (Agosto, 2017).

2.5.8 Variables de respuesta.

A. Rendimiento (kg/ha)

Esta variable fue medida por la cantidad de raíces producida por unidad experimentas, descontando el material vegetal de las hojas, obteniéndose un rendimiento en kg/ha.

B. Longitud de raíz (cm)

Se realizó la medición manual de las raíces producidas, tomándose en cuenta solo la parte aprovechable para la exportación, obteniendo un promedio entre cada unidad experimental, teniendo un promedio por unidad.

C. Sólidos solubles (°brix)

La concentración de sólidos solubles fue medida por medio de un refractómetro, tomando muestras representativas de las unidades experimentales se determinó un promedio por unidad.

D. Porcentaje de rechazo.

Esta variable fue calculada en base a la cantidad de producto considerado no adecuado para la exportación, pudiendo determinarse una media entre los tratamientos en porcentaje (%).

2.5.9 Análisis de la información.

A. Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de Andeva a las variables de respuesta (Rendimiento, Longitud de Raíz, Sólidos solubles), en el cual se determinaron las diferencias significativas entre los tratamientos, posteriormente realizándose una prueba de medias para determinar las diferencias entre los tratamientos.

B. Análisis económico.

Se realizó un análisis de presupuestos parciales, en el cual se comparó el beneficio económico que presenta cada tratamiento, tomando en cuenta el precio de venta del productor y los costos que varían por tratamiento, pudiendo determinar el tratamiento con el mejor beneficio económico.

Al rendimiento obtenido se le determinó una media, posteriormente se calculó un porcentaje de rechazo del 50 % por tratamiento, se calcularon los costos que varían por tratamiento, para poder estimar el rendimiento promedio de los agricultores se aplicó un 30 % de rendimiento ajustado; calculando la dominancia de los tratamientos se puede determinar la tasa de retorno marginal y con estos datos se calculan los residuos en los cuales el agricultor presento mayor beneficio.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Concentración de sólidos solubles en la raíz de zanahoria (*Daucus carota*L.).

La importancia de la concentración de los sólidos solubles radica en que entre mayor es la concentración se mejora la palatabilidad para el consumidor final, en el cuadro 14 se presentan las medias de concentración de sólidos solubles representados en °brix, para cada tratamiento.

Cuadro 14. Medias de °brix en base a los tratamientos con distintas concentraciones de K₂O, en zanahoria realizado en Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamientos	Media de °brix
Tratamiento 1 (192 kg de K ₂ O/ha)	7.12
Tratamiento 2 (217 kg de K ₂ O/ha)	7.07
Tratamiento 3 (241 kg de K ₂ O/ha)	7.35
Tratamiento 4 (265 kg de K ₂ O/ha)	6.92
Tratamiento 5 (182 kg de K ₂ O/ha)	7.08

Los °brix se relacionan con la concentración de los sólidos disueltos en un líquido (Equipo y Laboratorio de Colombia, 2011), en base a un estudio realizado por Miculax (2014), comparando las variedades Bangor F2 y Gema F1 estas presentan una diferencia de concentración de 8.07 y 5.50 °brix respectivamente, pudiendo determinar que la variedad influye en la concentración de sólidos solubles dentro de la zanahoria, así mismo realizó un estudio con fertilizaciones completas teniendo una variación en la concentración de °brix en 1 grado, entre las fertilizaciones de 200-400-150 kg/ha a 400-800-300 kg/ha

En la investigación se utilizaron 4 concentraciones de Nitrato de potasio en la variedad Mokum F1, aplicándose de manera foliar a la plantación, en base al cuadro 15 que se presenta a continuación.

Cuadro 15. Análisis de varianza realizado a la concentración de sólidos solubles (°brix), en los tratamientos con distintas concentraciones de nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Critico de F
Bloques	0.18	2.00	0.09	2.03	0.19	4.46
Tratamientos	0.29	4.00	0.07	1.68	0.25	3.84
Error	0.35	8.00	0.04			

Total	0.82	14.00				
-------	------	-------	--	--	--	--

% Coeficiente de Variación: 2.94 %						
------------------------------------	--	--	--	--	--	--

En el que se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos realizados. comparando el valor de F contra el valor critico de F, teniendo un coeficiente de variación de 2.94 % indicando que la investigación fue realizada bajo las condiciones de manejo e igualdad de actividades entre los tratamientos y los datos son consistentes, aparte en el cuadro 14 se puede determinar que el tratamiento 3 (241 kg de K₂O/ha) presenta la mejor media en comparación con los demás tratamientos, siendo 7.35 °brix respectivamente.

En la figura 7 se observa la comparación entre los resultados promedios de la concentración de sólidos solubles.

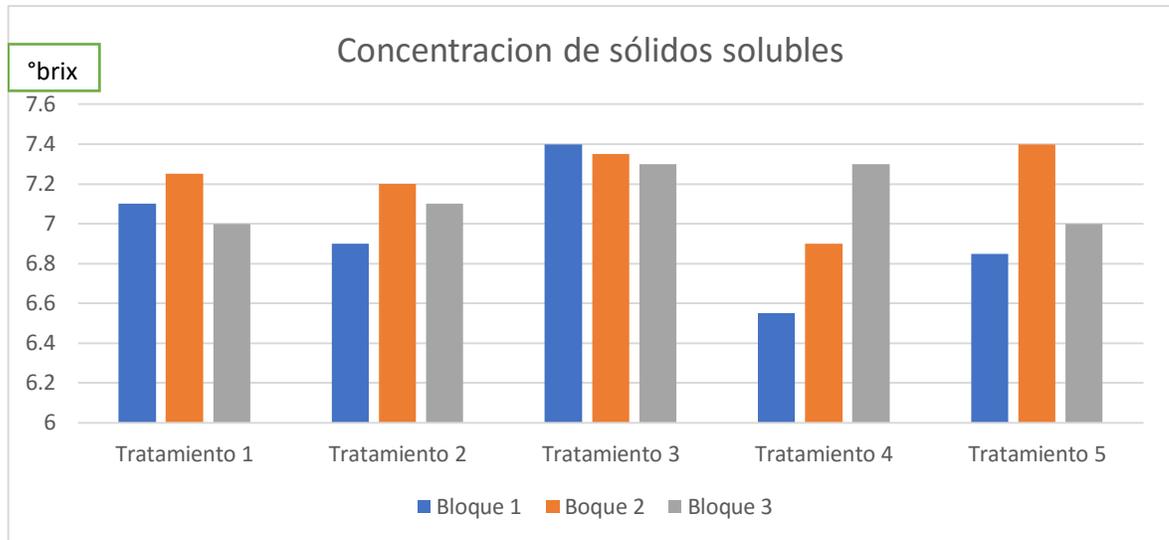


Figura 7. Gráfica de representación de la concentración promedio de los sólidos solubles entre los tratamientos en la investigación en zanahoria de Zaragoza, Chimaltenango.

En base a la figura 7 se puede determinar que en el tratamiento 3 (241 kg de K_2O/ha), que corresponde a 241 kg de K_2O/ha , es el que presenta los datos con mayor homogeneidad, teniendo uno de los rendimientos más aceptables (7.4 °brix), posteriormente el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha) y tratamiento 1 (192 kg de K_2O/ha), con 7.3 y 7.25 °brix respectivamente, además el tratamiento 4 presenta el dato de menor valor (6.55 °brix) y el tratamiento 5 presenta uno de los datos de mayor valor (7.4 °brix) sin embargo es menos consistente entre sus demás resultados.

De acuerdo a la entrevista realizada a la Ingeniera Alejandra Agosto, Gerente de calidad de la empresa Tierra de Árboles S.A., para el mercado de exportación se requiere una concentración de 8 – 12 °brix (Agosto, 2017), en base a esto se puede determinar que ni uno de los tratamientos cumple los requerimientos aceptables para la exportación.

2.6.2 Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento en el cultivo de la zanahoria es determinado por el peso total por área, considerando en el rendimiento el peso de la raíz, que es el producto final, en el cuadro 16 se presentan las medias del rendimiento obtenido por cada tratamiento en la investigación.

Cuadro 16. Medias del rendimiento en kg/ha, por tratamientos con distintas concentraciones de K₂O en zanahoria realizado en Zaragoza, Chimaltenango

Tratamiento	Media (kg/ha)
Tratamiento 1 (192 kg de K ₂ O/ha)	36111.111
Tratamiento 2 (217 kg de K ₂ O/ha)	39520.202
Tratamiento 3 (241 kg de K ₂ O/ha)	44823.232
Tratamiento 4 (265 kg de K ₂ O/ha)	56060.606
Tratamiento 5 (182 kg de K ₂ O/ha)	34602.823

El efecto de la fertilización nitrogenada puede tener efectos inconsistentes en el rendimiento del cultivo de zanahoria; en las etapas iniciales beneficia la formación de clorofila y la formación de una raíz suculenta. Posteriormente un exceso de nitrógeno, en las últimas etapas del cultivo puede causar un desarrollo desmedido de las hojas con respecto a la raíz, reduciendo la calidad del producto de acuerdo a lo planeado por Miculax, 2014 en base a Soto, 1981, para la investigación en base al análisis de varianza se determinó que para los diferentes tratamientos si existe una diferencia significativa en el rendimiento del cultivo, por lo que se procede a realizar una prueba de medias para analizar las variaciones entre los tratamientos, teniendo un coeficiente de variación de 5.30 % la coincidencia de los datos.

Los rendimientos obtenidos se comparan con los reportados por Tórtola (2012), dónde se obtuvo un rendimiento de 14545.45 kg/ha para la variedad Mokum F1, este rendimiento se compara con los obtenidos en la investigación que son presentados en el cuadro 16 y se

observa que todos los tratamientos presentan mejores rendimientos a los establecidos por Tórtola 2012.

En el cuadro 17 se describe el andeva realizado hacia los tratamientos donde se puede determinar que existe una diferencia significativa entre los tratamientos por lo que se realizó una prueba de medias para determinar el tratamiento con el mejor rendimiento.

Cuadro 17. Análisis de varianza realizado al rendimiento (kg/ha) en mini zanahoria, en los tratamientos con distintas concentraciones de nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Critico de F
Filas	10297991.9 1	2	5148995.95	1.062	0.389	4.458
Columnas	902903829	4	225725957. 2	46.579	1.38907E-05	3.837
Error	38768067.7 1	8	4846008.46 4			
Total	951969888. 6	14				
% Coeficiente de Variación: 5.21 %						

En base al cuadro 18 se observa que el tratamiento con mejores resultados de rendimiento es el tratamiento 4, aplicándose 265 kg de K₂O/ha, con una media de 56060.4 kg/ha, posteriormente los tratamientos 3 ,2 y 1 con medias de 44823.23 kg/ha, 39520.2 kg/ha, 36111.111 kg/ha respectivamente, y siendo el tratamiento 5 (182 kg de K₂O/ha) el menor con un rendimiento de 34602.82 kg/ha.

Cuadro 18. Prueba múltiple de medias Tukey realizado al rendimiento (kg/ha), en los tratamientos de la investigación en zanahoria en Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Media (kg/ha)	Clasificación
Tratamiento 1 (192 kg de K ₂ O/ha)	36111.111	A
Tratamiento 2 (217 kg de K ₂ O/ha)	39520.202	B
Tratamiento 3 (241 kg de K ₂ O/ha)	44823.232	BC
Tratamiento 4 (265 kg de K ₂ O/ha)	56060.606	C
Tratamiento 5 (182 kg de K ₂ O/ha)	34602.823	C

2.6.3 Longitud de raíz (cm)

Al determinar las medias de los tratamientos realizados en relación a la longitud de la raíz que se considera desde la base del tallo hasta la parte final de la raíz pivotante, se observan los resultados que se representados en el cuadro 19.

Cuadro 19. Medias de la longitud de raíz en base a los tratamientos a base a distintas concentraciones de K₂O, en zanahoria, realizado en Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamientos	Media en cm
Tratamiento 1 (192 kg de K ₂ O/ha)	13.567
Tratamiento 2 (217 kg de K ₂ O/ha)	13.353
Tratamiento 3 (241 kg de K ₂ O/ha)	13.527
Tratamiento 4 (265 kg de K ₂ O/ha)	13.107
Tratamiento 5 (182 kg de K ₂ O/ha)	12.487

Al comparar las variables de longitud de raíz en la investigación realizada por Tórtola, 2012, se tuvo un largo promedio de 9.9 en la variedad Mokum F1, comparándolo con los resultados promedios obtenidos en los tratamientos de la investigación se ve un cambio entre los tratamientos, en base al análisis de varianza realizado, presentando en el cuadro 20 y se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 20. Análisis estadístico realizado a la longitud de zanahoria en base a los tratamientos tratados con nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico de F
Bloques	0.339	2.000	0.170	0.708	0.521	4.459
Tratamientos	2.346	4.000	0.586	2.450	0.131	3.838
Error	1.915	8.000	0.239			

Total	4.600	14.000
-------	-------	--------

Coeficiente de Variación: 3.70 %

En el cuadro 20 se observa que no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que la longitud no tiene una variabilidad considerable entre los tratamientos, teniendo un coeficiente de variación de 3.70 % entre los datos, ratificando la coherencia entre los datos obtenidos; además en el cuadro 19 se representan las longitudes medias de los tratamientos, determinándose que el tratamiento 1 (192 kg de K_2O/ha) presenta mayor media de longitud, siendo de 13.57 cm respectivamente, pero al no ser constantes sus medias entre los bloques se puede comparar en la figura 8 que el tratamiento 3 (241 kg de K_2O/ha) a pesar de no tener la mayor longitud promedio presenta los datos más constantes entre los tratamientos.

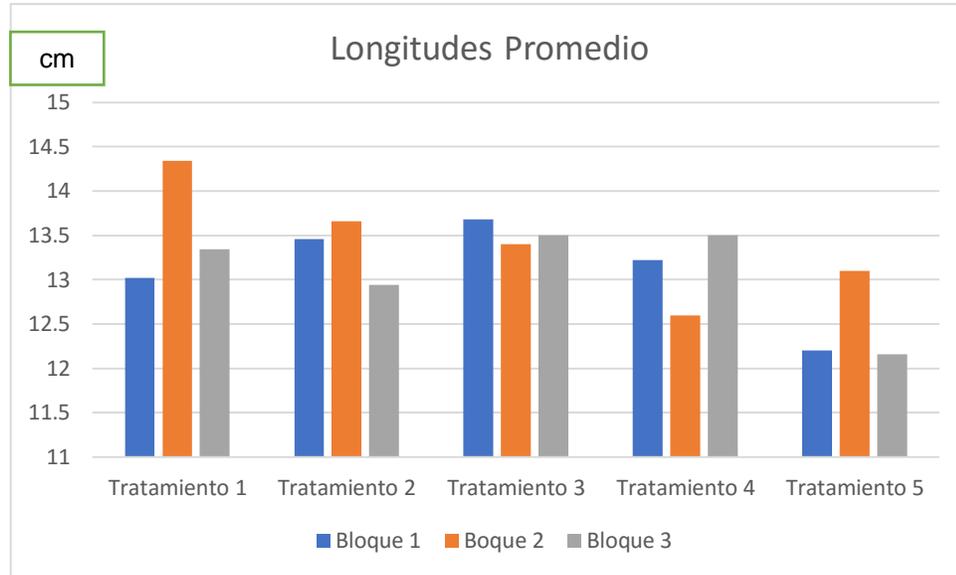


Figura 8. Gráfica de representación de las longitudes promedio entre los tratamientos en la investigación de zanahoria en Zaragoza, Chimaltenango.

En la figura 8 se observan las diferentes longitudes promedio entre los tratamientos, teniendo los resultados más consistentes en el tratamiento 3 (241 kg de K_2O/ha) el segundo promedio más alto de 13.68 cm, correspondiente al tratamiento 2 (217 kg de K_2O/ha) que además es el segundo más consistente y el primero y cuarto tratamiento menos consistentes. El tratamiento 5 (182 kg de K_2O/ha) presenta los resultados más bajos en promedio de longitud. Al ser comparados los resultados con los datos de Tórtola 2012, que presentan una media de 9.9 cm, se observan mejores longitudes promedios con los tratamientos utilizados en la investigación.

2.6.4 Determinación del porcentaje de rechazo del producto. (%)

El porcentaje de rechazo fue determinado en base al rendimiento obtenido y de esto las zanahorias que no se pueden cortar o arreglar por no ser aceptables para la exportación, debido a que producto no presenta el tamaño, forma y diámetro requerido por el mercado y en el cuadro 21 se presentan las medias obtenidas por tratamiento.

Cuadro 21. Medias del porcentaje de rechazo obtenido por tratamientos a base de distintas concentraciones de K_2O , en zanahoria, realizado en Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Media en Porcentaje
Tratamiento 1(192 kg de K_2O /ha)	46.67%
Tratamiento 2(217 kg de K_2O /ha)	43.00%
Tratamiento 3(241 kg de K_2O /ha)	48.00%
Tratamiento 4(265 kg de K_2O /ha)	48.67%
Tratamiento 5(182 kg de K_2O /ha)	47.00%

La empresa Tierra de Árboles, trata de obtener el mayor aprovechamiento entre las plantas, debido a que el cliente determina el largo y diámetro en que desea el producto final se pueden tener variación entre los tratamientos, pero ya al trabajarla se puede tener un mejor aprovechamiento del producto, debido a que el tamaño y diámetro del producto puede ser ajustado a las necesidades del cliente. De acuerdo a registros de la empresa la variedad Mokum F1 se tiene un descarte promedio entre 40 % – 50 % (Agosto, 2016).

En base al estudio realizado por Tórtola, 2012 sobre la producción total de Mokum F1 solo fue aprovechado un 1.89 % del rendimiento total, factores como la disponibilidad de nutrientes para la planta, considerando su calidad de exportación y el manejo que se le dio al cultivo influenciaron la calidad del producto. En la presente investigación se analizó las características físico químicas del suelo que pueden influenciar en la calidad del producto, y las concentraciones de fertilizante aplicadas hacia el cultivo.

En el cuadro 21 se representa las medias de porcentaje de rechazo por tratamiento determinándose que el tratamiento 2 (217 kg de K_2O /ha) presenta el menor porcentaje de

rechazo, siendo de 43 %, y el tratamiento 4 (265 kg de K₂O/ha) presenta el mayor porcentaje de rechazo de 48.67 %. Pudiendo analizarse que entre mayor cantidad de producto se aplica mayores alteraciones puede presentar la zanahoria al cosecharse, las cuales no cumplen los estándares de exportación.

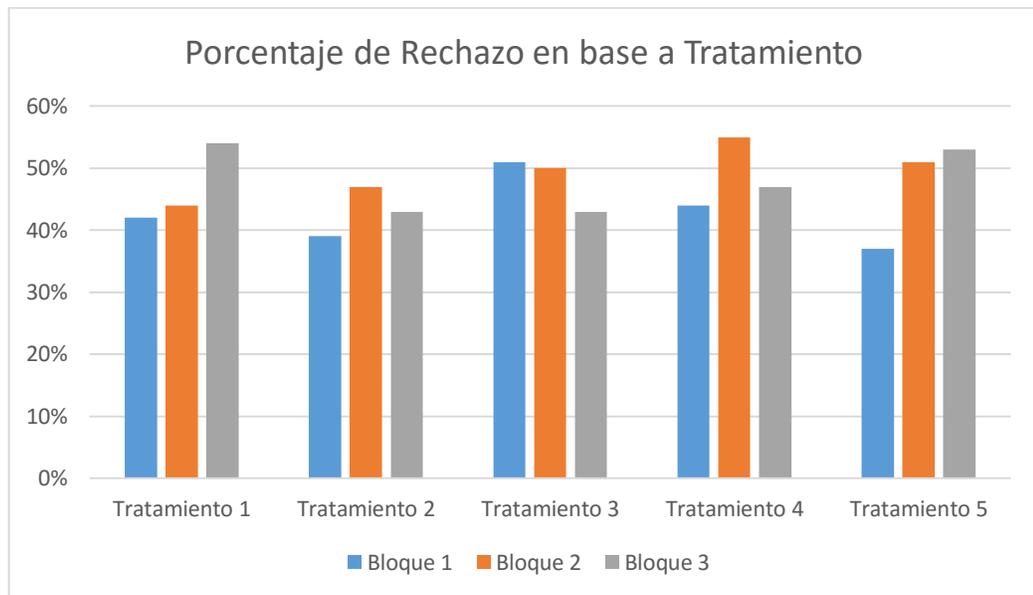


Figura 9. Gráfica de porcentajes de rechazo en los tratamientos en la investigación en zanahoria en Zaragoza, Chimaltenango.

En la figura 9 se puede observar el comportamiento en porcentaje de rechazo promedio entre los tratamientos realizados y el tratamiento que tuvo el menor porcentaje de rechazo es el tratamiento 2 (217 kg de K₂O/ha), siendo de 39 %; los porcentajes de rechazo más altos fueron de los tratamientos 3 (241 kg de K₂O/ha) y 4 (265 kg de K₂O/ha), siendo de 51 % y 55 % respectivamente, por lo que se observa que las fertilizaciones altas en potasio (K) pueden alterar el desarrollo de las plantas, reduciendo la calidad del producto, en efecto el rendimiento se ve afectado ya que el producto no tiene los estándares adecuados para la exportación.

2.6.5 Análisis económico.

Para realizar el análisis de presupuestos parciales se obtuvieron los datos de los tratamientos presentados y sus medias de rendimiento, teniendo un grado de variación entre los mismos, además mostrando una diferencia de los costos.

A. Costos que varían.

En base al cuadro 22 se puede determinar que la diferencia en costos de los tratamientos es en la aplicación de fertilizantes que son utilizados en diferentes cantidades para cumplir los requerimientos de las plantas y las cantidades de Nitrato de potasio y la urea que se usan para cada tratamiento. Cabe mencionar que el manejo agronómico y uso de insumos son iguales para todos los tratamientos.

B. Costos de insumos variables.

En base a consulta de precios de proveedores se determinaron los precios promedios por kilogramo de producto:

Urea: Q. 3.96/kg

Nitrato de Potasio: Q. 14.30/kg

C. Cálculo de costos que varían.

Estableciendo el precio por kilogramo de producto se determinan los costos que varían, dependiendo de la cantidad utilizada por tratamiento, tal y como se describen en el cuadro 22.

Cuadro 22. Cálculo de costos que varían en base a los tratamientos en zanahoria utilizados en kg/ha, en Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamientos	Nitrato de Potasio (kg/ha)	Costo	Urea (kg/ha)	Costo	Costos que varían total
T1 (192 kg de K ₂ O/ha)	436.364	Q. 6,240.62	127.760	Q. 505.98	Q. 6,746.60
T2 (217 kg de K ₂ O/ha)	493.182	Q. 7,053.21	111.703	Q. 442.39	Q. 7,495.59
T3 (241 kg de K ₂ O/ha)	547.727	Q. 7,833.28	96.288	Q. 381.34	Q. 8,214.62
T4 (265 kg de K ₂ O/ha)	602.273	Q. 8,613.36	80.873	Q. 320.29	Q. 8,933.65
T5 (181 kg de K ₂ O/ha)	411.364	Q. 5,883.09	134.825	Q. 533.96	Q. 6,417.05

El costo variable por tratamiento se determina multiplicando el costo del producto, por la cantidad a utilizar de producto en kg/ha por tratamiento.

D. Cálculo de rendimiento ajustado.

Es necesario realizar un cálculo ajustado del rendimiento debido a que los resultados obtenidos en el experimento son mayores en investigaciones, de acuerdo a los reportados por los agricultores, considerando que se obtuvieron mejores rendimientos y longitudes de raíz en todos los tratamientos, al compararlo con los rendimientos obtenidos por Tórtola 2012 se pudo determinar que en la investigación se tiene una variación del 20 % hasta 40 % del rendimiento, y se calculó un rechazo medio de 34 % , pero en base a Hernández 2001 para el cálculo de presupuestos parciales se utilizó de un 5 % hasta 30 %, debido a que las producciones de las investigaciones suelen ser mejores a las producciones de los agricultores a causa del manejo y control que se le proporciona, haciendo así los datos más reales a las condiciones de los agricultores, (cuadro 23).

Se procede a calcular un rendimiento ajustado de la siguiente manera:

$$RENDIMIENTO AJUSTADO = Rendimiento Experimental * (1 - Tasa de Ajuste)$$

Cuadro 23. Rendimiento ajustado de zanahoria utilizando un 30 % de variación en kg/ha.

Tratamientos	Rendimiento sin rechazo (kg/ha)	Rendimiento ajustado (kg/ha) (30%)
T1 (192 kg de K ₂ O/ha)	18055.56	12638.89
T2 (217 kg de K ₂ O/ha)	19760.10	13832.07
T3 (241 kg de K ₂ O/ha)	22411.62	15688.13
T4 (265 kg de K ₂ O/ha)	28030.30303	19621.21
T5 (181 kg de K ₂ O/ha)	17301.41	12110.99

E. Cálculo de beneficio neto.

Inicialmente se determinó el precio al que se le compra al productor, esta cantidad es definitiva calculándosele un porcentaje total de rechazo el cual no se le paga al proveedor y se calcula un beneficio bruto para poder calcular el beneficio neto multiplicando el precio del productor (Q. 8.00) por el rendimiento ajustado en kg/ha, posteriormente se le restan los costos que varían obteniendo un beneficio neto, describiéndose los resultados en el cuadro 24.

Para calcular el Beneficio neto se utilizó la siguiente formula:

$$BN = BENEFICIO BRUTO - COSTOS QUE VARIAN$$

En este caso se utiliza el termino beneficio neto debido a que es el que se usa en la metodología de presupuestos parciales, sin embargo, también en otros contextos el beneficio neto es el término que se utiliza, cuando a los ingresos se le restan todos los costos variables y costos fijos.

Cuadro 24. Beneficios netos en base a los tratamientos en kg/ha.

Tratamientos	Rendimiento Ajustado (kg/ha) (30 %)	Precio	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto
T1 (192 kg de K ₂ O/ha)	12638.89	Q. 8.00	Q. 101,111.11	Q. 6,746.60	Q. 94,364.51
T2 (217 kg de K ₂ O/ha)	13832.07	Q. 8.00	Q. 110,656.57	Q. 7,495.59	Q. 103,160.97
T3 (241 kg de K ₂ O/ha)	15688.13	Q. 8.00	Q. 125,505.05	Q. 8,214.62	Q. 117,290.43
T4 (265 kg de K ₂ O/ha)	19621.21	Q. 8.00	Q. 156,969.70	Q. 8,933.65	Q. 148,036.05
T5 (181 kg de K ₂ O/ha)	12110.99	Q. 8.00	Q. 96,887.91	Q. 6,417.05	Q. 90,470.86

En base al cuadro 24 se puede identificar que el tratamiento 4 es el que presenta mayor beneficio neto (Q. 148,036.05)

F. Análisis de dominancia.

Para realizar este análisis se ordenaron de manera creciente los tratamientos en función de los costos que varían, tal y como se describe en el cuadro 25.

Cuadro 25. Dominancia de los tratamientos utilizados.

Tratamientos	Costos que varían	Beneficio Neto	Observación	Conclusión
T1 (192 kg de K ₂ O/ha)	Q. 6,417.05	Q. 90,470.86		no dominado
T2 (217 kg de K ₂ O/ha)	Q. 6,746.60	Q. 94,364.51	del T5 al T1	no dominado
T3 (241 kg de K ₂ O/ha)	Q. 7,495.59	Q. 103,160.97	del T1 al T2	no dominado
T4 (265 kg de K ₂ O/ha)	Q. 8,214.62	Q. 117,290.43	del T2 al T3	no dominado
T5 (181 kg de K ₂ O/ha)	Q. 8,933.65	Q. 148,036.05	del T3 al T4	no dominado

En base al orden de los tratamientos descritos en el cuadro 25 se determinó que la no dominancia se encuentra hasta el tratamiento 4 (265 kg de K₂O/ha), y para determinar esto se compara el primer tratamiento que es el que tiene menor beneficio neto, en las observaciones se puede determinar que los tratamientos están siendo comparados, y si un tratamiento fuera menor con el que es comparado se concluye que es dominado, en este experimento no existió un tratamiento dominado.

G. Cálculo de la tasa de retorno marginal.

la tasa de retorno marginal indica el porcentaje de ganancia que se obtiene por unidad monetaria de costos que se incrementó, que se obtiene al comparar el beneficio obtenido de un tratamiento con otro, (cuadro 26).

Cuadro 26. Cálculo de la tasa de retorno marginal para los tratamientos.

Tratamientos	BN	CV	BN	CV	TRM%
T1 (192 kg de K ₂ O/ha)	Q. 90,470.86	Q. 6,417.05			
T2 (217 kg de K ₂ O/ha)	Q. 94,364.51	Q. 6,746.60	Q. 3,893.65	Q. 329.55	1181.48858
T3 (241 kg de K ₂ O/ha)	Q. 103,160.97	Q. 7,495.59	Q. 8,796.47	Q. 748.99	1174.44702
T4 (265 kg de K ₂ O/ha)	Q. 117,290.43	Q. 8,214.62	Q.14,129.46	Q. 719.03	1965.0762
T5 (181 kg de K ₂ O/ha)	Q. 148,036.05	Q. 8,933.65	Q. 30,745.62	Q. 719.03	4275.9948

En base a la tasa de interés del mercado financiero informal en el Altiplano Central de Guatemala que es de 60 % por temporada de cultivo, y al sumarle el 40 % del retorno mínimo exigido por la agricultura se determina una TAMIR de 100 % y el criterio de

optimalidad “El tratamiento más rentable es el último para que se cumpla la condición de $TMR \geq TAMIR$ ” Hernández 2001, se determina que el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha) es el más rentable teniendo una TMR mayor a 100 % cumpliendo la regla y teniendo el mayor porcentaje que es de 4275.99 %.

H. Análisis de residuos.

Para el análisis de residuos se calcula el remanente que queda del beneficio neto después de restarle el costo de oportunidad del capital de trabajo empleado para financiar la investigación; los residuos son un análisis para corroborar los hallazgos realizados con la TRM y TAMIR, y siendo como regla general que el más rentable con la TRM y la TAMIR, tienen los mayores residuos (Hernández, 2001). (cuadro 27)

Cuadro 27. Calculo de residuos en base a los tratamientos.

Tratamientos	CV	BN	Residuo
T1 (192 kg de K_2O/ha)	Q. 6,417.05	Q. 90,470.86	Q. 84,053.80
T2 (217 kg de K_2O/ha)	Q. 6,746.60	Q. 94,364.51	Q. 87,617.90
T3 (241 kg de K_2O/ha)	Q. 7,495.59	Q. 103,160.97	Q. 95,665.38
T4 (265 kg de K_2O/ha)	Q. 8,214.62	Q. 117,290.43	Q. 109,075.81
T5 (181 kg de K_2O/ha)	Q. 8,933.65	Q. 148,036.05	Q. 139,102.40

En el cuadro 27 se describen los residuos obtenidos en base a los tratamientos, determinando que el tratamiento 4 (265 kg de K_2O/ha), es el mejor teniendo un residuo de Q. 139,102.40.

I. Análisis de la relación beneficio costo

Se calculo la relación beneficio utilizando los costos de producción por hectárea para la producción de mini zanahoria, variedad Mokum F1, obtenidos a través de la investigación, presentándose un resumen por tratamiento en el cuadro 28.

Cuadro 28. Resumen de costos directos e indirectos por hectárea de producción en base a los tratamientos, en la zona de Zaragoza, Chimaltenango.

		Tratamientos				
		T1	T2	T3	T4	T5
Ingresos		Q. 97,312.60	Q. 106,506.40	Q. 120,797.60	Q. 151,081.70	Q. 93,247.00
Renta de la Tierra		Q. 2,236.00	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Costo directo por hectárea	Mano de obra	Q. 23,625.00	Q. 23,625.00	Q. 23,625.00	Q. 23,625.00	Q. 23,625.00
	Insumos	Q. 35,582.90	Q. 36,330.68	Q. 37,043.48	Q. 37,766.62	Q. 35,249.16
	Costo operacional	Q. 11,563.20	Q. 11,563.20	Q. 11,563.20	Q. 11,563.20	Q. 11,563.20
	Total	Q. 73,007.10	Q. 73,754.88	Q. 74,467.68	Q. 75,190.82	Q. 72,673.36
Costo indirecto/ha		Q. 3,650.35	Q. 3,687.74	Q. 3,723.38	Q. 3,759.54	Q. 3,633.67
Costo total		Q. 76,657.45	Q. 77,442.62	Q. 78,191.06	Q. 78,950.36	Q. 76,307.03
Utilidad neta		Q. 20,655.15	Q. 29,063.78	Q. 42,606.54	Q. 72,131.34	Q. 16,939.97
Relación beneficio/costo		1.27	1.38	1.54	1.91	1.22
Rentabilidad (%)		26.94	37.53	54.49	91.36	22.20

Al realizar un análisis de la relación beneficio costo por tratamiento, utilizando los costos necesarios para la producción de zanahoria por hectárea, se puede determinar que tratamiento presenta mejor relación beneficio costo en base a los rendimientos obtenidos por cada tratamiento, y se presentan los resultados en el cuadro 29.

Cuadro 29. Relación beneficio costo obtenida por tratamientos en la investigación.

Tratamiento	Dosis de potasio kg/ha	Ingreso por hectárea	Costo total/ ha	Valor relación B/C
T1 (192 kg de K ₂ O/ha)	192	Q. 97,312.60	Q. 76,657.45	1.2694
T2 (217 kg de K ₂ O/ha)	217	Q. 106,506.40	Q. 77,442.62	1.3753
T3 (241 kg de K ₂ O/ha)	241	Q. 120,797.60	Q. 78,191.06	1.5449
T4 (265 kg de K ₂ O/ha)	265	Q. 151,081.70	Q. 78,950.36	1.9136
T5 (181 kg de K ₂ O/ha)	181	Q. 93,247.00	Q. 76,307.03	1.222

En el cuadro 29 se puede observar los valores de la relación beneficio costo obtenidos por tratamiento, donde se determina que el tratamiento 5, utilizando 181 kg de K₂O/ha, es el que presenta una menor relación beneficio costo siendo de 1.22, obteniendo 0.22 centavos por cada quetzal invertido, comparándolo con el tratamiento 4, utilizando 265 kg de K₂O/ha, el cual presenta una relación beneficio costo de 1.913, obteniendo 0.91 centavos por cada quetzal invertido, teniendo una diferencia de 0.69 centavos la cual es significativo entre cada tratamiento, así mismo si se compara el tratamiento 3, utilizando 241 kg de K₂O/ha, el cual presenta una relación beneficio costo de 1.5449, teniendo una diferencia de 0.3687 centavos, la cual es la mayor diferencia entre cada tratamiento, determinando que el tratamiento 4 es el que presenta mejor relación beneficio costo de todos los tratamientos.

2.7 CONCLUSIONES.

1. Para la concentración de sólidos solubles no se determinó diferencia significativa en los tratamientos utilizados en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) variedad Mokum F1, de acuerdo a las concentraciones de potasio (K) utilizadas se obtuvo una media máxima de 7.4 °brix en el tratamiento 3 (241 kg de K₂O/ha).
2. Al realizar el análisis estadístico se determinó una diferencia significativa entre los tratamientos en base al rendimiento, realizando una prueba de medias Tukey con un 95 % de confiabilidad se determinó que el tratamiento con mejor rendimiento es el tratamiento 4 (265 kg de K₂O/ha) con una media de 34602.82 kg/ha.
3. Las variables de longitud de la raíz y porcentaje de rechazo no presentan diferencia significativa entre los tratamientos, con una longitud media máxima de 14.4 cm y un porcentaje máximo de rechazo del 55 %.
4. El tratamiento con el mayor beneficio económico es el tratamiento 4 (265 kg de K₂O/ha), con un Beneficio Neto de Q. 148,038.05, una tasa de retorno marginal de 4275.99 % y una relación B/C de 1.9136.
5. En base al análisis de relación beneficio costo se pudo determinar que el tratamiento con el mejor beneficio es el tratamiento 4 (265 kg de K₂O/ha) con un valor de 1.9136, obteniendo Q. 0.9136 centavos por cada quetzal obtenido, en la condición económica presentada, y el menor es el tratamiento 5 (181 kg de K₂O/ha) con un valor de 1.222, obteniendo Q. 0.22 centavos por cada quetzal invertido.

2.8 RECOMENDACIONES.

1. En base a los análisis realizados se recomienda utilizar otras variedades de zanahoria las cuales pueden incrementar la concentración de sólidos solubles, debido a que el máximo que se obtuvo en los tratamientos realizados fue de 7.4 °brix, existiendo mayor cantidad de variedades como, Apache, Baby Organge, Cabana y Crofton.
2. Se recomienda utilizar menores densidades de siembra permitiendo el desarrollo adecuado de la raíz, reduciendo los defectos del cultivo.
3. Utilizar distintas soluciones de potasio, como cloruro de potasio (KCl), en distintas concentraciones determinando si existiera cambios en la concentración de los sólidos solubles.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agosto, A. 2016. Encargada de control de calidad para exportación de arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) (entrevista). Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles, Gerencia, Control de Calidad.
2. AGROES. 2010. Zanahoria, taxonomía y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico (en línea). Consultado 25 mar. 2016. Disponible en <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta/horticultura/zanahoria/434-zanahoria-descripcion-morfologia-y-ciclo>
3. BEJO ZADEN, Alemania. 2014. Descripción de Mokum F1. Consultado 24 feb. 2017. Disponible en <http://bejosamen.de/gt/variedades/variedades>
4. BEJO, Holanda. 1997. Seed for the world. Waemenhuizen, Holanda. p. 23-27.
5. Camozzi, ME. 2016. Importancia y manejo del fósforo en cultivos hortícolas. Consultado 24 feb. 2017. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Importancia%20y%20Manejo%20del%20Fosforo%20en%20Cultivos%20Hortícolas.asp>
6. De León, H. 2006. Efecto de cinco programas de fertilización sobre el rendimiento y calidad de arveja de grano; San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 23–25.
7. El cultivo de zanahoria (en línea). 2012. Infoagro. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm>
8. Equipo y Laboratorio de Colombia. 2011. Qué son los grados Brix (en línea). Colombia. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=1303
9. Frutas y Hortalizas. 2012. Zanahoria, *Daucus carota* / Umbelliferae (Apiaceae). Consultado 25 mar. 2016. Disponible en <http://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Zanahoria.html>
10. Guy, S. 2016. El fosforo en el suelo y las plantas. Reino Unido. Consultado 22 mar. 2017. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/phosphorus>

11. Guzmán, GL; Alonso, AM. 2009. Manual buenas prácticas en producción ecológica: asociaciones y rotaciones. España, Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. p. 1-24.
12. Hernández, J; Barbazán, M; Pedromo, C. 2010. Potasio (presentación Power Point). Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Curso de Fertilidad de Suelos y su Manejo. 62 diapositivas. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/curso/docs/Potasio.pdf>
13. Imas, P. 2012. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistemas fruti hortícolas. *In* Congreso Argentino de Horticultura (22, 2012, Argentina). Tucumán, Argentina. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en <https://www.ipipotash.org/presentn/mdnfpfesf.html>
14. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrografía, Guatemala). 2011. Zaragoza, Chimaltenango. Guatemala. p. 20.
15. ITSPHUNCANE (Instituto Superior Tecnológico Público Huancané, Perú). 2002. Guía técnica para el cultivo de “zanahoria” (en línea). Perú. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en <http://istphuancane.pe.tripod.com/docs/agrop/zanahoria.pdf>
16. Itzol, CR. 2002. Cultivos de exportación. Guatemala, ECUMVEGUA, Investigación Agrícola. p. 4. Citado por Muñoz Galindo, MV. 2013. Evaluación de cinco híbridos de mini-zanahorias para la exportación en Santiago Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. p. 1-56.
17. Lardizabal, R; Theodoracopoulos, M. 2007. Manual de producción de zanahoria. Estados Unidos, USAID. p. 2-20.
18. Lazcano-Ferrat, I. 1996. El potasio, esencial para un buen rendimiento en la caña de azúcar. *Informaciones Agronómicas* 1(7):1-5. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/2CBCF9DC49F326CE06256B97005A5450/\\$file/EI+Potasio+Esencial+para+un+buen+rendimiento+en+la+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/2CBCF9DC49F326CE06256B97005A5450/$file/EI+Potasio+Esencial+para+un+buen+rendimiento+en+la+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar.pdf)
19. Miculax Cán, JD. 2014. Efecto de la fertilización con NPK sobre rendimiento y calidad en dos híbridos de zanahoria, Patzicía, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. p. 14.

20. Muñoz Galindo, MV. 2013. Evaluación de cinco híbridos de mini-zanahorias para la exportación en Santiago Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. p. 1-56.
21. Nutrición Avanzada. 2013. Variedades sobre las variedades Baby (en línea). Reino Unido. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en <http://noticiassaludables.com/index.php/la-verdad-sobre-las-zanahorias-baby/>
22. ORGAVITA, España. 2007. Mini zanahoria (en línea). España. Consultado 27 mar. 2017. Disponible en <http://www.orgavita.es/index.php/productos/mini-zanahoria>
23. Papagiorgio, N. 2014. El efecto del nitrato de potasio en las plantas (en línea). Estados Unidos. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en http://www.ehowenespanol.com/efectos-exceso-nitrato-potasio-plantas-lista_54588/
24. Sandoval, J. 2007. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Editorial Universitaria. p. 188-204.
25. _____. 2016b. La capacidad de intercambio catiónico. Reino Unido. Consultado 22 mar. 2017. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/Cation-Exchange-Capacity>
26. _____. 2016c. Potasio en las plantas. Reino Unido. Consultado 22 mar. 2017. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/potassium-in-plants>
27. Sierra, J. 2010. Plan de manejo cultivo de mini zanahorias. Guatemala, Bejo. 3 p.
28. Tórtola Lima, MA. 2012. Trabajo de graduación realizado en la empresa Ghortex S.A. Sumpango, Sacatepequez con énfasis en la evaluación del rendimiento de cuatro variedades de mini- zanahoria (*Daucus carota* L.) para el mercado de Estados Unidos, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 10-77.
29. Velázquez, R. 2016. Dosificación de nitrato de potasio en zanahoria (entrevista). Guatemala, Castalia, Investigador-Vendedor.






3.1 Presentación.

La empresa Tierra de Árboles, S.A. ubicada en Zaragoza, Chimaltenango, presenta una serie de fincas en donde se realizan diversas actividades para la producción de arveja china y arveja duce, las cuales son registradas en formularios específicos por actividad. Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizaron los servicios de supervisión y llenado de registros, además se realizó la capacitación del personal para la aplicación de productos fitosanitarios; dichas actividades fueron realizadas en las fincas Gemelas, Porvenir y Tesoro 58.

La documentación de las actividades efectuadas dentro de la finca es una actividad realizada diariamente, en la cual se utilizaron 17 formularios específicos; siendo estos el control de la higiene del personal, lavado de manos, limpieza de las instalaciones, limpieza de equipo de aplicación, limpieza de uniformes de aplicación, salud del personal, monitoreo de plagas y enfermedades, calibración de bombas, capacitación en campos, kardex de productos, horas de riego, limpieza de vehículos, limpieza de utensilios de cosecha, semilla y siembra, salud del personal y aplicación de fitosanitarios. Los cuales son llenados conforme son realizadas las actividades, con este proceso se genera una base de datos con la cual se realizan análisis de la temporada de producción y además se posee una trazabilidad específica durante el ciclo del cultivo.

La segunda actividad realizada fue la capacitación del personal con el fin de que todas las actividades sean efectuadas de la manera adecuada, se deben de realizar las capacitaciones constantemente, demostrando y explicando el propósito de cada actividad dentro de la finca; entre estas actividades es de mayor importancia la protección del personal para la aplicación de productos químicos, debido a la contaminación que pueden generar los productos químicos al ser humano. En la capacitación se demostró la manera adecuada en que debe de colocarse el equipo de aplicación y los cuidados que deben de tener al momento de realizar las aplicaciones fitosanitarias, además se explicó las características que presenta un plaguicida u producto químico, con el fin de conocer la manera adecuada de utilizarlo, y las precauciones que se deben de tener al momento de realizar esta actividad.

3.2 Servicio 1. Llenado de registros obligatorios para certificaciones internacionales en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

3.2.1 Objetivos.

A. Objetivo General.

Completar adecuadamente todos los registros obligatorios para las certificaciones internacionales en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

B. Objetivos Específicos.

1. Llevar el control de las actividades realizadas por el personal de campo en las instalaciones de la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.
2. Administrar los productos y equipos utilizados en las actividades realizadas para la producción de vegetales en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

3.2.2 Metodología

A. Clasificación de actividades.

En la finca se llevan 17 formularios obligatorios para las certificaciones, descritas en el cuadro 30, registrando cada actividad en el momento en que es efectuada por los trabajadores de campo. En la mayoría de los formularios se registra la hora, cantidad de insumo utilizado, área trabajada, nombre del trabajador que realizó la actividad; dependiendo de la actividad realizada.

Cuadro 30. Registros utilizados para el control de actividades en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

Nombre del registro			
1	Salud del personal	9	Cosecha
2	Limpieza de uniformes de aplicación	10	Limpieza de utensilios de cosecha
3	Limpieza de instalaciones	11	Aplicación de fertilizantes
4	Plagueo	12	Kardex de productos
5	Siembra y semilla	13	Horas de riego
6	Calibración de bombas	14	Capacitación en campos
7	Limpieza de vehículos	15	Aplicación de fitosanitarios
8	Limpieza de equipo de aplicación	16	Gestión de reclamos
		17	Lavado de manos e higiene del personal

i. Salud del personal.

Registro utilizado para el personal que labora en la finca y que presenta malestares o inconvenientes dentro de las instalaciones.

ii. Limpieza de uniformes de aplicación.

Se debe de realizar la limpieza del uniforme cada vez que es utilizado, evitando la contaminación en el área de almacenamiento del equipo con lo demás insumos.

iii. Plagueo

Este monitoreo se realiza en cada área en las distintas etapas de desarrollo de la planta, para conocer constantemente el estado sanitario del cultivo, el desarrollo de la población de la plaga y registrar el efecto de las medidas de control después de realizar la aplicación fitosanitaria (Mitidieri y Polack ,2012).

iv. Siembra y semilla.

Se registra la variedad utilizada, la fecha de siembra y la cantidad de semilla utilizada por área.

v. Calibración de bombas

Se registra el número de la bomba calibrada y el nombre de la persona encargado de esa bomba, se realiza la calibración para asegurar que el trabajador aplica la cantidad de producto químico recomendado por la ficha técnica y observar si el equipo presenta fallas o el trabajador realiza la aplicación de manera incorrecta (Moreno. J, 2011).

vi. Limpieza de vehículos

Esta limpieza es realizada en los camiones que transportan los insumos y cosecha de cada finca, los cuales son limpiados constantemente para evitar la contaminación cruzada entre productos y cosecha.

vii. Limpieza de equipo de aplicación

Las bombas de mochila que se utilizan para la aplicación de producto fitosanitario, se deben de lavar cada vez que se utilizan, por medio de un lavado con jabón para neutralizar los restos de los productos químicos utilizados.

viii. Cosecha

El producto cosechado se registra en libras y apunta el área cosechada, llevando un control del rendimiento obtenido por área y analizar si son los rendimientos esperados o si existen inconsistencias.

ix. Limpieza de utensilios de cosecha

La limpieza de utensilios de cosecha son específicamente las cubetas de cosecha y las tarimas donde se coloca el producto cosechado, con el fin de que los residuos presentes en el equipo y área no genere puntos de propagación de enfermedades o contamine el producto que se esté cosechando.

x. Aplicación de fertilizantes.

Son los fertilizantes químicos utilizados en presentación granulada, registrando las entradas y salidas del producto.

xi. Kardex de productos

Siendo uno de los puntos más importantes debido a que se registran las entradas y salidas de todos los productos fitosanitarios utilizados en la finca, con el fin de tener un control más riguroso de la bodega y poder planear los pedidos de productos para futuras aplicaciones.

xii. Horas de riego

Se registran el tiempo de riego aplicado por área, llevando control de los turnos de riego realizados por día y los ciclos de riego a realizados en la finca.

xiii. Capacitación en campos

Se registra las capacitaciones realizadas hacia el personal de campo, con el fin de que tengan conocimiento del procedimiento que se realiza para una actividad y los cuidados que se deben de tener en las instalaciones, para prever contaminaciones o incidentes hacia ellos o terceros.

xiv. Aplicación de fitosanitarios

Se registra el producto fitosanitario utilizado por área, así como la dosis aplicada por bomba y la plaga o enfermedad que se desea controlar en la aplicación.

xv. Gestión de reclamos

Si ocurre un problema dentro de las instalaciones de la fincase registra la situación ocurrida y el personal afectado por el percance.

xvi. Lavado de manos e higiene del personal.

Este registro es realizado diariamente por todo el personal que labora en la finca, realizándose de 2 – 3 veces al día indicándoseles la manera correcta de realizar la limpieza. Con el fin de no contaminarse por contacto con insumos, productos químicos y equipo utilizado en las áreas donde han estado laborando.

3.2.3 Resultados

Por medio de revisiones constantes de los procesos de producción se realizó el llenado constante de los registros mencionados.

A. Aplicación de productos fitosanitarios.

En la figura 10 se presenta el formato establecido para las aplicaciones de productos fitosanitarios en la finca Gemelas.

Aplicación de productos fitosanitarios										
Fecha	Intervalo a cosecha (días)	Justificación de la aplicación (Nombre común de la plaga, maleza o enfermedad)	Producto aplicado Nombre comercial	Ingrediente activo	Plazo de reingreso a campos	Plazo de seguridad del	Dosificación por Asperjador	No. De asperjadoras	Volumen total aplicado en	Encargado de la aplicación
29/09/2016	54	Rhizotochnia, Pseudoperonospora	Doble Via 72 SL	Propamocarb		7	30.76 ml	3	93 ml	Rodolfo
29/09/2016	54	Alternaria, Ascochita	Inicio 50 SC	Carbendazim		15	15.38 ml	3	46 ml	Rodolfo
29/09/2016	54	Fertilizacion foliar	Raizal 400	NPK + micros	0	1	77 gr	3	231 gr	Rodolfo
29/09/2016	54	Agrotis, Spodoptera, Heliothis	Muralla Delta 19 OD	Imidacloprid + Deltametrina		21	11.54 ml	3	35 ml	Rodolfo
8/10/2016	45	Enfermedades del follaje	Captan 50 wp	Captan		10	57.7 gr	5	290 gr	Rodolfo
8/10/2016	45	Agrotis, Spodoptera, Heliothis	Muralla Delta 19 OD	Imidacloprid + Deltametrina		21	11.54 ml	5	60 ml	Rodolfo
18/10/2016	35	Enfermedades del follaje	Captan 50 wp	Captan		10	57.7 gr	5	290 gr	Rodolfo
18/10/2016	35	Phytophthora, Alternaria, Rhizoct	Bravo 72 SC	Chlorothalonil		7	48 ml	5	240 ml	Rodolfo
18/10/2016	35	Fertilizacion foliar	Calcio boro	Calcio + Boro		1	77 ml	5	385 ml	Rodolfo
18/10/2016	35	Fertilizacion foliar	Accion multiple	NPK + micros		1	77 ml	5	385 ml	Rodolfo

Figura 10. Registro de aplicación de producto fitosanitario en finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

B. Kardex de productos.

En el cuadro 31 se presenta un cuadro establecido para registrar el ingreso y egreso de productos fitosanitarios en la finca.

Cuadro 31. Registro de kardex utilizado por producto químico utilizado en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

Amistar 50 WP				
Fecha	Area	Producto	Ing. Activo	Cantidad aplicada en gramos
10/09/2016	Bodega	Amistar 50 wg		500
13/09/2016	2.1, 2.2, 2.3	Amistar 50 wg	Azoxystrobina	120
20/09/2016	2.1, 2.2, 2.3	Amistar 50 wg	Azoxystrobina	120
4/10/2016	3.1, 3.2	Amistar 50 wg	Azoxystrobina	94
11/10/2016	3.1, 3.2	Amistar 50 wg	Azoxystrobina	92

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

C. Monitoreo de plagas y enfermedades.

En cuadro 32 se presenta el formulario utilizado para el monitoreo de las plagas y enfermedades, así como los umbrales determinados para determinar si es necesario el control de la plaga. En la figura 11 se presenta el monitoreo realizado en la plantación de arveja china, el producto a utilizar en el cultivo.

Cuadro 32. Formulario utilizado para el monitoreo de plagas y enfermedades en las fincas para la producción de arveja china y dulce.

PLAGA	Punto de Muestreo					PROMEDIO	UMBRAL	OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5			
Trips							10 adultos en 5 mts	
Mosca Minadora							10 adultos en 5 mts	
Gusanos de lepidoptera							1 larva por mt. Lineal	
Pulgon							1 colonia por mt. Lineal	
Araña Roja							1 colonia por mt. Lineal	
Barrenadores							1 larva por mt. Lineal	
Mosca Blanca							5 adultos por planta	
Tortuguilla/escarabajos							1 adulto por planta	
Cenicilla							Arriba del 2% de la infección	
Mildiu Lanoso								
Acochyta								
Botrytis								
Hongos del Suelo								
Roya								
Otros								

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016



Figura 11. Monitoreo de las plagas y enfermedades realizada en finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

D. Limpieza de equipo de aplicación

En el cuadro 33 se presenta el formulario utilizado para el registro de la limpieza del equipo de aplicación para la temporada 2016, esta actividad es realizada cuando se aplican los productos fitosanitarios en la plantación.

Cuadro 33. Formulario establecido para registrar la limpieza de equipo de aplicación para la temporada del 2016.

Limpieza de equipo de aplicación.				
Nombre de la finca _____			Codigo _____	
Ubicación de la finca _____				
Fecha	Bomba No.	Responsable de limpieza	Firma del responsable	Observaciones.

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

E. Limpieza de uniformes de aplicación.

En el cuadro 34 se presenta el formulario utilizado para registrar la limpieza de los uniformes de aplicación, utilizado en la temporada 2016. En este formulario se registra la fecha, el número de uniforme, el responsable de la limpieza del uniforme y la firma del encargado de la limpieza, y el técnico de campo el encargado de revisar que sea realizado de la manera adecuada.

Cuadro 34. Formulario establecido para registrar la limpieza de los uniformes de aplicación para la temporada del 2016.

Limpieza de uniformes de aplicación.				
Nombre de la finca _____			Codigo _____	
Ubicación de la finca _____				
Fecha	Uniforme No.	Responsable de limpieza	Firma del responsable	Observaciones.

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

F. Cosecha.

Para ser registrada la cosecha se utiliza un registro específico por temporada, representándose en el cuadro 35, especificando la fecha, la hora de corte, los días después de la siembra en que se cosecha, el área cosechada, las libras cosechadas, las libras ponderadas entre cada corte y el responsable de cosecha.

Cuadro 35. Formulario establecido para registrar la cosecha para la temporada del 2016

COSECHA									
Nombre de la finca _____					Codigo _____				
Ubicación de la finca _____					Persona responsable _____				
Fecha	Hora	Dias despues de la siembra	Area cosechada	Hora de corte		Libras cosechadas	lb. Poneradas	responsable/ cosecha	observaciones.
				Inicio	Final				

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

G. Limpieza de instalaciones.

Se tiene una serie de instalaciones dentro de la finca las cuales son limpiadas constantemente ,siendo estas los sanitarios para hombres y mujeres, la bodega de químicos, la bodega de fertilizantes y la bodega de equipo y herramientas, estas actividades son registradas en un solo formato donde se selecciona que área se está limpiando en el momento, registrando la fecha el producto aplicado la persona encargada de realizar la limpieza, el horario en que fue realizado y el encargado de supervisar esta limpieza (cuadro 36).

Cuadro 36. Formulario establecido para registrar la limpieza de las instalaciones para la temporada del 2016.

Limpieza de instalaciones.										
Sanitario de hombres						Bodega de quimicos		Oficina		
Sanitario de mujeres						Bodega de fertilizante		otras instalaciones		
Nombre de la finca _____					Codigo _____					
Ubicación de la finca _____					Persona responsable _____					
Fecha	Hora	Producto aplicado	Concentracion	Metodo de limpieza	Equipo adecuado de instalaciones	Firma del responsable	Firma del supervisor	observaciones.		

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

H. Horas de riego

Por medio del formulario presentado en el cuadro 37 se registra el número del riego realizado, la fecha en que se realiza, el área que está siendo regada, el horario de inicio y final del riego, la duración del riego, las horas ponderadas, el encargado del riego y las observaciones correspondientes, si existiera algún inconveniente durante el transcurso del riego.

Cuadro 37. Formulario establecido para las horas de riego de la aplicación para la temporada del 2016.

HORAS DE RIEGO								
Nombre de la finca _____				Codigo _____				
Ubicación de la finca _____				Persona responsable _____				
No. Riego	Fecha	Area	Hora		Duración	Horas ponderadas	Encargado	observaciones.
			Inicio	final				

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

I. Limpieza e vehículos.

Se registra la limpieza de los vehículos presentes en la finca para transportar los insumos y la cosecha de la finca, teniendo en el registro el nombre de la finca, la fecha de limpieza, el modelo del vehículo, las placas, el piloto del vehículo, si está limpio o sucio, y las acciones correctivas que se realizan si está sucio (cuadro 38).

Cuadro 38. Formulario establecido para la limpieza del vehículo para la temporada del 2016.

limpieza de vehiculos.					
Nombre de la finca _____			Codigo _____		
Ubicación de la finca _____			Persona responsable _____		
Fecha	Modelo	Placas	Piloto	Trasnsporte limpio/ sucio	Acciones Correctivas

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

J. Capacitaciones.

Las capacitaciones que se realizan con apuntadas en los registros, presentando el formato en el cuadro 39, en donde se determina la finca que se está capacitando, el tema impartido al personal, el objetivo de esa capacitación, el código de la finca, el nombre de la persona que participo en la capacitación, el puesto que posee en la finca y su firma como prueba de haber participado en la capacitación.

Cuadro 39. Formulario establecido para registrar las capacitaciones realizadas en la finca, para la temporada del 2016.

Capacitaciones

Nombre de la finca _____

Codigo _____

Ubicación de la finca _____

Persona responsable _____

Fecha de capacitacion _____

Expositor _____

Tema _____

impartido a _____

Objetivos _____

Codigo	Nombre de la persona	Puesto/ Actividad	Firma /Huella	

Fuente: Tierra de árboles S.A., 2016

3.2.4 Evaluación.

Al momento de que las empresas certificadoras como BAMMA, GLOBAL GAP y TESCO NURTURE, realizan las auditorías en las fincas, se realiza un control de las actividades efectuadas en la finca a través del ciclo del cultivo. La empresa certificadora revisa los registros de cada finca exhaustivamente, verificando que todas las actividades sean realizadas tal y como lo indica la norma establecida para poder exportar (figura 12).

Al momento de realiza la trazabilidad del producto, se puede identificar todo el proceso que se le ha realizado a través del ciclo del cultivo, y poder determinar si se cometieron errores, conocer el rendimiento del área y si las aplicaciones fitosanitarias fueron realizadas adecuadamente. Todos estos registros son entregados al gerente del control de calidad para poder analizar si el producto es apto para la exportación y si fue producido bajo las normas establecidas por las empresas certificadoras.



Figura 12. Auditoría realizada en finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

3.3 Servicio 2. Capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas y equipo fitosanitario utilizado en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

3.3.1 Objetivos

A. Objetivo General.

Realizar la capacitación sobre las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y el equipo fitosanitario utilizado, hacia el personal que labora en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

B. Objetivo Específico.

1. Explicar al personal de la finca sobre las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).
2. Demostrar la manera adecuada de colocarse el traje para las aplicaciones fitosanitarias.

3.3.2 Metodología.

Inicialmente se realizó una charla sobre las Buenas Prácticas Agrícolas y su importancia, posteriormente se realizó la práctica de las buenas prácticas agrícolas que se realizan dentro de la finca, posteriormente se realizó una explicación de los productos químicos utilizados en la finca, describiendo principalmente la etiqueta del producto, en el cual se detalla el contenido y precauciones que se deben de tener al momento de utilizar el producto; posteriormente se explicó el equipo utilizado para las aplicaciones fitosanitarias, los cuales protegen a los aplicadores de cualquier contaminación.

A. Buenas prácticas agrícolas.

Las buenas prácticas agrícolas se definen como una serie de tecnologías y técnicas con el fin de obtener productos de calidad con altos rendimientos económicos, dando un manejo adecuado de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo, y minimizar los riesgos al personal laborando (INCAP, 2006).

B. Plaguicidas.

Un plaguicida es definido como una sustancia química de origen natural o sintético utilizado para combatir o proteger a los cultivos y productos agrícolas de virus, bacterias, hongos, nematodos, ácaros, moluscos, insectos, entre otros. (Universidad Mayor de San Marcos, 2017)

i. Clasificación de los plaguicidas.

Los plaguicidas se clasifican en 4 maneras:

- Según el tipo de organismo que se desea controlar.
- Según grupo químico del principio activo
- Según su persistencia al medio ambiente
- Según su toxicidad aguda (O.M.S) (Universidad Mayor de San Marcos, 2017)

ii. Rutas de contaminación.

Al momento de aplicar los plaguicidas y no tener una protección adecuada este puede ingresar al cuerpo de 3 distintas maneras.

- Ingestión accidental o deliberada

- Por medio de la piel, al manipular el producto o derrames.
- Por inhalación de pequeñas partículas líquidas o en polvo al momento de aplicar o al realizar la mezcla. (FAO, 2001)

iii. Etiqueta del plaguicida.

Todo producto químico presenta una etiqueta en el recipiente o empaque, en el cual se describe totalmente al producto, dando todas las indicaciones del producto y los cuidados que se debe de tener al utilizar el producto (figura 13).

"USO AGRÍCOLA"



NOMBRE COMERCIAL % TF

nombre común
Tipo de plaguicida y tipo de formulación (TF)
COMPOSICIÓN PORCENTUAL

Nombre común y químico del i.a. (o nombre científico).....**41** % peso
equivalente en g/l a 20°C o 25°C "o" g/kg

Ingredientes inertes (citados por su función en el
producto).....% peso

No. Registro RSCO-HEDE-0230-329-013 - 041 Contenido Neto:



FRASE DE PELIGRO

Lote No. Fecha de fabricación: **Año / Mes / Día** Fecha de caducidad:

Nombre del TITULAR DEL REGISTRO, Dirección y teléfono Nombre del importador y/o distribuidor, Dirección y teléfono

HECHO EN MÉXICO "o" HECHO EN (país de origen) "y/o" ENVASADO EN MÉXICO

PRECAUCIÓN

Fuente: Organización Panamericana de la salud, 2016.

Figura 13. Descripción de la etiqueta de los plaguicidas.

iv. Clasificación toxicológica.

Los plaguicidas presentan una banda de color las cuales se clasifican en base a la toxicidad del producto para el humano (figura 14).

Color de la Banda	Clasificación de la OMS según los riesgos	Clasificación del Peligro
Rojo (PMS 199 C)	I a - Producto Sumamente Peligroso	MUY TÓXICO
Rojo (PMS 199 C)	I b - Producto Muy Peligroso	TÓXICO
Amarillo (PMS Amarillo C)	II - Producto Moderadamente Peligroso	NOCIVO
Azul (PMS 293 C)	Producto Poco Peligroso	CUIDADO
Verde (PMS 347 C)	IV - Producto que Normalmente no Ofrece Peligro	CUIDADO

Fuente: Organización Panamericana de la salud, 2016.

Figura 14. Banda de color de las etiquetas según la categoría toxicológica

v. Pictogramas en la etiqueta.

Los pictogramas están representados en la etiqueta del producto, estas imágenes indican como utilizar el producto, bajo que cuidados se debe de aplicar, y la protección adecuada para evitar la contaminación (figura 15)

Almacenamiento		Mantener bajo llave fuera del alcance de los niños.		
Actividad	  	Concentrado Líquido	Concentrado Sólido	En aplicación
Recomendación		Use guantes	Use protección ocular	Lávese después del uso
	  	Use botas	Use protección sobre nariz y boca	Use respirador
	 	Use overol	Use mandil	
Precaución	 	Peligroso para animales	Peligroso para peces/No contamine lagos, ríos etc..	

Fuente: Comité estatal de sanidad vegetal de Michoacán, 2015.

Figura 15. Pictogramas utilizados en la etiqueta de los plaguicidas.

C. Equipo de protección.

i. Equipo utilizado para la aplicación de plaguicidas.

- Lentes.
- Mascarilla.
- Guantes protectores.
- Camisa y pantalón (traje completo).
- Botas de hule por dentro del pantalón.
- Capa protectora (colocado en la espalda).
- Bomba de mochila.
- Protector facial.

ii. Lavado del traje de protección.

El lavado del equipo es esencial para eliminar los residuos químicos de la superficie del equipo, y debe de ser lavado después de ser utilizado.

D. Bodega de plaguicidas y manejo de envases.

i. Bodega de almacenamiento.

Todos los plaguicidas deben de ser ubicados en repisas identificando el tipo de plaguicida almacenado, clasificados como polvos, granulados y líquidos; todo producto debe de estar alejado del suelo. Se debe de tener un recipiente con arena dentro de la bodega, utilizado cuando exista derrames dentro de la bodega, debe de estar ventilado el área de almacenamiento; Al momento de ingresar a la bodega debe de ser con mascarilla, guantes, lentes de protección.

ii. Manejo de envases vacíos

Cuando el recipiente del producto químico es vaciado, se les realiza un triple lavado a los envases, representado en la figura 16. Después del triple lavado se les realizan perforaciones para poder evitar ser utilizados, finalmente se depositan en recipientes específicos adecuadamente identificados para poder ser transportados posteriormente a un establecimiento que los destruye de una manera adecuada.

CUIDEMOS NUESTRA SALUD, LA DE NUESTRA FAMILIA Y LA DE NUESTRA COMUNIDAD CON LA TÉCNICA DEL TRIPLE LAVADO

Aproveche hasta la última gota de su producto con: **el triple lavado**

El triple lavado es repetir 3 veces los siguientes 3 pasos

1. Agregue agua hasta 1/4 del envase vacío

2. Agítelo bien por 30 segundos

3. Vierta la mezcla en su bomba de aspersión

Corte o perforo el envase, para que nadie lo vuelva a utilizar.

Depositelo en el Mini Centro de Recolección.

Al aplicar la técnica de triple lavado, está colaborando con el programa Campolimpio, que coopera con el acopio y reciclaje de los envases vacíos de productos para la protección de cultivos (plaguicidas)

Cuando el producto se termina, es muy importante lavar los envases con la técnica del triple lavado, para aprovechar su inversión al máximo y eliminar sobrantes que puedan contaminar el suelo y el ambiente.

CampoLimpio
Iniciativa de Gestión de Residuos Agrícolas

Agroquima
Membresía CHAGL 2017

Av. Avenida 12-08 Zona 15, Nivel 4, Oficina 814,
Edificio Nueva Pasa Business Center, Guatemala, C.A.
Tel: (502) 5413 3934 a 37 / Fax: (502) 5413 3933
www.agroquima.com.gt / info@agroquima.com.gt

Fuente: Agro tendencia. 2016
Figura 16. Manejo de envases vacíos de plaguicidas.

3.3.3 Resultados.

Se realizó la capacitación hacia el personal de las Buenas Prácticas Agrícolas que se deben de realizar diariamente, con el fin de evitar contaminación con los productos o insumos presentes en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

En la figura 17 se muestra la capacitación realizada al personal de campo, explicando cada parte del traje de aplicación y la manera adecuada en que debe de colocarse.

Se presentó la manera correcta de colocar el equipo de protección presentado a continuación:

1. Overol
2. Botas de hule
3. Mascarilla
4. Gafas protectoras
5. Gorro
6. Capa
7. Guantes



Figura 17. Explicación de la correcta colocación del equipo protector para la aplicación de plaguicidas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

Como parte del manejo de los plaguicidas se capacita al personal en momentos de emergencia las acciones que se deben de realizar, siendo realizada la capacitación principalmente por los bomberos voluntarios, representando la actividad en figura 17.



Figura. 18. Capacitación realizada por los bomberos voluntarios, para primeros auxilios en caso de emergencias.

3.3.4 Evaluación

Al momento de realizar la práctica de higiene personal se revisó que los trabajadores lo realizaron de la manera adecuada, representándose en la figura 19, lavándose las manos del codo hacia la punta de los dedos, siendo realizado en ciertos periodos de tiempo a través del día. Además, al ingresar a la finca se revisa que no posean pulseras, anillos y aretes; los cuales pueden generar contaminación al producto, y en el caso de las mujeres que no presenten maquillaje.

Al momento de utilizar el traje protector se revisó que sea colocado en el orden adecuado y revisar el equipo antes de realizar la aplicación, representándose en la figura 20, así como el manejo adecuado de los plaguicidas al momento de realizar las mezclas para las aplicaciones.



Figura 19. Lavado de manos realizada diariamente por el personal en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.



Figura 20. Equipo de protección colocado totalmente para la aplicación de plaguicidas en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

3.4 Bibliografía.

1. Agro Tendencia. 2016. Los envases vacíos de plaguicidas deben ser desechados adecuadamente (en línea). Panamá. Consultado 2 set. 2017. Disponible en: <http://agrotendencia.tv/?l=noticia&id=261>
2. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Michoacán, México. 2015. Buen uso y manejo de agroquímicos (en línea). Michoacán, México. Consultado 2 set. 2017. Disponible en <http://www.cesavemich.org.mx/web2/wpcontent/uploads/2015/09/ETIQUETAS-DE-LOS-PLAGUICIDAS.pdf>
3. FAO, Italia. 2001. Guías sobre buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas (en línea). Roma, Italia. Consultado 2 set. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-y2767s/>
4. INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala). 2006. Buenas prácticas agrícolas BPA; ficha tecnológica (en línea). Guatemala. Consultado 2 set. 2017. Disponible en http://www.incap.int/portaleducativo/index.php/es/recursos/reservorio-san/doc_view/419-ficha-tecnologica-1-bpa
5. Mitidieri, MS; Polack, LA. 2012. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales y pimiento. Buenos Aires, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. p. 9.
6. Moreno, JM. 2011. Mantenimiento y calibración de aspersoras manuales en pequeños cultivos de banano y plátano. Medellín, Colombia, Augura / GEF-REPCar. p. 7.
7. OPS, Argentina. 2016. Clasificación toxicológica de los plaguicidas (en línea). Argentina. Consultado 2 set. 2017. Disponible en <http://publicaciones.ops.org.ar/publicaciones/publicaciones%20virtuales/proyectoPlaguicidas/pdfs/anexoB.pdf>
8. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. 2017. Plaguicidas (en línea). Perú. Consultado 2 set. 2017. Disponible en [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Salud/Milla C O/Generalidades.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Salud/Milla%20C%20O/Generalidades.pdf)



4 ANEXOS

Cuadro 40A. Análisis de varianza realizado al porcentaje de rechazo (%) en mini zanahoria, en los tratamientos con distintas concentraciones de nitrato de potasio en Zaragoza, Chimaltenango.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los Cuadrados	F	Probabilidad	Valor Crítico de F
Bloques	128.93	2.00	64.47	2.15	0.18	4.46
Tratamientos	58.00	4.00	14.50	0.48	0.75	3.84
Error	240.40	8.00	30.05			

Total	427.33	14.00
-------	--------	-------

% Coeficiente de Variación: 11.75%

Fuente: Elaboración propia, 2017

Cuadro 41A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento uno utilizando 192 kg/ha de K₂O.

Tratamiento 1 (192 kg K20 /Ha)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Preparar Tablones	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Siembra	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Rallado y Tapado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Limpias	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00

Fertilización	Jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Aplicación de plaguicidas	Jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Riego	Jornal	50	Q. 75.00	Q. 3,750.00
Cosecha	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Lavado de zanahoria	Jornal	15	Q. 75.00	Q. 1,125.00
Desmalezado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Costo total mano de obra				Q. 23,625.00
Insumos				
Semilla	Bolsas	80	Q. 100.00	Q. 8,000.00
Urea	kg	128	Q. 3.96	Q. 506.88
Nitrato de potasio	kg	436	Q.14.30	Q. 6,234.80
18-46-0	kg	747.23	Q. 6.60	Q. 4,931.72
Abono orgánico	kg	2045	Q. 1.10	Q. 2,249.50
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Bellis	kg	0.5	Q. 500.00	Q. 250.00
Mocap	kg	70	Q. 75.00	Q. 5,250.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble via 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Cinta de riego	Rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
Costo total de insumos				Q. 35,582.90
Costo operacional				
Aperjadora manual	Hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Preparación del suelo	Hora	15	Q. 200.00	Q. 3,000.00
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
Costo total operacional				Q. 11,563.20

Costo directo total				Q. 73,007.10
Costo indirecto				
Imprevistos (5% de costo directo)				Q. 3,650.35
Costo total/ha para la aplicación de 192 kg/ha K ₂ O				Q. 76,657.45
Ingreso total	kg	12638	Q. 7.70	Q. 97,312.60
Utilidad obtenida por ha				Q. 20,655.15
Relación B/C	1.2694			
Rentabilidad	26.94			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Cuadro 42A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento dos utilizando 217 kg/ha de K₂O

Tratamiento 2 (217 kg/ha K ₂ O)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Preparar Tablones	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Siembra	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Rallado y Tapado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Limpias	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Fertilización	Jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Aplicación de plaguicidas	Jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Riego	Jornal	50	Q. 75.00	Q. 3,750.00
Cosecha	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Lavado de zanahoria	Jornal	15	Q. 75.00	Q. 1,125.00

Desmalezado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Costo total mano de obra				Q. 23,625.00
Insumos				
Semilla	Bolsas	80	Q. 100.00	Q. 8,000.00
Urea	kg	111	Q. 3.96	Q. 439.56
Nitrato de potasio	kg	493	Q. 14.30	Q. 7,049.90
18-46-0	kg	747.23	Q. 6.60	Q. 4,931.72
Abono orgánico	kg	2045	Q. 1.10	Q. 2,249.50
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Bellis	kg	0.5	Q. 500.00	Q. 250.00
Mocap	kg	70	Q. 75.00	Q. 5,250.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble via 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Cinta de riego	Rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
Costo total de insumos				Q. 36,330.68
Costo operacional				
Preparación del suelo	Hora	15	Q. 200.00	Q. 3,000.00
Aperjadora manual	Hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
Costo total operacional				Q. 11,563.20
Costo directo total				Q. 73,754.88
Costo indirecto				
Imprevistos (5% de costo directo)				Q. 3,687.74
Costo total/ha para la aplicación de 217 kg/ha K ₂ O				Q. 77,442.62
Ingreso total	kg	13832	Q. 7.70	Q. 106,506.40

Utilidad obtenida por ha				Q. 29,063.78
Relación B/C	1.3753			
Rentabilidad	37.53			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Cuadro 43A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento tres utilizando 241 kg/ha de K₂O

Tratamiento 3 (241 kg/ha K20)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	Ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Preparar Tablones	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Siembra	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Rallado y Tapado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Limpias	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Fertilización	Jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Aplicación de plaguicidas	Jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Riego	Jornal	50	Q. 75.00	Q. 3,750.00
Cosecha	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Lavado de zanahoria	Jornal	15	Q. 75.00	Q. 1,125.00
Desmalezado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Costo total mano de obra				Q. 23,625.00
Insumos				
Semilla	Bolsas	80	Q. 100.00	Q. 8,000.00
Urea	kg	96	Q. 3.96	Q. 380.16

Nitrato de potasio	kg	547	Q. 14.30	Q. 7,822.10
18-46-0	kg	747.23	Q. 6.60	Q. 4,931.72
Abono orgánico	kg	2045	Q. 1.10	Q. 2,249.50
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Bellis	kg	0.5	Q. 500.00	Q. 250.00
Mocap	kg	70	Q. 75.00	Q. 5,250.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble via 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	Kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Cinta de riego	Rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
Costo total de insumos				Q. 37,043.48
Costo operacional				
Preparación del suelo	Hora	15	Q. 200.00	Q. 3,000.00
Aperjadora manual	Hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
Costo total operacional				Q. 11,563.20
Costo directo total				Q. 74,467.68
Costo indirecto				
Imprevistos (5% de costo directo)				Q. 3,723.38
Costo total/ha para la aplicación de 241 kg/ha K ₂ O				Q. 78,191.06
Ingreso total	Kg	15688	Q. 7.70	Q. 120,797.60
Utilidad obtenida por ha				Q. 42,606.54
Relación B/C	1.5449			
Rentabilidad	54.49			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Cuadro 44A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento cuatro utilizando 265 kg/ha de K₂O.

Tratamiento 4 (265 kg/ha K20)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Preparar Tablones	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Siembra	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Rallado y Tapado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Limpias	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Fertilización	Jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Aplicación de plaguicidas	Jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Riego	Jornal	50	Q. 75.00	Q. 3,750.00
Cosecha	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Lavado de zanahoria	Jornal	15	Q. 75.00	Q. 1,125.00
Desmalezado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Costo total mano de obra				Q. 23,625.00
Insumos				
Semilla	Bolsas	80	Q. 100.00	Q. 8,000.00
Urea	kg	80	Q. 3.96	Q. 316.80
Nitrato de potasio	kg	602	Q. 14.30	Q. 8,608.60
18-46-0	kg	747.23	Q. 6.60	Q. 4,931.72
Abono orgánico	kg	2045	Q. 1.10	Q. 2,249.50
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00

Bellis	kg	0.5	Q. 500.00	Q. 250.00
Mocap	kg	70	Q. 75.00	Q. 5,250.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble via 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Cinta de riego	Rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
Costo total de insumos				Q. 37,766.62
Costo operacional				
Preparación del suelo	Hora	15	Q. 200.00	Q. 3,000.00
Aperjadora manual	Hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
Costo total operacional				Q. 11,563.20
Costo directo total				Q. 75,190.82
Costo indirecto				
Imprevistos (5% de costo directo)				Q. 3,759.54
Costo total/ha para la aplicación de 265 kg/ha K2O				Q. 78,950.36
Ingreso total	kg	19621	Q. 7.70	Q. 151,081.70
Utilidad obtenida por ha				Q. 72,131.34
Relación B/C	1.9136			
Rentabilidad	91.36			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Cuadro 45A. Costos de producción para el cultivo de mini zanahoria (variedad Mokum F1) para el tratamiento cinco utilizando 181 kg/ha de K₂O

Tratamiento 5 (181 kg/ha K20)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	Ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Preparar Tablones	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Siembra	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Rallado y Tapado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Limpias	Jornal	25	Q. 75.00	Q. 1,875.00
Fertilización	Jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Aplicación de plaguicidas	Jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Riego	Jornal	50	Q. 75.00	Q. 3,750.00
Cosecha	Jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Lavado de zanahoria	Jornal	15	Q. 75.00	Q. 1,125.00
Desmalezado	Jornal	10	Q. 75.00	Q. 750.00
Costo total mano de obra				Q. 23,625.00
Insumos				
Semilla	Bolsas	80	Q. 100.00	Q. 8,000.00
Urea	Kg	134	Q. 3.96	Q. 530.64
Nitrato de potasio	Kg	411	Q. 14.30	Q. 5,877.30
18-46-0	Kg	747.23	Q. 6.60	Q. 4,931.72
Abono organico	Kg	2045	Q. 1.10	Q. 2,249.50
Fertilizante foliar	L	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Plural 20 OD	L	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Bellis	Kg	0.5	Q. 500.00	Q. 250.00

Mocap	Kg	70	Q. 75.00	Q. 5,250.00
Inicio 50 SC	L	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble via 72 SL	L	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	Kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Cinta de riego	Rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
Costo total de insumos				Q. 35,249.16
Costo operacional				
Preparación del suelo	Hora	15	Q. 200.00	Q. 3,000.00
Aperjadora manual	Hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
Total costo operacional				Q. 11,563.20
Costo directo total				Q. 72,673.36
Costo indirecto				
Imprevistos (5% de costo directo)				Q. 3,633.67
Costo total/ha para la aplicación de 181 kg/ha K2O				Q. 76,307.03
Ingreso total	Kg	12110	Q. 7.70	Q. 93,247.00
Utilidad obtenida por ha				Q. 16,939.97
Relación B/C	1.2220			
Rentabilidad	22.20			

Fuente: Elaboración propia, 2017



Figura 21A. Rayado realizado en los tablones para la siembra de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.



Figura 22A. Siembra de zanahoria (Mokum F1) en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.



Figura 23A. Tablones para la siembra de zanahoria (Mokum F1) en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.



Figura 24A. Raleo de plantas en el cultivo de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza Chimaltenango.



Figura 25A. Cosecha de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza Chimaltenango.



Figura 26A. Limpieza y lavado de zanahoria (Mokum F1) en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.



Figura 27A. Pesaje de zanahoria (Mokum F1) por tratamiento utilizado en la investigación, en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.



Figura 28A. Análisis de la zanahoria (Mokum F1) obtenida por tratamiento en la investigación, en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.



Figura 29A. Zanahoria seleccionada y preparada para empaque obtenida en la investigación realizada en la finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

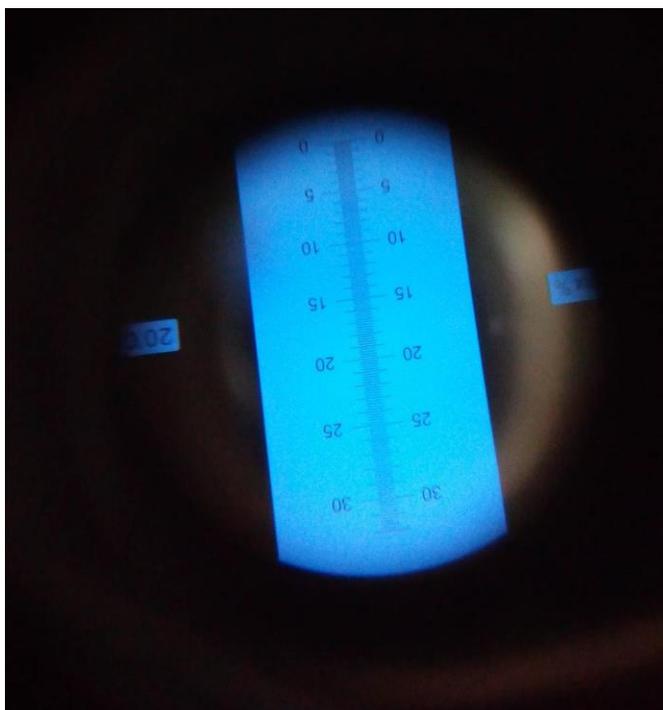


Figura 30A. Medición de concentración de sólidos solubles obtenida por tratamiento en la investigación realizada en zanahoria (Mokum F1), en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

FUNGICIDAS

	NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIFICACION POR TONEL	DOSIFICACION POR BOMBA	COPAS BAYER POR BOMBA 16 L	INTERVALO ENTRE LA ULTIMA APLICACION Y LA COSECHA (dias)	Costo por Bomba	RAZON DE USO
Enfermedades del suelo y follaje hasta floración	Inicio 30 SC/ Carbendazim 30 SC	Carbendazim	200 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	15	Q0.92	Pythium, Fusarium, Ascochyta, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora
	Previcur 72 SL/ Doble via 72 SL	Propamocarb	400 cc	32 cc	1 COPA Y MEDIA	7	Q15.04 Q11.52	Phyitium, Phytophthora, Rhizotochnia, Peronospora, Pseudoperonospora
	Prevalor 84 SL	Propamocarb+Fosetyl-AI	650 cc	50 cc	2 COPAS	7	Q19.00	Pythium, Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia, Peronospora, Pseudoperonospora
	Captan 50 WP	Captan	750 gr	60 gr	4 COPAS Y MEDIA	10	Q3.47	Pythium, Fusarium, Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Cercospora, Pseudoperonospora, Botrytis, Antracnosis
	Luna Experience 40SC	Tebuconazole+Fluopyran	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	20	Q11.88	Alternaria, Ascochyta, Botrytis, Erysiphe, Sphaeroteca
	Nativo 75 WG	Tebuconazole+Trifloxystrobyn	87.5 gr	7 gr	MEDIA COPA	14	Q10.50	Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia, Alternaria, Ascochyta, Botrytis, Erysiphe, Colletotrichum, Sphaeroteca, Thanatephorus
	Amistar Opti 66 SC	Azoxystrobina + Chlorothalonil	500 cc	40 cc	1 COPA Y MEDIA	14	Q18.60	Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Cercospora, Pseudoperonospora, Erysiphe, Uromyces
Dithane NT 80 WP	Mancozeb	1000 gr	40 gr	4 COPAS	10	Q2.64	Phytophthora, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora, Pseudoperonospora, Stemphylium, Mycosphaerella	
Enfermedades del follaje de flora inicio de cosecha	Bellis 38 WG	Boscalid+ pyraclostrobin	200 gr	16 gr	1 COPA Y MEDIA	7	Q24.00	Rhizoctonia, Alternaria, Ascochyta, Pseudoperonospora, Botrytis, Erysiphe, Oidium, Uromyces
	Bravo 72 SC	Chlorothalonil	625 cc	50cc	2 COPAS	7	Q5.65	Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora, Pseudoperonospora, Microsphaerella, Cercospora, Sphaeroteca, Uromyces
Enfermedades del follaje en cosecha	Amistar 30 WG	Azoxystrobina	125 gr	10 gr	3/4 DE COPA	1	Q15.95	Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Peronospora, Pseudoperonospora, Cercospora, Didymella, Erysiphe, Sphaeroteca, Uromyces, Sclerotinia
	Kumulus 80 WG/ Thiovit 80 WG	Azufre	1000 gr	75 gr	4 COPAS	1	Q2.41 Q2.14	Colletotrichum, Ascochyta, Erysiphe, Botrytis, Uromyces, Oidium, Sphaeroteca
	Cuprevit Azul 33 WP/ BordoCop 20 WP	Cobre metalico	500 gr/1000 gr	45 gr/ 83 gr	4-6 COPAS	1	Q5.77 Q5.86	Phytophthora, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Cercospora, Stemphylium, Oidium
	Cosmoceal 21 EC	Oleato Cuprico	1250 cc	100 cc	4 COPAS	1	Q10.02	Phytophthora, Rhizoctonia, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora, Cercospora, Stemphylium, Xantomonas
	Phyton 6.6 SL	Sulfato de cobre pentahidratado	625 cc	50 cc	2 COPAS	1	Q21.98	Pythium, fusarium, Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Cercospora, Peronospora, Pseudoperonospora, Botrytis, Erysiphe, Microsphaerella, Sphaeroteca, Stemphylium
	Timorex GOLD	Extracto de malaleuca alternifolia	650 cc	50 cc	2 COPAS	1	Q18.00	Ascochyta sp.
	Penazyme liquido / Hidroclean	Complejo bacteriano extracto de Gobernadora	1000 cc	80 cc	3 COPAS	1	Q18.40	Phyitium, Fusarium, Phytophthora, Rhizoctonia

Fuente Tierra de Árboles S.A., 2016

Figura31A. Tabla de fungicidas autorizados por las empresas certificadoras, utilizados en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

INSECTICIDAS

	NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIFICACION POR TONEL	DOSIFICACION POR BOMBA	COPAS BAYER POR BOMBA 16 L	INTERVALO ENTRE LA ULTIMA APLICACION Y LA COSECHA (dias)	Costo por Bomba	RAZON DE USO
Plagas del suelo y follaje a floracion	Muralis Delta 19 OD	Imidacloprid+Deltametrina	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	21	Q3.27	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Mocis, Trichoplusia, Diaphania, Agromyza, Liriomyza, Empoasca, Apion, Bemisia, Aphis, Thrips, Chinchas
	Connect 11.255C	Imidacloprid+Beta cyflutrin	350 cc	25 cc	1 COPA	14	Q4.00	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Mocis, Trichoplusia, Diaphania, Agromyza, Liriomyza, Empoasca, Anthonomus, Bemisia, Aphis, Thrips, Chinchas
	Engeo 24.7 SC	Thiamethoxam y lambda Cyhalotrina	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	14	Q10.93	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Keiferia, Trichoplusia, Diaphania, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Anthonomus, Thrips, Paratrioza, Chinchas
	Karate Zeon 5 SC/ Cintanegra	Lambda-cyhalotrina	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	14	Q3.10 Q1.46	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Keiferia, Trichoplusia, Diaphania, Pieris, Liriomyza, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Apion, Anthonomus, Thrips, Chinchas
	Actara 25 WG	Thiametoxam	165 gr	13 gr	3/4 COPA	14	Q29.07	Bemisia, Aphis, Myzus, Chinchas
Plagas del follaje de floracion a inicio de cosecha	Movento 15 OD	Spirotetramat	360 cc	25 cc	1 COPA	7	Q26.70	Aphis, Myzus, Bemisia, Paratrioza
	Plural 20 OD	Imidacloprid	1000 cc	25 cc	1 COPA	1	Q24.10	Phyllophaga, Agrotis, Diabrotica, Geococcus, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Apiun, Thrips, Chinchas
	Decis 10 EC	Deltametrin	100 cc	8 cc	1/3 COPA	4	Q2.02	Diabrotica, Epilachna, Spodoptera, Heliothis, Trichoplusia, Alabama, Pieris, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Apiun, Anthonomus, Thrips, Stigmene, Chinchas
Plagas del follaje en cosecha	Spintor 12 SC Spinosec 12 SC	Spinosad	300 cc	25 cc	1 COPA	1	Q25.93	Spodoptera, Heliothis, Trichoplusia, Thrips
	Exalt 6 SC	Spinetoram	125 cc	10 cc	1/4 COPA	1	Q17.58	Spodoptera, Thrips
	BST-88 26 L	Bacillus Thuringiensis	150 CC	12.5 cc	MEDIA COPA	1	Q7.50	Spodoptera, Trichoplusia, Diaphania, Pieris, Mocis, Alabama, Estigmene, Thrips
	BST-88A 26 L	Bacillus Thuringiensis	1000 CC	75 cc	3 COPAS	1	Q7.50	Spodoptera, Trichoplusia, Diaphania, Pieris, Mocis, Alabama, Estigmene, Thrips
	ACT-Botanico	Azadirachta indica	1000 cc	75 cc	3 COPAS	1	Q4.50	Liriomyza, Bemisia, Empoasca, Aphis, Thrips
	Atomik JP 45 SL	Acidos Grasos Neutralizados	500 cc	42 cc	2 COPAS	1	Q6.72	Bemisia, Aphis, Thrips, (larvas, pulgon rosado, pulgon negro, ninfas y pupas)
	VPN ULTRA 1,6 WP	Virus de la poliovirus nuclear de Autographa californica y Spodoptera exaltata (larvas)	1000 gr	80 gr	6 COPAS	1	Q9.60	Spodoptera, Trichoplusia, Pseudoplusia, Diaphania, Mocis, Alabama, Estigmene, Hellula
	Servicid	Extracto de Ajo, cebolla y chile	1000 cc	80 cc	3 COPAS	1	Q16.00	Spodoptera, Liriomyza, Keiferia, Aphis, Acaros
	Qanium	Extracto de Canela	1000 gr	80 gr	6 COPAS	1	Q14.40	Repelente / Bemisia tabaci, Paratrioza
	Allium 33	Extracto de Ajo	1000 gr	80 gr	6 COPAS	1	Q14.40	Repelente / Bemisia tabaci, Paratrioza
	Bralic	Extracto de Ajo	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	1	Q1.96	Repelente / Liriomyza, Bemisia, Anthonomus, Thrips, Chinchas

Fuente Tierra de Árboles S.A., 2016

Figura 32A. Tabla de insecticidas autorizados por las empresas certificadoras, utilizados en la finca Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

