

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE ARVEJA CHINA
(*Pisum sativum* L.) VARIEDAD KAQCHIKEL, DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO Y
SERVICIO REALIZADO EN LA FINCA LAS GEMELAS, ZARAGOZA,
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

OSCAR DAVID RUCAL LEX

GUATEMALA, ABRIL 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE ARVEJA CHINA
(*Pisum sativum* L.) VARIEDAD KAQCHIKEL, DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO Y
SERVICIO REALIZADO EN LA FINCA LAS GEMELAS, 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

OSCAR DAVID RUCAL LEX

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

LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Gustavo Enrique Taracena Gil

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

GUATEMALA, ABRIL 2021

Guatemala, abril 2021

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

Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Trabajo de Graduación **“EVALUACIÓN DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.) VARIEDAD KAQCHIKEL, DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO Y SERVICIO REALIZADO EN LA FINCA LAS GEMELAS, 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”

Oscar David Rucal Lex

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS

Por ser mi creador, por darme la gracia, la sabiduría y las fuerzas para alcanzar esta meta, por haberme cuidado durante los años de estar viajando a esta casa de estudios, porque jamás me ha dejado y me ha dado un propósito al existir en esta tierra. Lo único que puedo decirte es, gracias Dios y jamás me cansaré de decírtelo.

A MIS PADRES

Marco Tulio Rucal e Irene Ajuchán, porque padres no son los que engendran, si no los que crían, eternamente agradecido por los favores incansables a mi persona, porque desde bebé me han dado todo lo que hoy tengo, este logro es de ustedes también. Hoy logro darle a mis padres más de lo que un día soñaron, los aprecio, los quiero y los amo, gracias.

A MIS HERMANOS

Armando, por ser el ejemplo de un hombre trabajador, Elvia; por ser una madre y amiga conmigo, por tus oraciones elevadas al cielo que hoy dan fruto, gracias por existir en mi vida, Rosa, por ser como una madre conmigo, gracias por el apoyo y favores incansables e incondicionales a mi persona, gracias por existir en mi vida, Miriam (Mimi), gracias porque tu vida nos vino a enseñar el amor. Los aprecio, los quiero y los amo.

A MI HIJO

Abiel, gracias por darle alegría a mi vida, algún día leerás esto y serás mejor que yo, te amo mi amor.

A MIS SOBRINOS

Sara, Gadiel, Mattew y Abner, gracias por ser parte de mi familia, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

FAMILIA AJUCHÁN FELIPE

Mi tío David, por los consejos a mi vida, mi primo Isaac, por los favores incondicionales, Josué, por los momentos compartido en la niñez, Jonathan, por los seis años de estudios compartidos en el colegio Restauración.

COLEGIO RESTAURACIÓN

Por darme los fundamentos de mis estudios.

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

Por darme la base en la carrera agrícola.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por reforzarme en la vida profesional.

TIERRA DE ÁRBOLES

Ing. Agr. Emilio Say, Ing. Agr. Alejandra Agosto gracias por darme la oportunidad y abrir las puertas para realizar el ejercicio profesional supervisado, al personal de oficina por la amistad y los momentos compartidos.

ASESOR

Ing. Agr. David Juárez, por el apoyo incondicional, la corrección y asesoramiento para la realización de la presente investigación.

SUPERVISOR

Dr. Amílcar Sánchez, por el apoyo y supervisión del presente documento.

PADRINO DE GRADUACIÓN

Ing Agr. Josué Mazate, por los conocimientos compartidos y por los momentos de convivencia.

IGLESIA RETORNANDO A LA PALABRA

Gracias por darme un hogar espiritual y a todo el equipo de trabajo del área de niños del 2007 al 2013, por los momentos vividos.

AMIGOS

Mario Sologaitoa, Erwin Apén, Gladys Arévalo, Miriam, compañeros en cualquier trabajo en grupo, Willy Tut, Francisco Pec y todos los demás compañeros que compartimos en algún momento en esta casa de estudios. Marvin Ventura, Juan, Carlos Reynosa por los momentos compartidos durante el EPS.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	ix
Capítulo I DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO REALIZADO EN LA FINCA LAS GEMELAS, DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A., EN EL CASERÍO EL LLANO, DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1. PRESENTACIÓN.....	2
1.2. MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1. Ubicación y localización	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. METODOLOGÍA.....	6
1.4.1. Identificación de las áreas de producción en la finca Las Gemelas	6
1.4.2. Propuesta de análisis de la información.....	7
1.4.3. Fuentes de información para realizar el diagnóstico de finca.....	7
1.5. RECURSOS.....	9
1.5.1. Recursos humanos	9
1.5.2. Recursos materiales	9
1.5.3. Recurso financiero	9
1.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
1.6.1. Maquinaria para la mecanización agrícola	10
1.6.2. Insumos agrícolas (labores culturales)	10
1.6.3. Herbicidas	13
1.6.4. Riego.....	13
1.6.5. Siembras	14
1.6.6. Productos químicos	15
1.6.7. Bodegas.....	16
1.6.8. Camas biológicas.....	18
1.6.9. Cosecha.....	19
1.6.10. Post cosecha	20
1.6.11. Instalaciones para el personal	20
1.6.12. FODA de la finca Las Gemelas	21
1.6.13. Análisis FODA	22

CONTENIDO	PÁGINA
1.6.14. Principales problemas detectados en la finca Las Gemelas.....	24
1.7. CONCLUSIONES.....	37
1.8. RECOMENDACIONES	38
1.9. BIBLIOGRAFÍA.....	39
1.10. ANEXOS.....	40
Capítulo II EVALUACIÓN DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE ARVEJA CHINA (<i>Pisum sativum</i> L.) VARIEDAD KAQCHIKEL, EN LA FINCA LAS GEMELAS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	41
2.1. PRESENTACIÓN	42
2.2. MARCO TEÓRICO.....	43
2.2.1. Marco conceptual	43
2.2.2. Marco referencial.....	56
2.3. OBJETIVOS	61
2.3.1. Objetivo general.....	61
2.3.2. Objetivos específicos	61
2.4. HIPÓTESIS	61
2.5. METODOLOGÍA.....	62
2.5.1. Características del entorno de la parcela	62
2.5.2. Tratamientos	65
2.5.3. Unidad experimental	67
2.5.4. Manejo del experimento	68
2.5.5. Análisis de la información	80
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	83
2.6.1. Láminas totales aplicadas.....	83
2.6.2. Análisis de las variables respuesta	88
2.7. CONCLUSIONES.....	101
2.8. RECOMENDACIONES	103
2.9. BIBLIOGRAFÍA.....	104
2.10. ANEXOS.....	106
Capítulo II SERVICIO REALIZADO EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A., TASA, EN LA FINCA LAS GEMELAS, EL LLANO, ZARAGOZA, DEL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	122
3.1. PRESENTACIÓN	123
3.2. OBJETIVOS	124
3.2.1. Objetivo general.....	124

CONTENIDO	PÁGINA
3.2.2. Objetivos específicos.....	124
3.3. METODOLOGÍA.....	125
3.3.1. Capacitaciones al personal, según los requerimientos de GLOBAL GAP.....	125
3.3.2. Ingreso de datos, según las actividades en finca las Gemelas.....	125
3.4. RESULTADOS.....	127
3.4.1. Capacitaciones al personal según los requerimientos de GLOBAL GAP.....	127
3.4.2. Ingreso de datos, según actividades en finca Las Gemelas.....	130
3.5. CONCLUSIONES.....	147
3.6. RECOMENDACIONES.....	148
3.7. BIBLIOGRAFÍA.....	149
3.8. ANEXOS.....	150

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. FODA de la finca Las Gemelas, realizado de las observaciones y entrevistas.	22
Cuadro 2. Matriz de análisis FODA, de la finca Las Gemelas.	23
Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas, según el diagnóstico realizado en la finca Las Gemelas	36
Cuadro 4. Área cosechada por año en hectáreas, producción en kilogramos y rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de arveja del año 2005 al año 2013.....	56
Cuadro 5. Análisis físico del suelo, de la parcela.	62
Cuadro 6. Lámina de humedad aprovechable y lámina de humedad rápidamente aprovechable, en la parcela de la evaluación.	64
Cuadro 7. ETo media mensual en mm/día del año 1990 a 2003, en base a datos del tanque de evaporación tipo A.....	66
Cuadro 8. Resumen de los tratamientos utilizados en la investigación.....	67
Cuadro 9. Programa de fertilización utilizada en la evaluación.....	73
Cuadro 10. Programa para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de arveja.....	74
Cuadro 11. Datos de aforo de los goteros de la cinta de riego.	75
Cuadro 12. Resumen de los tiempos de riego según tratamiento.....	76
Cuadro 13. Registro semanal de la evapotranspiración (et max), precipitación pluvial (pp) y lámina neta (Ln) aplicada en la etapa de germinación del cultivo de arveja china.	83
Cuadro 14. Registro semanal de la evapotranspiración Etp, precipitación pluvial y aplicación de agua, según los tratamientos en el cultivo de la arveja china (Pisum sativum L.).....	85
Cuadro 15. Resumen de la cantidad de agua neta aplicada en cada tratamiento, la demanda de agua del cultivo y las diferencias.	86
Cuadro 16. Datos de evapotranspiración de referencia, lámina neta de riego, precipitación y relación entre la lámina total aplicada y la evapotranspiración de referencia por tratamiento.	86
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable, número de frutos por planta de arveja china en base a las cuatro láminas de riego, finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango....	88
Cuadro 18. Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud de las vainas de la arveja china en base a las cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	89
Cuadro 19. Análisis de varianza de la variable altura de la planta de arveja china en base a cuatro láminas de riego, finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.....	90
Cuadro 20. Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud de las vainas de la arveja china en base a cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.	90
Cuadro 21. Análisis de varianza de la variable longitud de la vaina de arveja china en base a cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.....	92

CONTENIDO**PÁGINA**

Cuadro 22. Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud de las vainas de la arveja china en base a cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.....	92
Cuadro 23. Número de cosechas por tratamiento.	93
Cuadro 24. Número de cosechas por tratamiento y su rendimiento en kilogramos por hectárea.	94
Cuadro 25. Rendimiento del cultivo de la arveja china en base a cuatro láminas de riego aplicados al cultivo, en la finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	94
Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable rendimiento en el cultivo de la arveja china en base a cuatro láminas de riego en la finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.	95
Cuadro 27. Resultados de la prueba de Tukey para la variable rendimiento en el cultivo de la arveja china, en base a las cuatro láminas de riego en la finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.....	95
Cuadro 28. Demanda de agua, lámina neta aplicada y rendimiento según etapa de producción.	98
Cuadro 29A. Coeficientes del tanque evaporímetro (Kt) para el tanque clase A para diversas localizaciones y ambientes de los tanques.	107
Cuadro 30A. Número de vainas de arveja china por tratamiento y bloques.....	108
Cuadro 31A. Altura en metros de la planta de arveja china por tratamiento y por bloque.	108
Cuadro 32A. Longitud en centímetros de las vainas de arveja china por tratamiento y bloque.....	109
Cuadro 33A. Déficit permitido de manejo, según tipo de cultivo.	109
Cuadro 34A. Tabla de registro de lectura del tanque tipo A, evaporación, evapotranspiración de referencia (Eto) y evapotranspiración potencial (et max) en la etapa de germinación. Finca Las Gemelas, noviembre 2015.....	111
Cuadro 35A. Tabla de registro de lectura del tanque tipo A, evaporación, evapotranspiración de referencia (Eto) y evapotranspiración potencial (et max) durante los tratamientos. Finca Las Gemelas, diciembre 2015 a febrero 2016.....	112
Cuadro 36A. Acumulación de agua en el suelo en la etapa de germinación en el cultivo de arveja china, en finca Las Gemelas, noviembre 2015.....	116
Cuadro 37A. Acumulación de agua en el suelo, durante los tratamientos, en el cultivo de arveja china, en finca Las Gemelas, diciembre 2015 a febrero 2016.....	117
Cuadro 38. Resultados de las calibraciones de las bombas de mochila, realizado previo a la siembra, en la finca Las Gemelas.	134
Cuadro 39. Resultados de la calibración de las bombas de mochila, realizado a los 15 DDS, en la finca Las Gemelas.....	135
Cuadro 40A. Cronograma de capacitaciones impartidas como normativo GLOBAL GAP en la finca Las Gemelas.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Imagen satelital de la ubicación de la finca Las Gemelas, dentro del caserío El Llano, Zaragoza, Chimaltenango.	3
Figura 2 Tractor marca New Holland para los trabajos de mecanización agrícola, utilizado en finca las Gemelas	10
Figura 3. Insumos agrícolas, mulch y tutores de bambú, utilizados para sostener a la planta de arveja.	11
Figura 4. Semilla de arveja china variedad Kaqchikel, utilizada para la siembra en la finca Las Gemelas.	12
Figura 5. Colocación de cintas de riego, durante la preparación de los surcos, previo a la siembra de arveja, en finca Las Gemelas.....	14
Figura 6. Actividad de siembra, realizado por mujeres, en una de las áreas de cultivo de la finca Las Gemelas.	15
Figura 7. Bodega de químicos en la finca Las Gemelas, utilizada para guardar los productos.	16
Figura 8. Bodega de equipos de aplicación y uniformes de aplicaciones para los trabajadores en la finca Las Gemelas.	17
Figura 9. Bodega para guardar las herramientas de trabajo para ser utilizados en la producción del cultivo de arveja.....	18
Figura 10. Cama biológica utilizada para preparar las mezclas de productos previos a la aplicación en el cultivo de la arveja en la finca Las Gemelas.	19
Figura 11. Cultivo de arveja china en la fase fenológica de floración en una de las áreas de cultivo en la finca Las Gemelas.	20
Figura 12. Servicios sanitarios disponibles para el personal de campo de la finca Las Gemelas. ..	21
Figura 13. Árbol del problema de la falta de asesoría técnica, según los datos obtenidos durante el diagnóstico realizado en la Finca las Gemelas.	25
Figura 14. Problema de des uniformidad en la siembra de las semillas de la arveja china, siembra superficial.....	26
Figura 15. Cintas de riego en mal estado, con aberturas por daño mecánico, provocando encharcamientos en los surcos del cultivo.	27
Figura 16. Planta de arveja quebrada a la mitad por falta de colocación de rafia para el soporte, provocando pérdidas en la producción.	28
Figura 17. Alta densidad de malezas entre los surcos del cultivo de la arveja, provocando competencias de crecimiento al cultivo.....	29
Figura 18. Rechazo, en porcentajes, de la producción de arveja china, dato de 10 semanas de cosechas, en la temporada 2014 a 2105 de la finca Las Gemelas.	29
Figura 19. Porcentajes de rechazo según los problemas en específico de plagas y enfermedades de la finca Las Gemelas, dato promedio de 10 semanas de producción para la temporada 2014 a 2015.....	30
Figura 20. Árbol del problema de rechazo del producto, según los datos obtenidos durante el diagnóstico realizado en la finca Las Gemelas.....	31

CONTENIDO**PÁGINA**

Figura 21. Des uniformidad en las cosechas, en la finca Las Gemelas, en el cultivo de arveja.	33
Figura 22. Árbol del problema de des uniformidad en cosechas en la finca Las Gemelas, en el cultivo de arvejas.	34
Figura 23. Uniformidad deseada en las cosechas de arveja, tanto en tamaño como en punto de madurez.	35
Figura 24A. Cubeta plástica de cinco gal., establecida en campo para las lecturas de evaporación.	40
Figura 25. Exportación de arveja en toneladas métricas del año 2005 al año 2013.	54
Figura 26. Destino de las exportaciones de la arveja china en el comercio exterior.	54
Figura 27. Porcentajes de los departamentos productores de arveja en Guatemala.	55
Figura 28. Mapa de ubicación geográfica de la finca Las Gemelas en la aldea El Llano del municipio de Zaragoza.	59
Figura 29. Parcela neta ubicada dentro de la parcela bruta.	68
Figura 30. Instalación del sistema de riego en la parcela de la evaluación.	70
Figura 31. Kc del cultivo de la arveja china según la FAO.	79
Figura 32. Distribución de los tratamientos en campo.	80
Figura 33. Demanda de agua del cultivo et max, lámina neta de riego por tratamiento y precipitación pluvial durante el período de evaluación, en finca Las Gemelas (diciembre 2015 a febrero 2016).	87
Figura 34. Rendimiento del cultivo de la arveja china (<i>Pisum sativum</i> L.) según los tratamientos aplicados.	96
Figura 35. Valores de cada cosecha durante el ciclo del cultivo de la arveja china.	99
Figura 36. Diferencias entre cosechas, una cosecha con la anterior.	100
Figura 37A. Fotografía del aforo del gotero de la cinta de riego.	106
Figura 38A. Floración del cultivo a los 84 DDS.	106
Figura 39A. Longitud de las vainas de arveja, según tratamientos.	107
Figura 40A. Bulbo típico de mojado para los tipos de suelos francos.	110
Figura 41A. Gasto de energía en las plantas, según la disponibilidad de agua.	110
Figura 42. Capacitación al personal y explicación de las Buenas Prácticas Agrícolas, sobre inocuidad y calidad, en la finca Las Gemelas.	127
Figura 43. Charla del manejo integrado de plagas, impartida al personal encargada de las aplicaciones de plaguicidas en la finca Las Gemelas.	128
Figura 44. Capacitación al personal de campo sobre higiene personal, en la finca Las Gemelas.	129
Figura 45. Formato de registro de semillas y siembras utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	130
Figura 46. Formato de registro de lavado de manos e higiene personal utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	131
Figura 47. Formato de registro de limpieza de instalaciones utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	132

CONTENIDO**PÁGINA**

Figura 48. Formato de registro de salud del personal utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.....	133
Figura 49. Formato de registro de calibración de bombas, utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.....	135
Figura 50. Formato de registro de capacitaciones utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	136
Figura 51. Formato de registro de limpieza de equipo de aplicación utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.....	137
Figura 52. Formato de registro de limpieza de uniformes de aplicación utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	138
Figura 53. Formato de registro de aplicación de productos fitosanitarios utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	139
Figura 54. Formato de registro de aplicación de fertilizantes utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.....	140
Figura 55. Formato de kardex de productos utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	141
Figura 56. Formato de registro de horas de riego en las fincas utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.....	142
Figura 57. Formato de registro de limpieza de utensilios de cosecha utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	143
Figura 58. Formato de cosecha utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	144
Figura 59. Formato de registro de limpieza de vehículos de transporte de producto cosechado utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	145
Figura 60. Hoja de registro del monitoreo de plagas y enfermedades utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.	146
Figura 61A. Programa de capacitaciones según los requerimientos GLOBAL GAP, para la capacitación del personal de campo.	150
Figura 62A. Registro de asistencia de las capacitaciones, como seguimiento a la normativa GLOBAL GAP.....	151
Figura 63A. Hoja de registro lleno, con la aplicación de productos realizado día a día en la finca Las Gemelas.	152

RESUMEN

Como parte de la formación en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Producción Agrícola se encuentra la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), mismo que se realizó en la empresa exportadora de ejotes y arvejas Tierra de Árboles, S.A., TASA, en la finca Las Gemelas ubicado en el caserío El Llano del municipio de Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C.A., durante los meses de febrero a noviembre de 2015.

El Capítulo I, presenta el diagnóstico de la finca con el objetivo de identificar problemas que afectan a la producción de arvejas y brindar una recomendación, realizando un recorrido y entrevistas al jefe de finca y personal de campo. En el análisis del diagnóstico realizado se observará problemas en la inadecuada profundidad de siembra, con siembras superficiales o siembras profundas, otro problema fue la aplicación de 2.5 mm/día de riego como lámina bruta sin tomar en cuenta la evapotranspiración del cultivo, el mal estado de las cintas de riego fue otro problema, provocando encharcamientos en los surcos, en el programa de fertilizaciones solo se toma el análisis de suelos y no hay otro soporte como análisis foliar y no existe una planificación de trabajo semanal para el personal por lo que los trabajos de labores culturales no se realizan adecuadamente.

El Capítulo II presenta la evaluación de cuatro láminas de riego en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.), variedad Kaqchikel, el propósito fue determinar el rendimiento del cultivo, determinar las variables de crecimiento y determinar las láminas totales de riego aplicados en cada tratamiento. Las láminas de riego, se establecieron en base a los promedios de evapotranspiración de referencia de 12 años obtenidos a través del tanque de evaporación ubicado en el ICTA Chimaltenango y diferente coeficiente del cultivo (kc) del ciclo fenológico del cultivo de la arveja.

Para el establecimiento de la unidad experimental, se aplicó el diseño de bloques completamente al azar. Posterior a ello se realizó un análisis de ANDEVA y medias de Tukey con 5 % de significancia. Para un coeficiente del cultivo de 0.40; se aplicaron 2 mm/día de lámina bruta, con un total de riego aplicado de 110.88 mm y una demanda de agua del cultivo de 221.68 mm, por lo que tuvo un déficit de 110.80 mm y alcanzando un rendimiento de 3,763.25 kg/ha a través de 14 cortes que formaron el ciclo de producción.

Para un coeficiente del cultivo de 0.50; se aplicaron 2.50 mm/día de lámina bruta, con un total de riego aplicado de 151.20 mm y una demanda de agua del cultivo de 248.66 mm, por lo que tuvo un déficit de 97.46 mm y alcanzando un rendimiento de 6,681.81 kg/ha a través de 16 cortes. Para un coeficiente del cultivo de 0.60, se aplicaron 3 mm/día de lámina bruta, con un total de riego aplicado de 201.60 mm y una demanda de agua del cultivo de 281.22 mm, por lo que tuvo un déficit de 79.62 mm y alcanzando un rendimiento de 7,789.77 kg/ha a través de 18 cortes y para un coeficiente del cultivo de 0.70, se aplicaron 3.50 mm/día de lámina bruta, con un total de riego aplicado de 256.26 mm y una demanda de agua del cultivo de 311.97 mm, por lo que tuvo un déficit de 59.13 mm y alcanzando un rendimiento de 10,320.07 kg/ha a través de 20 cortes.

Se logró determinar que las láminas brutas de riego de 2.50 mm/día, 3 mm/día y 3.50 mm/día aportan la cantidad de agua necesario para la producción, en la primera etapa de cosechas, sin embargo en la segunda etapa de cosechas la producción si es afectada por la cantidad de agua aplicada y disponible para el cultivo. Además existe diferencia en el número de cortes según la cantidad de agua aplicada. El tratamiento de 3.5 mm/día, presentó diferencia significativa en el rendimiento, al 95 % de significancia, con respecto al resto de los tratamientos.

El Capítulo III, presenta el servicio realizado en la finca como seguimiento a la implementación del programa de certificaciones GLOBAL GAP, por lo que se realizó cinco capacitaciones a 35 personas, con una duración de 60 minutos cada una, logrando concientizar al personal sobre la importancia de las actividades para la inocuidad de la arveja y se llenaron 16 registros logrando dar seguridad y soporte a la finca para la exportación de la arveja y ante la certificación.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO REALIZADO EN LA FINCA LAS GEMELAS, DE LA
EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A., EN EL CASERÍO EL LLANO, DEL MUNICIPIO
DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

1.1. PRESENTACIÓN

Las empresas día a día se esfuerzan para ser más competitivas y rentables dentro del mercado en la cual se desenvuelven, además de ello necesitan tener las mejores herramientas de trabajo ante la competencia, para mantenerse dentro del mercado. Para mantenerse competitivos ante otras empresas, se logrará si día a día se mantienen datos actualizados dentro de la empresa tales como costos, ventas, problemas que perjudican a la producción, etc., y en todo el ámbito que forma parte de la empresa. Para ello es necesario mantenerse informados y alertados a los problemas que pueden afectar a la producción.

Se realizó un diagnóstico dentro de la finca Las Gemelas ubicada en el caserío El Llano del municipio de Zaragoza, Chimaltenango de la empresa exportadora de arvejas Tierra de Árboles S.A., TASA, con el objetivo de determinar problemas que afectan a la producción de arveja y brindar recomendaciones al momento de encontrar algún tipo de problemas que afecten a la producción.

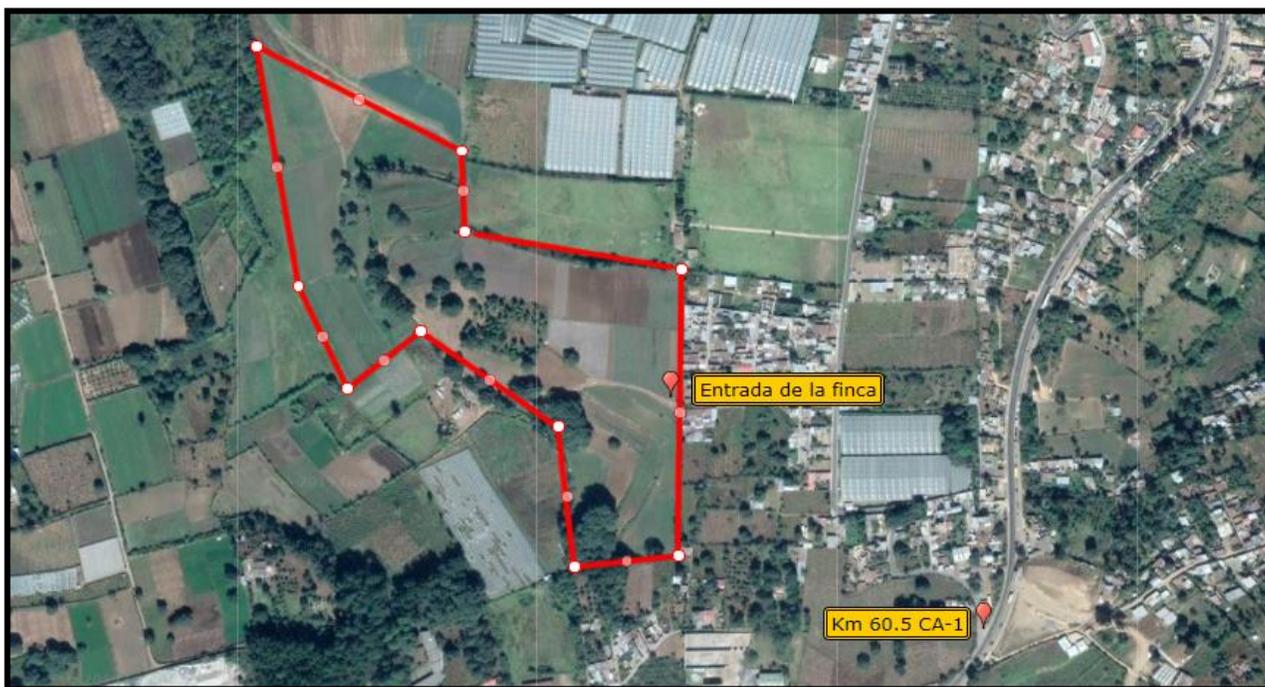
Ante tal diagnóstico realizado en la finca Las Gemelas con respecto a los objetivos, los problemas observados fueron la profundidad de siembra de la semilla de arveja, la cantidad de riego que se aplica al cultivo, el mal estado de las cintas de riego, el programa de fertilización solo se realiza en base a análisis de suelo y no existe una adecuada programación de trabajo semanalmente en labores culturales al cultivo.

En algunas ocasiones la profundidad de siembra es superficial y en otras alcanza hasta 6 veces el tamaño de la semilla, la cantidad de riego es de 2.5 mm/día de lámina bruta sin tomar en cuenta la evapotranspiración del cultivo, las cintas de riego en mal estado provocan encharcamientos en los surcos del cultivo, el programa de fertilización solo se realiza en base al análisis de suelo y no tiene otro respaldo como análisis foliar o una curva de extracción de nutrientes, la falta de programación de trabajos semanalmente conlleva a labores culturales inadecuadas como el deshierbe y el tutoreo de la planta y se brindó una recomendación al momento de observar la aplicación del riego el cual consistió en la implementación de un tanque de evaporación tipo A para calcular la evapotranspiración del cultivo en base a las etapas fenológicas.

1.2. MARCO REFERENCIAL

Tierra De Árboles S.A., TASA, es una empresa que se dedica a la exportación de productos agrícolas, específicamente hortalizas, ejotes y arvejas la cual cuenta con una sede central ubicada en el km 40 ruta interamericana CA-1, en dicha sede se encuentra la planta empacadora y oficinas administrativas. Pero la empresa cuenta con fincas para la producción, de los productos agrícolas, ubicadas en el departamento de Chimaltenango, en diferentes municipios. (Agosto, A. 2015.)

Entre las fincas que cuenta la empresa, se encuentra la finca Las Gemelas, dicha finca se encuentra ubicada en el km 60.50 ruta interamericana CA-1, en el caserío El Llano del municipio de Zaragoza del departamento de Chimaltenango. Dicha ubicación se puede observar en la figura 1, en la cual se observa una imagen satelital de dicha finca, con sus límites marcados con una línea color rojo. (Municipalidad de Zaragoza, 2015).



Fuente: Google Earth, 2015.

Figura 1. Imagen satelital de la ubicación de la finca Las Gemelas, dentro del caserío El Llano, Zaragoza, Chimaltenango.

1.2.1. Ubicación y localización

A. Geografía

El municipio de Zaragoza, se encuentra ubicado al centro de departamento de Chimaltenango y se localiza a una latitud Norte entre 14°39'45'' y 14°38'56'' y una longitud Oeste entre 90°52'12'' y 90°51'19'' a una altura de 1,849 m s.n.m. (Contreras, D. 2011).

B. Temperatura

La temperatura media oscila entre los 15 °C y 20 °C, la temperatura máxima media oscila entre 26 °C y 29 °C y la temperatura mínima media oscila entre 7 °C y 14 °C. (INSIVUMEH, 2015).

C. Precipitación

La precipitación media está entre los 1300 mm anuales. (Contreras, D. 2011).

D. División política

El municipio de Zaragoza se divide en doce aldeas, los cuales son: Las Lomas, Puerta Abajo, Agua Dulce, Mancheren, Las Colmenas, EL Cuntic, Rincón Grande, Joya Grande, Potrerillos, Rincón Chiquito, Tuluche y El Llano. También está dividido en tres caseríos, los cuales son: Hierba Buena, Laguna Seca y El Perique. Y está dividido en cinco colonias las cuales son: El Pilar, Las Ilusiones, Lo de Pérez, Nueva Esperanza y La Colonia 29 de Diciembre (Contreras, D. 2011).

E. Ubicación de la finca

La finca Las Gemela encuentra ubicada se encuentra ubicada en la aldea El Llano, del municipio de Zaragoza en las coordenadas latitud Norte 14°39'16'' y una longitud Oeste de 90°51'53'' (Contreras, D. 2011).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Realizar un análisis actual de la finca Las Gemelas en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango de la empresa exportadora de arvejas, Tierra de Árboles S.A., TASA.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir las actividades necesarias para desarrollar el cultivo de arveja china y dulce (*Pisum sativum* L)
- Determinar el problema más importante que afecta al desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L).

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Identificación de las áreas de producción en la finca Las Gemelas

Para realizar un análisis actual de la situación de la finca Las Gemelas, fue necesario obtener datos tales como: su accesibilidad, entradas a través de carreteras, sus límites, infraestructura dentro de la finca, (bodegas, sanitarios, etc.), al personal de campo, materiales y herramientas de trabajo. Esta identificación fue posible a través de, primero, una presentación en PowerPoint impartida por la Gerente administrativa, Ing. Alejandra Agosto, en las oficinas de la sede central y posterior a ello se realizó un recorrido en la finca Las Gemelas conjuntamente con el Gerente general, Ing. Agr. Emilio Say.

A. Recorrido

Se realizó un recorrido principalmente, en el perímetro de la finca, para observar las áreas de producción, topografía del terreno, ubicación de bodegas, ubicación de centros de acopio. A través del recorrido se realizó anotaciones de puntos que son perjudiciales para el cultivo y se utilizó recursos materiales como libreta de campo, lapiceros y cámara digital.

B. Entrevistas

Después de realizar el recorrido por toda la finca, se realizaron entrevistas, tanto al encargado de finca como a los trabajadores, preguntas más específicas de lo que se observó en el recorrido. Estas entrevistas fueron una herramienta muy útil para conocer la situación de la empresa Tierra De Árboles S.A., TASA, a nivel de finca, ya que las personas encargadas del trabajo de campo son las que poseen la mejor fuente de información, a través del tiempo de trabajo, para conocer algunas fortalezas o debilidades que posee la finca. En las entrevistas se utilizaron diferentes recursos materiales tales como: libreta de campo, lapiceros, lápiz, borrador, sacapuntas, hojas de papel bond y tabla porta hojas, también se utilizó una computadora para tabular los datos obtenidos.

1.4.2. Propuesta de análisis de la información

Después de obtener información, se llevó a cabo el análisis de la misma, para encontrar soluciones, en base a ventajas y desventajas que se encuentran en la finca. En base a la información recolectada se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para una mejor visualización del estado actual de la finca.

1.4.3. Fuentes de información para realizar el diagnóstico de finca

A. Fuentes de información primaria

La fuente de información primaria es el encargado de la finca, que con la experiencia de más de 8 años de laborar para la empresa tiene información muy valiosa que ha obtenido con el tiempo. En el recorrido el encargado de la finca, menciona un dato muy importante y hace mención que han tenido complicaciones con el tiempo de riego (minutos) y cantidad de agua (riego) que se le suministra al cultivo de las arvejas el cual forma un punto crítico en la producción del cultivo para obtener la óptima producción de las arvejas en la época seca de nuestro país.

B. Fuentes de información secundaria

La información para completar el diagnóstico de la finca fue proporcionada por la empresa Tierra De Árboles S.A., TASA, información necesaria que se ha adquirido y documentado a través del tiempo, datos como áreas de producción, cosechas por área de producción, cosechas por temporadas, programas de siembra, programas de aplicación de productos fitosanitarios, programas de fertilización y horas de riego. También se consultó otras tesis de practicantes que estuvieron anteriormente.

1.4.4. Determinación y jerarquización de los problemas

Para determinar el problema más importante que afecta a la finca Las Gemelas y jerarquizar, se utilizó la matriz de priorización de problemas, en la cual se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

A. Magnitud

Hace referencia a la cantidad de miembros de la empresa que se verán afectados ante un problema dado.

B. Gravedad

Hace referencia a la intensidad del daño que ocasiona el problema a la empresa.

C. Capacidad

Hace referencia a la posibilidad de darle solución al problema.

D. Beneficio

Hace referencia al nivel de provecho o utilidad que aporta la solución del problema.

Según los criterios antes mencionados, se les asignó una puntuación, el problema con la puntuación más alta, se determinó como el problema más importante dentro de la finca y en base a las puntuaciones siguientes y/o menores se lograron jerarquizar los problemas.

1.5. RECURSOS

1.5.1. Recursos humanos

Dentro del diagnóstico, el mejor recurso para conocer las características de la finca Las Gemelas de la empresa Tierra De Árboles S.A., TASA, fueron las personas que tienen más tiempo de laborar por la empresa por el conocimiento que adquieren con los años, entre ellos se encuentran:

- Gerente general de la empresa Tierra De Árboles S.A., TASA.
- Gerente Administrativa de la empresa Tierra De Árboles S.A., TASA
- Jefe de la Finca Las Gemelas.
- Personal de campo de la finca Las Gemelas.

1.5.2. Recursos materiales

Para realizar el diagnóstico de la finca Las Gemelas, se utilizó diferentes materiales para dejar plasmado la información y posteriormente se analizó para realizar algunos cuestionamientos a cada persona que le corresponda.

1.5.3. Recurso financiero

Dentro del recurso financiero se cuenta con el estipendio mínimo que la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos pide a las empresas para los estudiantes que realizan el Ejercicio Profesional Supervisado, dentro de la empresa Tierra De Árboles TASA. Esto es un apoyo para cubrir los diferentes gastos del estudiante.

1.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de haber realizado el recorrido por la toda la finca y realizar las anotaciones correspondientes, se observó que la finca cuenta con los materiales, equipo e instalaciones necesarias para la producción de cultivos agrícolas en campo y también para la conveniencia de los trabajadores, las cuales se describirán a continuación.

1.6.1. Maquinaria para la mecanización agrícola

La empresa Tierra De Árboles cuenta con un tractor de marca New Holland, el cual se rota en todas las fincas para realizar trabajos de preparación de suelos, previo a las siembras, también cuenta con un arado de 2 discos y una rastra de enganche (figura 2).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 2. Tractor marca New Holland para los trabajos de mecanización agrícola, utilizado en finca las Gemelas

1.6.2. Insumos agrícolas (labores culturales)

En este párrafo, al mencionar insumos agrícolas, es referente a materiales necesarios principalmente para las labores culturales tales como:

A. Mulch plástico

Estos tienen una vida útil de un ciclo del cultivo (3 meses), con agujeros a cada 0.10 m, la presentación más utilizada es la de 1,000 m lineales (figura 3).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 3. Insumos agrícolas, mulch y tutores de bambú, utilizados para sostener a la planta de arveja.

B. Semillas

Insumo de mayor importancia, la empresa cuenta con dos tipos de arvejas, la arveja china (80 % de la producción) con dos variedades, la variedad Kaqchiquel (80 %) y Atitlán (20 %) y la arveja dulce (20 %) con la variedad Sugar Snap (100 %). Toda la semilla es tratada con un producto químico, Yunta® 24.6 FS, el cual tiene como ingrediente activo Imidacloprid y Tebuconozol, el cual es un insecticida y fungicida para evitar problemas al momento de la siembra (figura 4).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 4. Semilla de arveja china variedad Kaqchikel, utilizada para la siembra en la finca Las Gemelas.

C. Tutores de bambú

Para evitar la caída de las plantas de arvejas y evitar pérdidas del cultivo, se utilizan tutores de bambú, estos materiales tienen una vida útil promedio de dos ciclos del cultivo (6 meses) los cuales con el tiempo se van deteriorando y pierden la fuerza para sostener al cultivo como se observó en la figura 3.

D. Rafia

Para sostener directamente a la planta de arveja, el cual es colocado de un tutor a otro, al igual que los tutores, con el tiempo, van perdiendo la fuerza necesaria para sostener al cultivo.

1.6.3. Herbicidas

Se manejan principalmente dos tipos de herbicidas, pre-emergentes, el cual es utilizado a más tardar un día después de la siembra entre los que podemos mencionar Sencor 48 SC y Afalón® 50 SC y quemante como Gramoxone® SL. Con esto se evita la competencia de las malezas hacia el cultivo, para darle las mejores condiciones de espacio, luz y sobre todo ante la competencia de los nutrientes presentes en el suelo.

1.6.4. Riego

El tipo de riego en la finca es a través de goteo, por lo que se cuenta con una pequeña presa para la captación de agua de un nacimiento, en las cercanías de la finca, después el agua tendrá que ser impulsada, a través de una bomba, hacia los caballetes presentes en las áreas de siembra para distribuirlos a cada manifold y por último a los laterales (cinta de riego). Las cintas de riego son de la marca Ro-Drip Jonh Deere 505-10-750, con goteros distanciados a 0.10 m y un caudal de 0.54 L/h.

Durante el recorrido y diagnóstico que se realizó en la finca Las Gemelas, se observó que entre los factores principales que afectan a la producción, es la disponibilidad de agua, durante su ciclo de producción, principalmente en la época seca. Según los registros de la finca y el personal encargado de riego se determinó que el riego establecido en la finca era de 2.5 mm/día de lámina bruta, sin la utilización de cobertor plástico en el suelo (mulch).

Con este dato, nace la interrogante si la cantidad de agua aplicada era el correcto para satisfacer las necesidades de la demanda de agua del cultivo y si estaba cumpliendo con aportar la cantidad de agua necesaria en cada etapa fenológica, para alcanzar el máximo rendimiento del mismo. La cantidad de lámina bruta aplicada al cultivo, se calcula en base a regar 11 ha, sin tomar en cuenta la demanda de agua del cultivo (E_t max) según la etapa fenológica en base a la curva del coeficiente del cultivo (K_c) para lograr el máximo rendimiento del cultivo.

En la figura 5 se puede observar la colocación de las cintas de riego previo a la colocación de mulch.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 5. Colocación de cintas de riego, durante la preparación de los surcos, previo a la siembra de arveja, en finca Las Gemelas.

1.6.5. Siembras

Actividad de suma importancia para la empresa, ya que de ello dependerán las futuras cosechas, es importante anotar las fechas de siembra según los lotes sembrados porque ello servirá para realizar las programaciones de aplicaciones, según la edad del cultivo y también para proyectar los días a cosecha. Esta actividad es realizada principalmente por mujeres y una mujer siembra 500 m lineales en 8 horas. En la figura 6 se puede observar la actividad de siembra realizado por las mujeres.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 6. Actividad de siembra, realizado por mujeres, en una de las áreas de cultivo de la finca Las Gemelas.

1.6.6. Productos químicos

Dentro de ellos podemos hacer mención de:

A. Fungicidas

Los cuales ayudarán a la protección contra enfermedades al cultivo. Cada fungicida que se utiliza en la finca es previamente evaluado y según las normas internacionales para la exportación de productos agrícolas comestibles, entre los que podemos mencionar Captan 50 WP, Inicio 50 SC, Amistar 50 WG, Bravo 72 SC y Kumulus 80 WG.

B. Insecticidas

Estos ayudarán al cultivo a la protección contra plagas, los cuales al igual que los fungicidas son evaluados previos a ser utilizados en el cultivo y siempre bajo las normas internacionales de exportación, entre los que podemos mencionar Muralla Delta 19 OD, Karate Zeon 5 SC, Plural 20 OD, Exalt 6 SC y Actara 25 WG.

C. Fertilizantes

Estos son utilizados en un programa de nutrición que la empresa realiza año tras años a través de análisis del suelo, entre los que podemos mencionar Raizal® 400, Metalosate, Nitrato de Potasio, Urea y Fosfato monoamónico.

1.6.7. Bodegas

La finca cuenta con tres bodegas para el almacenamiento de diferentes materiales utilizados en la producción de arvejas y ejotes, los cuales están divididos de la siguiente manera:

A. Bodega de químicos

Para almacenar todo tipo de productos químicos (fungicidas, insecticidas y fertilizantes). Cada producto es almacenado en un estante de metal con su respectiva identificación (figura 7).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 7. Bodega de químicos en la finca Las Gemelas, utilizada para guardar los productos.

B. Bodega de equipos

Para almacenar el equipo y uniformes de aplicación de los trabajadores, cada uno identificado por un número según le corresponda a cada trabajador (figura 8).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 8. Bodega de equipos de aplicación y uniformes de aplicaciones para los trabajadores en la finca Las Gemelas.

C. Bodega de herramientas

Para guardar las herramientas de trabajo e insumos agrícolas. Estas bodegas permanecen cerradas todo el día para evitar cualquier tipo de peligro con los productos químicos hacia los trabajadores. Cada bodega está bien identificada (figura 9).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 9. Bodega para guardar las herramientas de trabajo para ser utilizados en la producción del cultivo de arveja.

1.6.8. Camas biológicas

Las camas biológicas son utilizadas en el momento de realizar mezclas de productos químicos que serán aplicados al cultivo. Es un área totalmente restringida, para que solo la persona encargada de realizar la mezcla pueda entrar a dicho lugar y también es un área para evitar la contaminación química de los suelos al momento de que pueda haber algún tipo de derrame del producto químico o la mezcla preparada (figura 10).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 10. Cama biológica utilizada para preparar las mezclas de productos previos a la aplicación en el cultivo de la arveja en la finca Las Gemelas.

1.6.9. Cosecha

Es una actividad de mucha importancia para la empresa, ya que es un punto en la cual el producto puede ser dañado al momento de cortar las vainas, para ello es necesario la constante supervisión tanto del encargado de finca como del técnico de campo, para evitar daños mecánicos a las vainas o la deshidratación de las mimas. En la figura 11 se puede observar la plantación de arveja lista para la cosecha y las vainas de arvejas ya cosechadas.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 11. Cultivo de arveja china en la fase fenológica de floración en una de las áreas de cultivo en la finca Las Gemelas.

1.6.10. Post cosecha

Después de haber sido cosechado las vainas de arvejas, son llevadas a los centros de acopio donde un vehículo pasará para llevarlos a la planta empacadora, en la cual se encargarán de realizar todas las actividades necesarias antes de ser exportadas.

1.6.11. Instalaciones para el personal

La finca cuenta con instalaciones del servicio sanitario para el uso de las personas, los cuales son supervisados por el encargado de finca o el técnico de finca para que se mantengan limpios y evitar problemas de higiene y/o contaminación al producto final. Cuenta con dos divisiones de sanitarios, una división para el uso de las mujeres y otra división para el uso de los hombres (figura 12).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 12. Servicios sanitarios disponibles para el personal de campo de la finca Las Gemelas.

1.6.12. FODA de la finca Las Gemelas

Esta herramienta permite resumir las observaciones realizadas durante el recorrido realizado en la finca y las entrevistas realizadas a las diferentes personas, tanto administrativa como personal de campo. Al mismo tiempo permite proporcionar soluciones y alternativas a los diferentes problemas encontrados según los objetivos específicos. En el cuadro 1 se observa el FODA de la finca Las Gemelas.

Cuadro 1. FODA de la finca Las Gemelas, realizado de las observaciones y entrevistas.

<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aporte técnico de los estudiantes universitarios que realizan las prácticas agrícolas. • Certificación GLOBAL GAP para la finca. • Personal con experiencia (más de 5 años laborando en la finca) • Disponibilidad de agua para el riego, en la época seca. • Diferentes áreas de producción con diferentes fechas de siembras para mantener producciones constantes. 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitaciones a los jefes de finca, por medio de casas comerciales de agroquímicos. • El ofrecimiento en el mercado de nuevas variedades de semillas para ser evaluadas en su adaptabilidad y rendimiento. • Disponibilidad de productos químicos en el mercado para el control de plagas y enfermedades.
<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • La falta de planificación de trabajos culturales. • La falta de compromiso de los trabajadores al realizar los trabajos asignados. • No hay planificación para la rotación de cultivos. • No hay otro método técnico para dar soporte al programa de fertilización. • Falta técnica para la aplicación del riego. 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El clima, tanto el exceso de lluvia como las heladas. • La falta de personal en el pico de producción provoca la pérdida de la cosecha. • La competencia de otras empresas en el mercado de arvejas.

1.6.13. Análisis FODA

Después de obtener información de la finca durante el diagnóstico y realizar el FODA, se realizó una matriz de análisis FODA, tal como se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2. Matriz de análisis FODA, de la finca Las Gemelas.

<p>Matriz de análisis FODA: Finca Las Gemelas de la empresa exportadora de arvejas, Tierra de Árboles S.A.</p>	<p>FORTALEZAS</p> <p>F1: Aporte técnico de los estudiantes universitarios que realizan las prácticas agrícolas.</p> <p>F2: Certificación GLOBAL GAP para la finca.</p> <p>F3: Personal con experiencia (más de 5 años laborando en la finca)</p> <p>F4: Disponibilidad de agua para el riego, en la época seca.</p> <p>F5: Diferentes áreas de producción con diferentes fechas de siembras para mantener producciones constantes.</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>D1: La falta de planificación de trabajos culturales.</p> <p>D2: La falta de compromiso de los trabajadores al realizar los trabajos asignados.</p> <p>D3: No hay planificación para la rotación de cultivos.</p> <p>D4: No hay otro método técnico para dar soporte al programa de fertilización.</p> <p>D5: Falta técnica para la aplicación del riego.</p>
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1: Capacitaciones a los jefes de finca, por medio de casas comerciales de agroquímicos.</p> <p>O2: El ofrecimiento en el mercado de nuevas variedades de semillas para ser evaluadas en su adaptabilidad y rendimiento.</p> <p>O3: Disponibilidad de productos químicos en el mercado para el control de plagas y enfermedades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aportar los conocimientos teóricos de los estudiantes en las capacitaciones a los jefes de fincas para la adecuada utilización de productos químicos. • Aprovechar la disponibilidad de agua para el riego y evaluar las nuevas variedades en diferentes meses del año para evaluar la adaptabilidad y el rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyar al jefe de finca en las planificaciones de los trabajos culturales y concientizar a los trabajadores de la importancia del trabajo asignado para la finca y empresa. • Capacitar al jefe de finca y al personal de riego para la correcta aplicación del agua según las demandas del cultivo, para que los datos de evaluación de nuevas variedades sean confiables.
<p>AMENAZAS</p> <p>A1: El clima, tanto el exceso de lluvia como las heladas.</p> <p>A2: La falta de personal en el pico de producción provoca la pérdida de la cosecha.</p> <p>A3: La competencia de otras empresas en el mercado de arvejas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pagar a personas que vivan cerca de la finca, para los picos de producción aprovechando toda la producción. • Aprovechar la disponibilidad de agua para el riego para sembrar en época seca, evitando los excesos de lluvia, al mismo tiempo habrá disponibilidad de producción en otra época en las cuales la competencia no tendrá disponibilidad de producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer diferentes cultivos para realizar rotación, en la época de excesos de lluvia. • Implementar un plan de incentivos al personal para tener un mejor compromiso en los trabajos aprovechando los picos de producción para obtener un producto de mejor calidad. • Establecer métodos como análisis foliar o curva de extracción de nutrientes para tener un producto de alta calidad para un mejor establecimiento en el mercado ante la competencia.

Las debilidades de la finca Las Gemelas que se menciona en el en cuadro 1, se podrán convertir en fortalezas, cuando el jefe de finca realice coordinación semanales de los principales trabajos en finca para organizar al personal.

Al coordinar los trabajos se logrará una mejor supervisión del mismo, concientizar, a través de charlas motivacionales al personal de campo para dar a conocer la importancia que tiene el manejo adecuado del cultivo, no solo para la empresa si no a la vida social y económica de los trabajadores.

Para evitar inoculación de enfermedades en los suelos de la finca por el monocultivo, se deberá realizar un programa y ordenamiento de las áreas para realizar rotaciones de cultivos y evitar el empobrecimiento de nutrientes y evitar crear suelos con problemas de enfermedades, implementar otras técnicas como el análisis foliar en las diferentes etapas fenológicas del cultivo y/o curva de extracción de nutrientes para fortalecer los programas de fertilización, establecer un tanque de evaporación tipo A o también se puede utilizar una cubeta plástica de 5 gal. (Ver anexo I), para definir la lámina de agua necesaria a aplicar al cultivo.

Las amenazas, como el clima se podrá convertir en oportunidad cuando se realicen canales en los surcos para que el exceso de agua provocado por la lluvia provoque encharcamientos en el cultivo, en el caso de las heladas se podrá contrarrestar colocando aspersores en las horas más frías para mojar el follaje evitando que las bajas temperaturas provoquen quemaduras a la planta, convirtiéndose en una oportunidad ante otras fincas que no realicen este tipo de labores culturales. Otra amenaza como la falta de personal en el pico de producción, se puede evitar al momento de pagar a personas que vivan cerca de la finca, para realizar el trabajo de la cosecha convirtiéndose en una oportunidad, debido a que se aprovechará toda la producción del cultivo, generando más volumen de producción para exportación. La amenaza de la competencia de otras empresas se puede convertir en oportunidad sembrando en la época seca, aprovechando la disponibilidad de agua que posee la finca para el riego.

1.6.14. Principales problemas detectados en la finca Las Gemelas

Según los datos obtenidos durante el diagnóstico realizado en la finca, se encontraron los siguientes problemas, mismos que se describen a continuación.

A. Falta de asesoría técnica

La falta de asesoría técnica es uno de los problemas observados en la finca, lo cual conlleva a diferentes causas provocando efectos que perjudicaban al cultivo de la arveja en la finca, por lo que se realizó el árbol de problemas observando el principal problema junto a sus causas y efectos, tal como se observa en la figura 13.

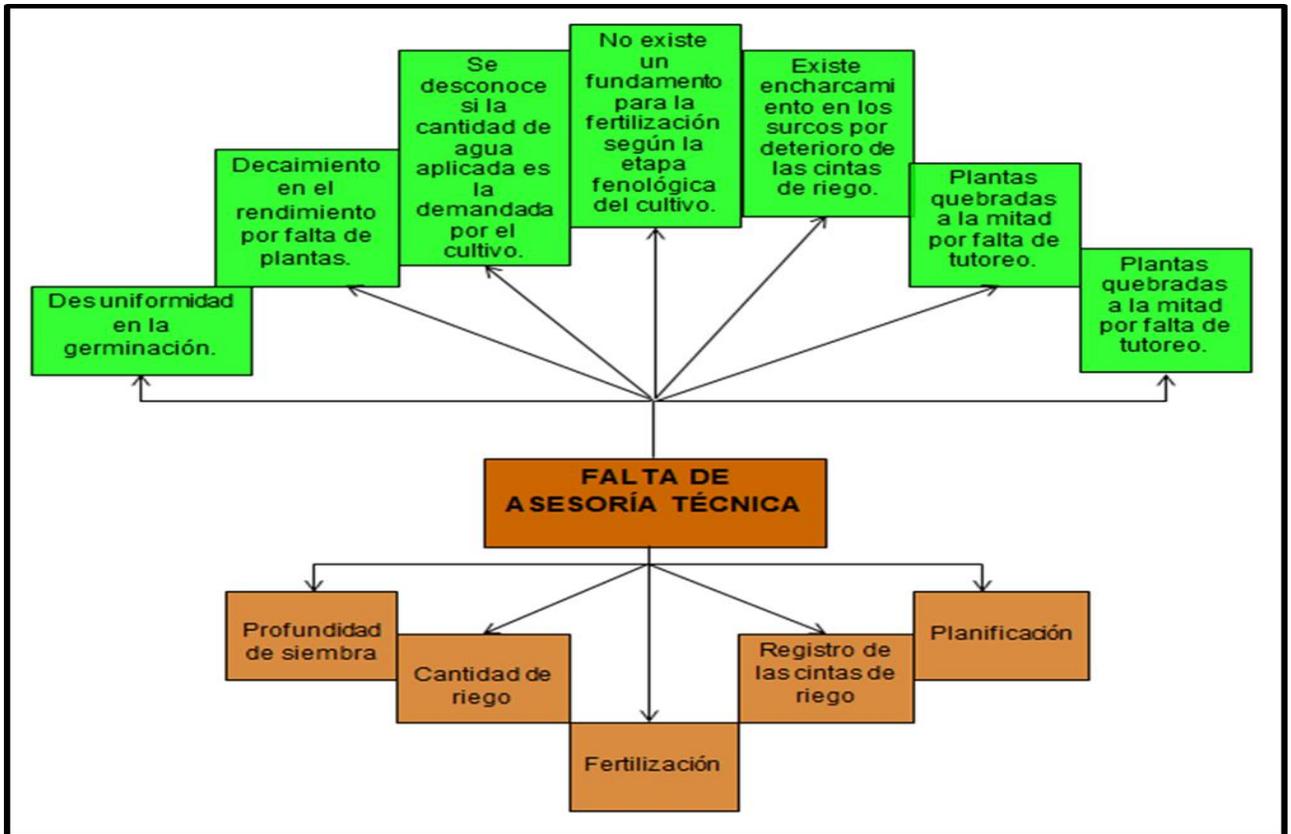


Figura 13. Árbol del problema de la falta de asesoría técnica, según los datos obtenidos durante el diagnóstico realizado en la Finca las Gemelas.

a. Profundidad de siembra

La profundidad de siembra es un efecto de la falta de asesoría técnica hacia el personal de campo, debido a que la forma correcta de sembrar las semillas de la arveja es entre el doble o triple del diámetro de la misma. En la finca Las Gemelas, muchas veces la siembra llegaba hasta 6 veces el diámetro de la semilla y otras veces quedaban en la superficie del suelo, tal como se ve en la figura 14.

Provocando de esta forma el decaimiento del rendimiento en las parcelas de producción, debido a que al momento de realizar una mala siembra, la semilla no germina por lo que habrán menos plantas en las parcelas de producción.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 14. Des uniformidad en la siembra de las semillas de la arveja china, siembra superficial.

b. Lámina de riego

La lámina de riego que se aplica al cultivo de la arveja es otro efecto de la falta de asesoría técnica, debido a que en la finca Las Gemelas, toda el área se encuentra bajo condiciones de riego por goteo y el principal efecto es la aplicación empírica del riego.

Y se desconoce si la cantidad de agua aplicada es la cantidad de agua necesaria para satisfacer las demandas del cultivo en su ciclo de vida. En la finca se riega 2.5 mm/día de lámina bruta, con el propósito de abarcar 11 ha de cultivo en la finca.

En el 2011, se realizó un ordenamiento de los turnos de riego y es ahí donde se establecen los 2.5 mm/día de lámina bruta, sin tomar en cuenta las diferentes evaporaciones que se dan día a día en el ambiente y sin las evaporaciones no se logrará determinar la evapotranspiración del cultivo ($E_t \max$) y está evapotranspiración se obtiene en base a la curva del coeficiente del cultivo (k_c) según las etapas fenológicas para determinar la demanda del cultivo en todo su ciclo de vida, desde la siembra hasta la cosecha.

c. Registro de la vida útil de las cintas de riego

El registro de la vida útil de las cintas de riego es otra falta de asesoría técnica, al no llevar un registro del tiempo de utilización de las mismas, se utilizan varias veces y el principal efecto es el encharcamiento en los surcos del cultivo debido al desgaste que tienen las cintas de riego, provocando enfermedades en las raíces por el exceso de agua y afectando al rendimiento del cultivo. En la finca se encontró cintas de riego con desgastes y fugas, tal como se ve en la figura 15 y otros se encontraban con taponamientos.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 15. Cintas de riego en mal estado, con aberturas por daño mecánico, provocando encharcamientos en los surcos del cultivo.

d. Programa de fertilización

Otra falta de asesoría técnica es el programa de fertilización, este programa es realizado solamente con el análisis de suelos, pero no se tiene otro método para dar un soporte, tal como un análisis foliar o una curva de extracción de nutrientes y el principal efecto es la falta de conocimiento de los nutrientes que la planta exige, según su etapa fenológica y la aplicación de los fertilizantes necesarios para satisfacer la demanda del cultivo y obtener los mejores rendimientos.

e. Planificación de trabajos

La planificación de trabajos es otra falta de asesoría técnica y presenta dos principales efectos en el cultivo de la arveja, mismos que se mencionan a continuación:

- **Plantas quebradas**

Las plantas quebradas es consecuencia de la planificación de trabajos, ya que el jefe de finca no realizaba una programación de trabajos semanalmente, esto llevaba al descuido de áreas de producción de la finca.

Perjudicando al cultivo, como por ejemplo la falta de colocación de rafia, afectando al rendimiento del cultivo, tal como se observa en la figura 16.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 16. Planta de arveja quebrada a la mitad por falta de colocación de rafia para el soporte, provocando pérdidas en la producción.

- **Malezas entre los surcos**

Las malezas entre los surcos es otro factor de la falta de planificación de trabajos que afectaba al cultivo de arveja, se observó plantaciones con una alta densidad de malezas, estos compiten por el espacio, la luz y los nutrientes con el cultivo, tal como se ve en la figura 17.

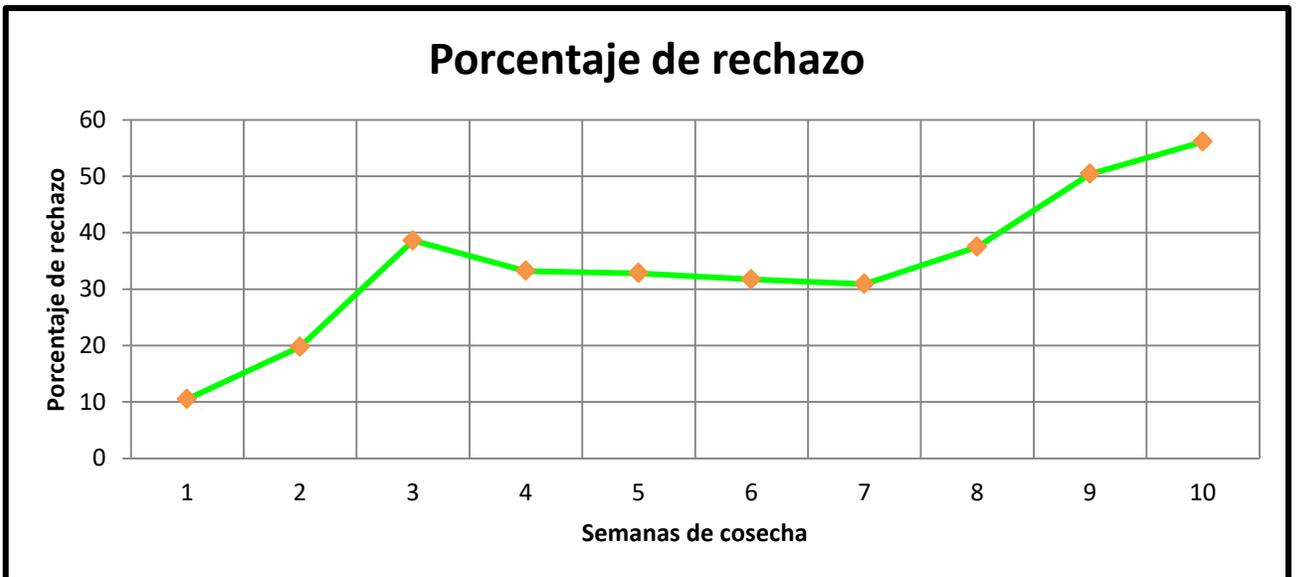


Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 17. Alta densidad de malezas entre los surcos del cultivo de la arveja, provocando competencias de crecimiento al cultivo.

B. Falta de planificación de aspersiones para el control de plagas y enfermedades

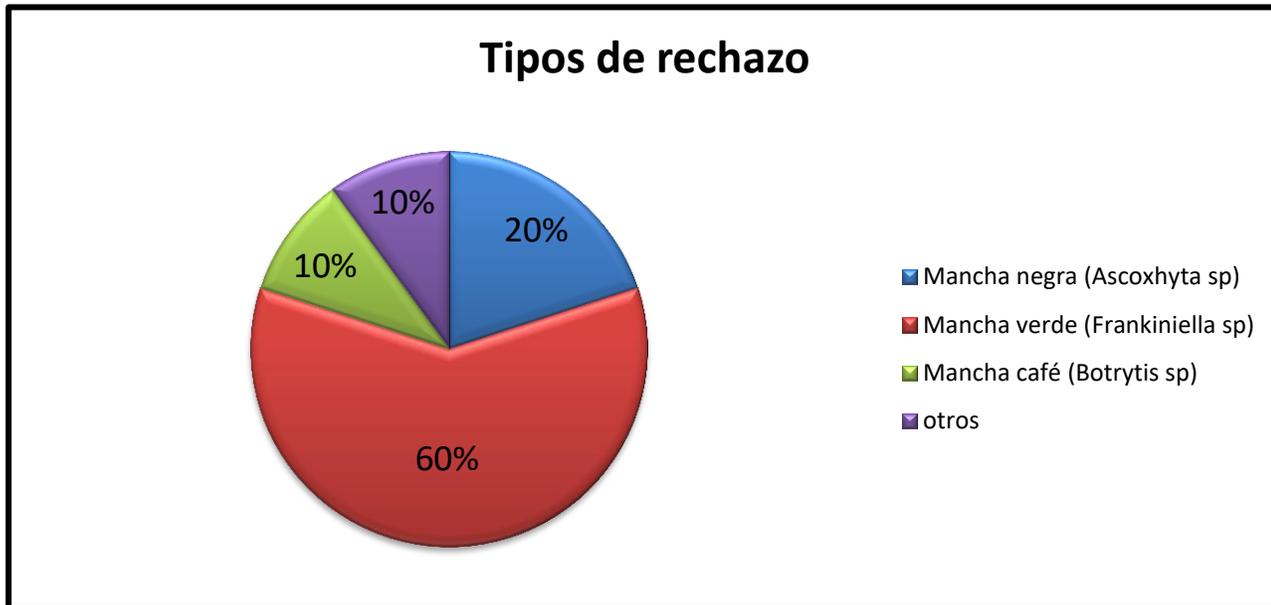
Durante el diagnóstico realizado en la finca, se obtuvieron datos de rechazo de las vainas de arveja durante la temporada 2014 a 2015, estos datos es el promedio de 10 semanas de cosechas, datos que se pueden observar en la figura 18.



Fuente: elaboración propia, con datos de TASA, 2015.

Figura 18. Rechazo, en porcentajes, de la producción de arveja china, dato de 10 semanas de cosechas, en la temporada 2014 a 2105 de la finca Las Gemelas.

Después de obtener los datos de rechazo a nivel general, se obtuvieron los datos, con los encargados del control de calidad en la línea de empaque de la post cosecha, de rechazo específico por problemas, datos que se observan a en la figura 19.



Fuente: elaboración propia, con datos de TASA, 2015.

Figura 19. Porcentajes de rechazo según los problemas en específico de plagas y enfermedades de la finca Las Gemelas, dato promedio de 10 semanas de producción para la temporada 2014 a 2015.

Según los datos obtenidos por el control de calidad de la post cosecha el 90 % del rechazo es por daño de plagas y enfermedades, principalmente por daño de trips en un 60 %, *Ascoxhyta sp* un 10 % y *Botrytis sp* en 10 %.

El rechazo de las vainas de arveja por daño de plagas y enfermedades es un efecto de la falta de planificación de aspersiones para el control de plagas y enfermedades que afecta a la finca lo cual conlleva a diferentes causas provocando efectos que perjudicaban al cultivo de la arveja, por lo que se realizó el árbol de problemas observando el principal problema junto a sus causas y efectos, tal como se observa en la figura 20.

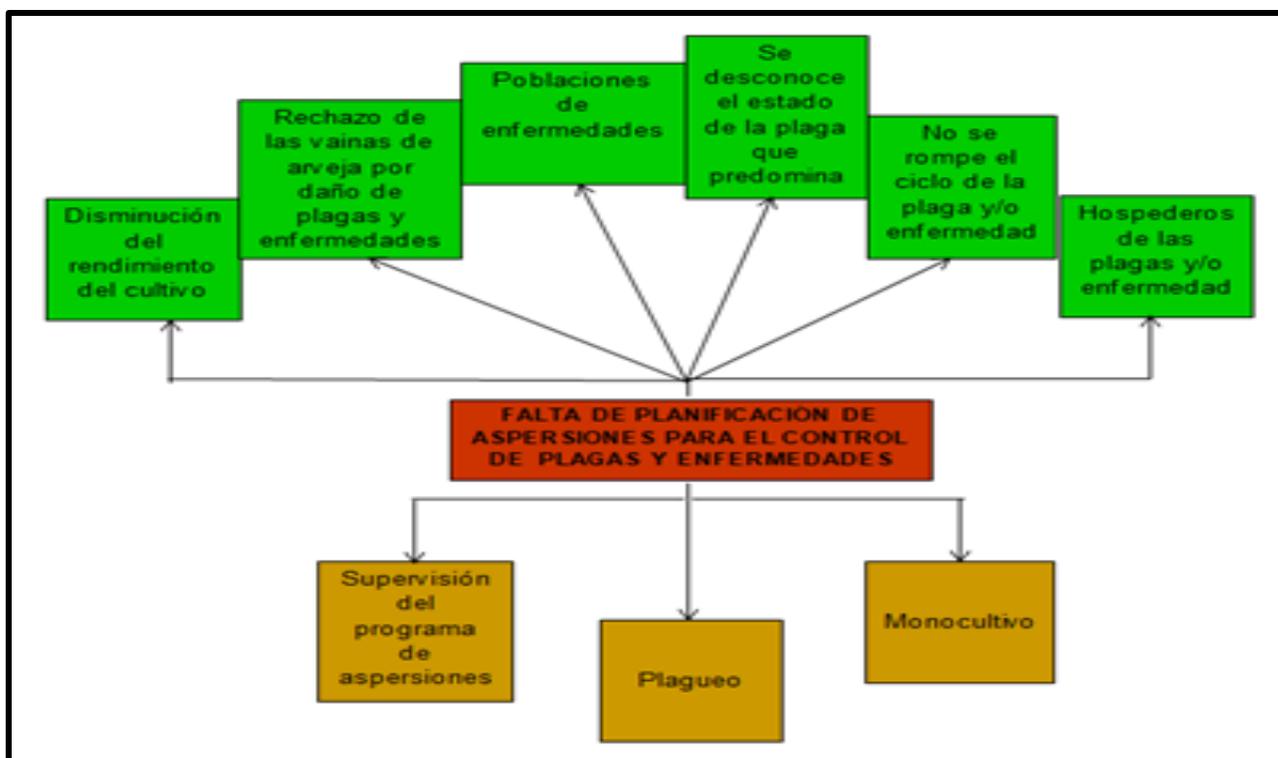


Figura 20. Árbol del problema de rechazo del producto, según los datos obtenidos durante el diagnóstico realizado en la finca Las Gemelas

a. Supervisión del programa de aspersiones

La supervisión del programa de aspersiones es un efecto de la falta de planificación de aspersiones, debido a que el encargado de la finca no tiene una supervisión para velar por el cumplimiento del programa que la empresa ha establecido por escrito.

Al mismo tiempo no hay un programa de aplicaciones específicas en caso de observar el incremento de una plaga y/o enfermedad en específico. Esta efecto conlleva a la disminución del rendimiento de producción por área de siembra debido al daño que provocan las plagas y enfermedades a la vaina de arveja, al mismo tiempo que se corre el riesgo de crear resistencia de los productos químicos al no tener un orden de rotación de los productos, por lo que no se tendrá una efectividad de control.

b. Plagueo

La falta de plagueo en la finca es otro efecto de la planificación de aspersiones, debido a que no existe un monitoreo o plagueo constante en las áreas de producción de la finca por lo que se desconoce el problema que pueda estar afectando al cultivo. Este efecto lleva a desconocer las poblaciones de plagas y enfermedades en las áreas de producción, tampoco se conoce los focos de los brotes de los problemas en las parcelas de producción para realizar aplicaciones específicas, al mismo tiempo al no realizar plagueos se desconoce el estado (huevo, larva, ninfa y adulto) de la plaga que se encuentra en el momento para realizar las aplicaciones dirigidas según el estado de la plaga. Al desconocer dichos efectos de las plagas y enfermedades no se puede realizar un plan para disminuir el problema por lo que causarán daño a las vainas de arvejas.

c. Monocultivo

El monocultivo es otro efecto de la planificación de aspersiones, debido a que al no establecer otros cultivos en las parcelas de producción no se logra romper el ciclo de las plagas y enfermedades que perjudican al cultivo, como por ejemplo la rotación de cultivos como el maíz ayuda a romper el ciclo del trips porque el adulto no se logra establecer en este cultivo. Al mismo tiempo al dejar el rastrojo de las plantaciones anteriores se crea un hospedero para las enfermedades, mismos que al momento de encontrar condiciones ideales y plantaciones jóvenes, serán beneficiados y dañaran los ciclos de plantaciones resientes, dañando las vainas de arveja y provocando el rechazo de la misma.

C. Falta de capacitación para la cosecha

Durante el diagnóstico realizado en la finca Las Gemelas se observó que en las cestas plásticas, donde se colecta las vainas cosechadas, se encontraron diferentes tamaños de vainas de arveja. En la figura 21 se observa, en el lado izquierdo, el tamaño y punto de madurez correcta para la cosecha de arveja, mientras que en el lado izquierdo se observa la diferencia en tamaños y madurez de las vainas. Estas cosechas son des uniformes, porque no existe un tamaño uniforme ni madurez en las vainas de arveja.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 21. Des uniformidad en las cosechas, en la finca Las Gemelas, en el cultivo de arveja.

Para entender la siguiente causa de la des uniformidad en las cosechas se realizó el árbol de problemas para determinar las causas y efectos que están asociados a dicha problemática, mismo que se observa en la figura 22.

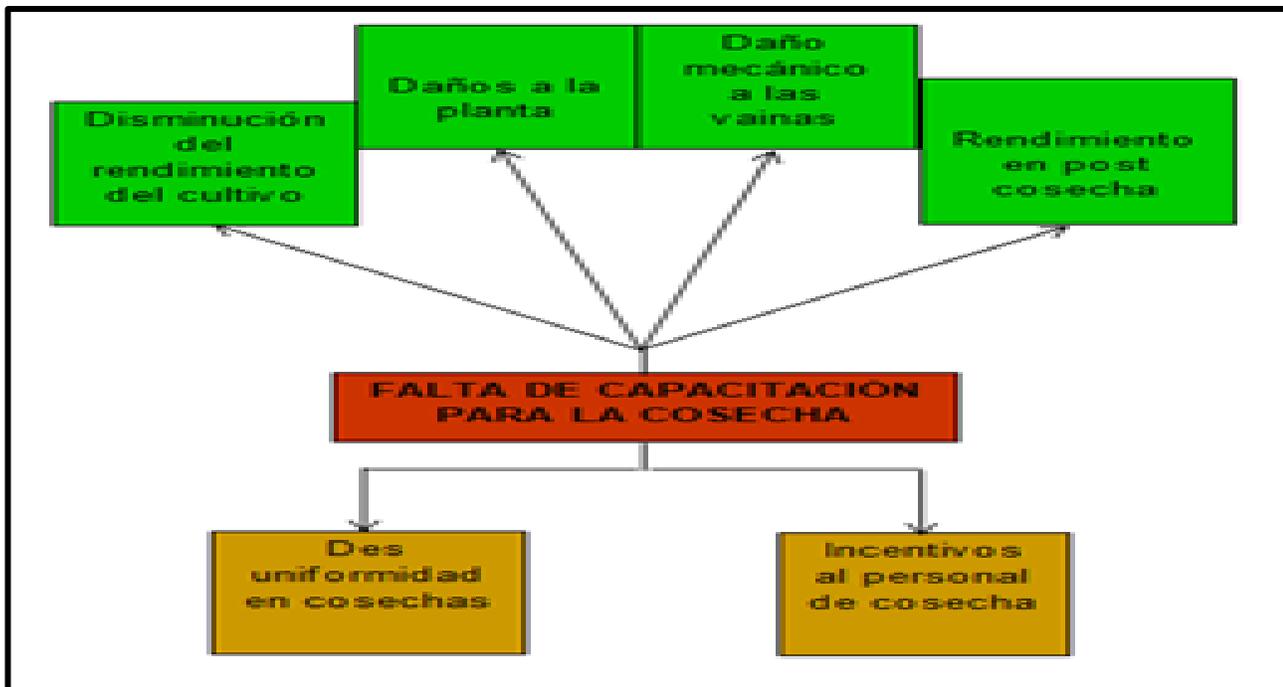


Figura 22. Árbol del problema de des uniformidad en cosechas en la finca Las Gemelas, en el cultivo de arvejas.

a. Des uniformidad en cosechas

La des uniformidad en las cosechas es un efecto de la falta de capacitación para la cosecha, debido a que no existe un programa de capacitaciones anuales o al inicio de las temporadas fuertes de producción, ya que el personal pasa aproximadamente 6 meses sin estar en contacto con la cosecha de arvejas, por lo que al personal se le olvida el estándar de cosecha, mismo que se observó en la figura 21. Esta falta de capacitación en los estándares de cosecha conlleva a la pérdida del rendimiento del cultivo en las áreas de producción, ya que las vainas que no están en el punto óptimo de cosecha no tienen el peso suficiente además serán rechazados en el proceso de empaque.

Al mismo tiempo al cosechar vainas que no se encuentran en el punto óptimo, dejan a la plantación sin vainas para las futuras cosechas, mismas que perjudican al rendimiento del cultivo, por otra parte perjudican el rendimiento del personal de empaque al estar seleccionando los tamaños adecuados de exportación.

b. Incentivos al personal de cosecha

El incentivo (salario) al personal de cosecha es otro efecto en la capacitación falta de capacitación para cosechas al personal, debido a que a las personas se les pagaba Q 0.75 por libra cosechada, de esta forma el personal buscaba cosechar volumen para obtener un mejor salario, pero se pierde la calidad de la cosecha. Al momento de cosechar más volumen se pierde la uniformidad, al mismo tiempo que se tenía mayor daño mecánico en las vainas de arveja porque no se cosechaba con cuidado ni de la forma correcta, también se dañaba la planta de arveja, porque las vainas eran arrancadas (y no cortadas) de la planta provocando de esta manera un desgarre en los tallos de la planta y en otras ocasiones se arrancaban totalmente del suelo, provocando pérdidas en el número de plantas por área de producción y disminuyendo el número de vainas en las futuras cosechas.

En la figura 23 se puede observar la uniformidad que se desea en las cosechas de arveja, tanto en tamaño como en el punto de madurez del mismo.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 23. Uniformidad deseada en las cosechas de arveja, tanto en tamaño como en punto de madurez.

1.6.15. Matriz de priorización de problemas

En el cuadro 3 se puede observar la matriz de priorización de los problemas según los datos recolectados durante el diagnóstico realizado en la finca Las Gemelas.

Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas, según el diagnóstico realizado en la finca Las Gemelas

Criterios	Magnitud	Gravedad	Capacidad	Beneficio	Total
Falta de Asesoría técnica	3	3	2	2	10
Falta de planificación de aspersiones para el control de plagas y enfermedades	3	2	1	2	8
Falta de capacitación al personal para cosechas	2	1	1	1	5

Nota: los valores son en base a la siguiente puntuación: Grave: 3, muy alto: 2 puntos, Alto: 1 punto, bajo: 0 puntos.

Según la matriz de priorización, se determinó en base a puntuación que el problema de falta de asesoría es el principal, con una puntuación de 10 puntos, como segundo problema importante está la falta de planificación de aspersiones para el control de plagas y enfermedades con 8 puntos y como tercer problema, según jerarquía de puntuación se encuentra la falta de capacitación al personal para cosechas con 5 puntos.

1.7. CONCLUSIONES

- Se describieron las actividades necesarias para que el cultivo de arveja se desarrolle entre las cuales se mencionan, la profundidad de siembra, entre el doble o triple del diámetro de la semilla, la adecuada programación de fertilización en base a análisis de suelo y otros métodos como análisis foliar y/o curva de extracción de nutrientes, la adecuada programación para el control de plagas y enfermedades, la adecuada programación de riegos para suminístrale a la planta según su demanda en sus diferentes etapas fenológicas y la planificación semanal de trabajos culturales.
- Se determinó el problema más importante, según la matriz de jerarquización, que afecta el desarrollo del cultivo de la arveja y es la falta de asesoría técnica, con 10 puntos y como uno de los efecto de este problema es la cantidad de agua aplicada al cultivo, el cual es de 2.5 mm/día de lámina bruta, sin tomar en cuenta la evapotranspiración, las etapas fenológicas y el coeficiente del cultivo (kc). Como segundo problema se encuentra la falta de planificación de aspersiones para el control de plagas y enfermedades con 8 puntos y como tercer problema se encuentra la falta de capacitación al personal de cosecha con 5 puntos.

1.8. RECOMENDACIONES

- Implementar un tanque de evaporación a través de una cubeta plástica de 5 gal., que permita medir la cantidad de agua que se necesita aportar a la planta según la evapotranspiración o demanda del cultivo en base a las etapas fenológicas del cultivo según el coeficiente del cultivo (K_c).
- Realizar un análisis fitopatológico del suelo de las áreas del cultivo de la finca, previo al establecimiento de una nueva plantación con fines de observar y determinar posibles enfermedades que puedan perjudicar el rendimiento del cultivo tal como Fusarium.
- A parte de realizar análisis de suelo, para realizar los programas de fertilización, realizar análisis foliar en diferentes etapas fenológicas del cultivo para dar soporte al programa de fertilización o implementar el método de curvas de absorción de nutrientes para detectar los nutrientes necesarios en cada etapa fenológica del cultivo.

1.9. BIBLIOGRAFÍA

1. Agosto, A. 2015. Normativas GLOBAL GAP (entrevista). Sumpango, Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles, S.A. Control de Calidad.
2. Contreras, D. 2011. Diagnostico administrativo municipal. Tesis Lic. Admon. Emp. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. 184 p.
3. Girón, E. 2015. Problemas del cultivo de arveja (entrevista). Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, Finca Las Gemelas, Jefe de Finca.
4. Global GAP. 2014 Normativa global GAP v. 4.0. Consultado 15 jun. 2015. Disponible en <http://www.globalgap.org/es/>
5. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala). 2015. Atlas climatológico (en línea). Guatemala. Consultado 2 abr. 2015. Disponible en www.insivumeh.gob.gt/hidrología/ATLAS_hidrometereologico/atlas_clima.htm
6. Santos, J. 2011. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación, S.A. (GHORTEX, S.A.) Sumpango, Sacatepéquez, manejo de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 133 p.
7. Say, E. 2015. Problemas de calidad en el cultivo de arveja en la (entrevista). Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, Finca Las Gemelas, Gerente General.

1.10. ANEXOS

Anexo I Establecimiento de una cubeta plástica como tanque de evaporación

Para el establecimiento de una cubeta, para determinar la evaporación se necesita de una cubeta plástica de 5 gal., regla de 30 cm y una plataforma. Después de obtener los materiales, se procede a establecer la cubeta de plástico dentro de la parcela, en las siguientes condiciones:

- La cubeta debe quedar totalmente expuesta al sol, no debe quedar en lugares donde tendrá sombra en cierta parte del día.
- Debe quedar sobre una plataforma, mínimo a 5 cm sobre el nivel del suelo para que el aire pueda circular por debajo de la cubeta
- El agua deberá llegar hasta 2 cm antes del límite de la cubeta.
- Las lecturas se realizarán diariamente a la misma hora.
- La cubeta se deberá lavar a cada 8 días, llevando nuevamente hasta nivel 0.

En la figura 24A se puede observar una cubeta plástica utilizada para las lecturas de evaporación en campo, útil para determinar la lámina de riego a aplicar en los cultivos.

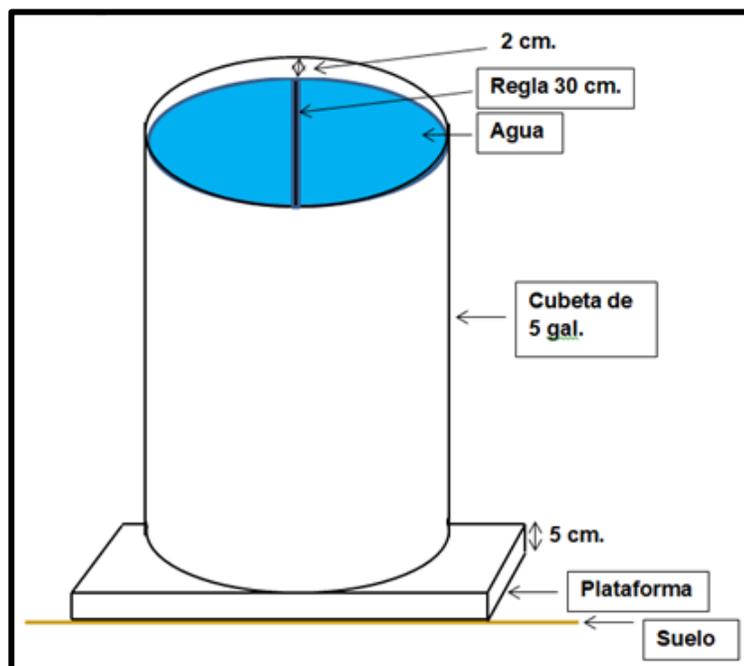


Figura 24A. Cubeta plástica de cinco gal., establecida en campo para las lecturas de evaporación.

CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN EL CULTIVO DE ARVEJA CHINA
(*Pisum sativum* L.) VARIEDAD KAQCHIKEL, EN LA FINCA LAS GEMELAS,
ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

2.1. PRESENTACIÓN

La arveja china (*Pisum sativum* L.) es uno de los principales cultivos como fuente de ingresos económicos para muchas familias, ya sea por siembra del propio agricultor o por formar parte de una empresa que se dedique a la exportación del mismo. En el año 2013 se exportaron 34,923 tm (MAGA, 2014), de ahí donde se observa la importancia del cultivo, principalmente para el departamento de Chimaltenango el cual es el principal productor, con 69 % del total de producción, principalmente por la adaptación al clima.

La empresa agrícola exportadora de ejotes y arvejas Tierra De Arboles S.A., TASA, tiene la mayoría de sus fincas en el departamento de Chimaltenango, durante el recorrido y diagnóstico que se realizó en la finca, se determinó que entre los factores principales que afecta la producción del cultivo es la disponibilidad de agua, durante su ciclo fenológico, principalmente en la época seca. Según los registros de la finca y el personal encargado de riego se determinó que el riego establecido en la finca era de 2.50 mm/día de lámina bruta, sin la utilización de cobertor plástico en el suelo (mulch).

A partir de este dato, nace la interrogante si la cantidad de agua aplicada era el correcto para satisfacer las necesidades de la demanda de agua del cultivo. Es por ello que se realizó la presente evaluación, que consistió en evaluar diferentes láminas de riego aplicado al cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) variedad Kaqchikel, con el propósito de determinar la lámina de riego que obtendrá el mejor rendimiento y las mejores características en las variables de crecimiento, sin la utilización de regulador de crecimiento para la activación del desarrollo vegetativo y brotes. El riego fue constante en el ciclo del cultivo en cada tratamiento y frecuencia constante en todos los tratamientos.

En la finca se cuenta con un área de 11.06 ha, los cuales son regados por un sistema de riego por goteo, que es abastecido por un río, de esta manera se aplica agua al cultivo durante la época seca, pero se desconoce la cantidad de agua, en lámina de riego, que presente un mejor rendimiento según las características del suelo y clima. La investigación tuvo una duración de cuatro meses desde la siembra hasta finalizar las cosechas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

A. Generalidades de la planta

Bolaños, A. (1998), indica que el cultivo de la arveja (*Pisum sativum*, L.) es uno de los más antiguos de la humanidad. La arveja fue la planta con la que Gregorio Mendel, en 1860, estudió los caracteres de la herencia y reconoció que algunos rasgos de la arveja eran dominantes, mientras que otros eran recesivos; los resultados de sus experimentos condujeron a las leyes básicas de la herencia y así nació la ciencia de la genética. La arveja pertenece a la familia de las leguminosas, al igual que el frijol, el garbanzo y la lenteja.

La arveja es muy apreciada y valorada por su valor nutricional y el aporte a la salud de los consumidores. Se consume en fresco o verde y también en estado seco. Las arvejas son ricas en proteínas y carbohidratos, bajas en grasa y constituyen una buena fuente de fibra, vitaminas A, B y C; cuando se consumen frescas o refrigeradas, suministran tiamina y hierro.

B. Descripción botánica

a. Raíz

Terranova, E. (1995) citado por Villar, L., indica que la raíz de la arveja es pivotante, con numerosas raicillas que presenta un sobre crecimiento llamados nódulos y la función que tienen es la de fijar el nitrógeno atmosférico el cual le sirve a la planta como nutriente.

b. Tallo

Terranova, E. (1995) citado por Villar, L., indica que el tallo de la arveja depende de la variedad, puede ser corto, mediano o largo y en todos los casos es hueco, provisto de nudos y de color verde claro.

c. Hojas

Terranova, E. (1995) citado por Villar, L., indica que las hojas son compuestas e imparipinadas, con foliolos elípticos y con bordes ondulados. En las hojas superiores los foliolos se transforman en zarcillos el cual utiliza la planta para sostenerse.

d. Flores

Terranova, E. (1995) citado por Villar, L., indica que son blancas o moradas con nacimiento individual o en racimos, de una o dos flores en el racimo.

e. Fruto

Terranova, E. (1995) citado por Villar, L., indica que el fruto es seco y presenta dehiscencia cuyas vainas encierran semillas lisas o arrugadas con dos cotiledones, sin endospermo y con germinación hipogea.

C. Etapas fenológicas del cultivo

a. Pregerminación

Merino, S. (2015) indica que es cuando la semilla comienza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo aumenta gradualmente de tamaño, según la FAO el consumo de agua en esta etapa es 0.50 la evapotranspiración de referencia consumiendo agua únicamente de la evaporación del suelo.

b. Germinación

Merino, S. (2015) indica que en esta etapa aparece el hipocótilo y la radícula, según la FAO el consumo de agua es de 0.50 la evapotranspiración de referencia, consumiendo agua únicamente de la evaporación del suelo.

c. Formación de hojas verdaderas

Merino, S. (2015) indica que después de emergida la planta empieza a desarrollar un par de hojas verdaderas y se desprenden los cotiledones, según la FAO el consumo de agua es de 0.50 la evapotranspiración de referencia, consumiendo agua únicamente la evaporación del suelo.

d. Desarrollo vegetativo

Merino, S. (2015) indica que después de formarse las primeras hojas verdaderas, sucesivamente se forman los nudos vegetativos, el tallo principal comienza a desarrollarse y aparecen los foliolos y zarcillos, según la FAO el consumo de agua comienza en 0.50 la evapotranspiración de referencia y cada día aumenta el consumo.

e. Floración

Merino, S. (2015) indica que los botones florales al formarse crecen encerrados por las hojas superiores produciéndose la fase de fecundación, según la FAO el consumo de agua continúa del desarrollo vegetativo hasta llegar a 1.15 la evapotranspiración de referencia.

f. Fructificación

Merino, S. (2015) indica que las vainas alcanzan 1 cm de largo, los pétalos se marchitan y caen, según la FAO el consumo de agua en esta etapa de 1.15 la evapotranspiración de referencia y es aquí donde se da el mayor consumo de agua del cultivo, ya que se mantiene por 30 días con el mismo consumo de agua debido a las exigencias por el crecimiento de las vainas.

g. Maduración y cosecha

Merino, S. (2015) indica que las vainas alcanzan un tamaño promedio de 8 a 9 cm, se da la cosecha de las vainas y comienza el marchitamiento de la parte inferior de la planta.

Según la FAO el consumo de agua en esta etapa decae de 1.15 hasta 1.10 la evapotranspiración de referencia.

D. Manejo del cultivo

a. Clima

Gudiel, V. (2008) sugiere que el clima para el cultivo de la arveja sea templado y frío, a una altura entre los 1,500 m a 2,500 m s.n.m., temperaturas ambientales entre los 10 °C y 28 °C. La precipitación pluvial debe estar entre los 1,500 mm/año a 2,000 mm/año.

b. Suelo

Gudiel, V. (2008) indica que el cultivo de la arveja, prefiere los suelos francos, francos arcillosos, profundos, buen contenido de materia orgánica, bien drenados y un pH de 6.0.

c. Época de siembra

Gudiel, V. (2008), indica que el cultivo de arveja puede cultivarse todo el año, pero en la época seca es con riego. La mayoría de variedades son preferiblemente cultivadas de agosto a febrero.

d. Preparación del terreno

Gudiel, V. (2008) recomienda que la preparación del terreno para el cultivo de la arveja, se deba realizar 30 días antes de la siembra, arando a una profundidad de 0.30 m con 2 pasos de rastra. Es aconsejable que antes de pasar la rastra se aplique de 1,590 kg/ha a 2,500 kg/ha de fertilizante orgánico (1,136 kg/mz a 1,818 kg/mz).

e. Siembra

Gudiel, V. (2008) recomienda que la siembra de la arveja se realice directamente en el terreno sobre los surcos marcados, utilizando 48 kg de semilla/ha (33 kg/mz).

f. Colocación de postes o tutores

Gudiel, V. (2008) indica que la colocación de los postes (tutores) en el cultivo de arveja, debe realizarse diez días después de la siembra, colocando un poste a cada 5 m para las variedades enanas y a cada 4 m para las variedades gigantes a lo largo de la hilera.

g. Colocación de rafia plástica

Gudiel, V. (2008) recomienda que en cada surco de arveja, la primera hilera de rafia se coloque a 0.10 m de la superficie del suelo cuando el cultivo tenga 15 días de sembrado y las demás con un espacio de una semana.

h. Fertilización

Gudiel, V. (2008) indica que para obtener una producción de 9,090 kg/ha, el cultivo extrae del suelo 125 kg de nitrógeno, 45 kg de fósforo y 79 kg de potasio.

E. Protección del cultivo

a. Insectos

Prieto, G. (2010) indica que dentro de las plagas insectiles que afectan el cultivo de arveja, son los pulgones de la arveja (*Acyrtosiphon pisum*), el trips (*Frankiniella* sp.), el gorgojo del grano (*Bruchus pisorum*), y los gusanos cortadoras (*Agrotis* sp.).

b. Enfermedades

Prieto, G. (2010) indica que las enfermedades, del cultivo de la arveja, se pueden clasificar en enfermedades de cuello y raíz, entre las que se mencionan al marchitamiento producido por *Fusarium oxysporum* f pisi, la podredumbre, producida por diversos agentes patógenos como *Fusarium solani* f pisi, y el complejo de hongos causante del Damping off (*Pythium* sp, y *Rhizoctonia* sp).

Para estas enfermedades, las alternativas de control son el tratamiento de semillas, la rotación de cultivos y el uso de variedades tolerantes a estas enfermedades.

Dentro las enfermedades foliares causadas por hongos, está el Oidio (*Erysiphe* sp), la Antracnosis (*Ascochyta pisi*) y el Mildiu (*Peronospora pisi*).

c. Cosecha

Bolaños, A. (1998) indica que la cosecha del cultivo de la arveja, inicia entre los 65 y 70 días después de la siembra, cortando las vainas tiernas que tengan como mínimo 6 cm de largo y máximo 10 cm.

d. Post cosecha

En Guatemala la mayoría de producción de arveja es destinada a la exportación a Estados Unidos y países Europeos. Los cuales después de la cosecha son procesados y empacados listos para la exportación.

F. Importancia del agua en las hortalizas

a. Láminas de riego sobre el rendimiento del cultivo de plátano

Navarro, J. (2003) realizó una evaluación del efecto de cuatro láminas de riego en el cultivo del plátano (*Musa paradisiaca* var Curraré) en el departamento de Quetzaltenango, los tratamientos aplicado fueron 345.63 mm (T1), 626.08 mm (T2), 830.28 mm (T3) y 1,003.20 mm (T3) con rendimientos de 35,0632.40 kg/ha, 41,466.60 kg/ha, 46,292.50 kg/ha y 45,215.35 kg/ha respectivamente, concluye que para los tratamientos 1 y 2 existió un déficit de agua, según la demanda y para los tratamientos 3 y 4 existió un exceso de agua según la demanda de agua del cultivo, pero presentaron mejores rendimientos.

b. Láminas de riego sobre la brotación de yemas en caña de azúcar

Porres, J. (2009) realiza una investigación en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para cuantificar el efecto del riego en la etapa de macollamiento (etapa fisiológica de un cultivo en la cual se obtienen de una misma planta varios tallos) y elongación, sobre el rendimiento, producción, altura y población. Porres, J. (2009) describe en los resultados que sí existe pequeñas diferencias entre tratamientos en la etapa de macollamiento y en la etapa de elongación.

Es claro observar las diferencias en la disponibilidad de agua para las plantas, en la que se concluye que para obtener los mejores resultados en el cultivo de caña de azúcar se debe aplicar agua de riego en la etapa de macollamiento como en la etapa de elongación.

G. El riego en el cultivo de la arveja

- Valenzuela, P. (1975), describe que el riego por goteo, consiste principalmente en llevar el agua hasta las raíces de las plantas a través de su sistema de tubos y hacerla salir en forma de gotas por medio de dispositivos específicos llamados emisores. De esta manera es posible dar el agua a las plantas debidamente dosificadas en cantidad y en tiempo.
- Flores, M. (2009), indica que el crecimiento de una planta se ve afectado con la disponibilidad de agua que ella tenga, el crecimiento se ve disminuido en aquellas plantas en las que el aporte de agua es insuficiente para responder a la demanda del vegetal, con ello se produce una pérdida de turgencia, además se detiene la multiplicación celular y la elongación de las células.
- Gil, J. (2001) realiza un estudio, con un sistema de riego por goteo, en dos tipos de suelo, uno es un franco-arenoso y el otro es un franco arcilloso con el objetivo de determinar sus características hidroedafológicas.

En la cual describe en sus resultados que en ambos tipos de suelo a medida que se incrementa el volumen de agua aplicado al suelo, avanzará tanto en profundidad como en sentido horizontal desde el emisor, aumentando por supuesto el volumen de suelo mojado.

H. Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Departamento de recursos hídricos (2012), indica que la evapotranspiración del cultivo se calcula multiplicando ETo por Kc el cual es un coeficiente que expresa la diferencia entre la evapotranspiración de la superficie cultivada y la superficie del pasto de referencia. Esta diferencia puede ser combinada dentro de un coeficiente único o integrado del cultivo, o puede ser separada en dos factores que describen por separado las diferencias en evaporación y transpiración entre las dos superficies. La selección del procedimiento a seguir dependerá del propósito del cálculo, la precisión requerida, la disponibilidad de datos climáticos y la escala temporal bajo la cual se realizan los cálculos.

I. El coeficiente del cultivo

FAO, (2006), indica que el consumo de agua o evapotranspiración que ocurre en una superficie cultivada puede ser estimada a partir de datos meteorológicos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad de viento) empleando el modelo de Penman-Monteith sugerido por la Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La falta de información confiable respecto al modo en que estas afectan al cultivo, como varían durante el crecimiento y el comportamiento de este, determina que el modelo se emplee para determinar la evapotranspiración de referencia (ETo). Esta es la evapotranspiración que se presenta en un cultivo hipotético, cuyas características son conocidas y que corresponde a un cultivo de pasto de altura uniforme, bien regada y en óptimas condiciones de crecimiento.

Las diferencias en evaporación y transpiración del cultivo de referencia con respecto a un cultivo en particular, son integradas en un factor conocido como coeficiente de cultivo (Kc).

De este modo, la K_c permite calcular el consumo de agua o evapotranspiración real (et_{max}) de un cultivo en particular a partir de la evapotranspiración de referencia (ET_o) a través de: $et_{max} = K_c * ET_o$.

J. Factores que determinan el coeficiente del cultivo

FAO, (2006), describe que el coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo típico de campo del pasto de referencia, el cual posee una apariencia uniforme y cubre completamente la superficie del suelo, los cuales se describen a continuación:

a. Tipo de cultivo

FAO, (2006), indica que debido a las diferencias en albedo, altura del cultivo, propiedades aerodinámicas, así como características de los estomas y hojas de las plantas, se presentarán diferencias entre la evapotranspiración de un cultivo bien desarrollado y regado y la de referencia ET_o .

b. Clima

FAO, (2006), indica que las variaciones en la velocidad del viento afectan el valor de la resistencia aerodinámica de los cultivos y por lo tanto los valores del coeficiente del cultivo, especialmente en aquellos cultivos que posean una altura significativamente mayor a la del cultivo hipotético del pasto.

La diferencia entre la resistencia aerodinámica del pasto de referencia y la de otros cultivos agrícolas es, no sólo específica del tipo de cultivo, sino que depende además de las condiciones climáticas y la altura del cultivo. Debido a que las propiedades aerodinámicas son más pronunciadas en la mayoría de los cultivos agrícolas, al compararse con el pasto de referencia, el cociente entre et_{max} y ET_o (o sea K_c), aumenta en la mayoría de los cultivos cuando la velocidad del viento aumenta y cuando la humedad relativa disminuye.

En condiciones de una mayor aridez climática y de una mayor velocidad del viento, los valores de K_c aumentan. Por otro lado, en climas húmedos y en condiciones de velocidades del viento bajas, los valores de K_c disminuyen.

c. Evaporación del suelo

FAO, (2006), indican que las diferencias en la evaporación del suelo y la transpiración del cultivo, que existen entre los cultivos de campo y el cultivo de referencia, están incorporados en el coeficiente del cultivo. El valor del coeficiente K_c para cultivos que cubren completamente el suelo refleja principalmente las diferencias en transpiración, debido a que la evaporación que ocurre en el suelo es relativamente pequeña.

Después de un evento de lluvia o riego, el efecto de evaporación es predominante cuando el cultivo es pequeño y sombrea escasamente el suelo. En esas condiciones de poca cobertura, el coeficiente K_c está determinado principalmente por la frecuencia con la cual se humedece la superficie del suelo. Cuando el suelo se encuentra humedecido la mayoría del tiempo debido al riego o la lluvia, la evaporación en el suelo será significativa y el valor de K_c puede exceder a la unidad. Por otro lado si la superficie del suelo está seca, la evaporación será restringida, traduciéndose en un valor de K_c pequeño, pudiendo incluso alcanzar valores tan bajos como 0.10.

K. Determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)

La ET_o puede también estimarse a partir de la evaporación de una superficie de agua. El procedimiento para obtener los valores de la ET_o a partir de los datos del tanque evaporímetro, son:

a. Tanque clase A

FAO, (2006), indica que el tanque clase A es circular, de 1.20 m de diámetro y 0.25 m de profundidad. Está construido de hierro galvanizado o de láminas de metal (0.80 mm). El tanque se sitúa sobre una plataforma de madera en forma de reja que se encuentra a 0.15 m por encima del nivel del suelo.

El tanque debe estar a nivel, una vez instalado, el tanque se llena con agua hasta 0.05 m por debajo del borde y el nivel del agua no debe disminuir hasta más de 0.075 m por debajo del borde. El agua debe ser regularmente cambiada, al menos semanalmente, para eliminar la turbidez.

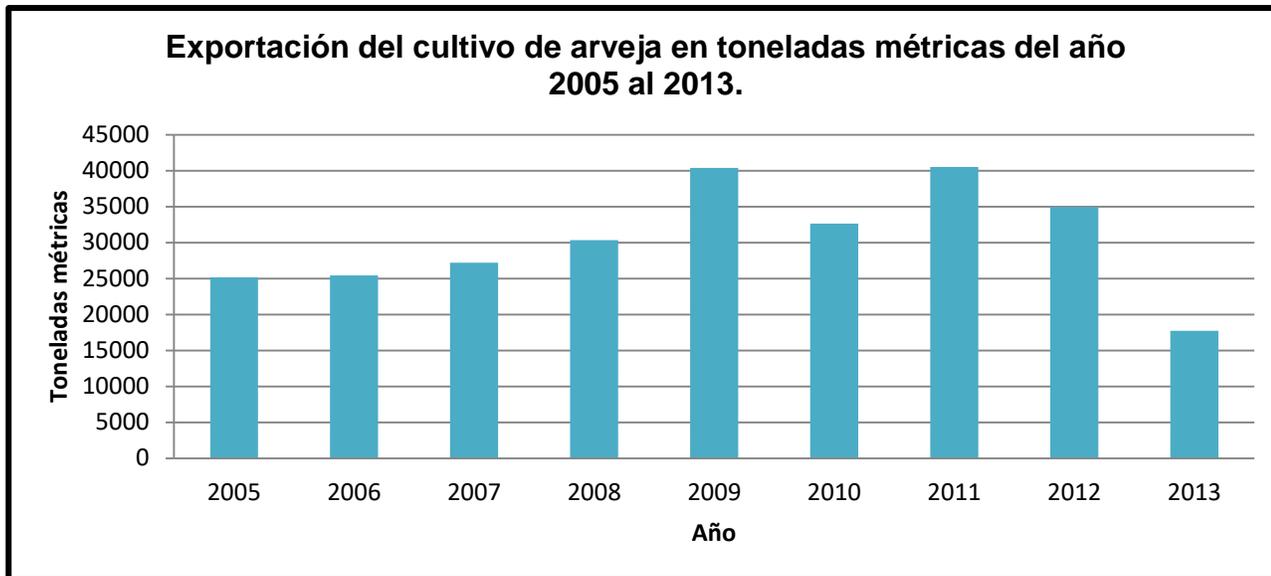
Si el tanque es galvanizado, debe ser pintado anualmente con pintura de aluminio, se debe evitar las mallas sobre los tanques, los tanques deben ser protegidos con mallas de seguridad para evitar el acceso de los animales, el lugar de instalación debe estar cubierto preferentemente con pasto, en un área de 20 m x 20 m, abierto a todos lados para permitir la circulación del aire. Es preferible que la estación se encuentre situada en el centro o dentro de grandes campos cultivados, las lecturas del tanque se realizan diariamente temprano en la mañana a la misma hora que se mide la precipitación. El área estable produce comúnmente un cilindro de metal de cerca de 0.10 m de diámetro y 0.20 m de profundidad con una pequeña abertura en la base para permitir el flujo de agua.

L. Importancia socio-económica

DeGuate.com (2014), indica que la arveja es considerada un vegetal gurmé de alta calidad, que posee un buen sabor y muchos nutrientes, por lo que es cotizado en los mercados de Norteamérica y Europa. El cultivo de la arveja es muy sencillo y además muy rendidor. En la actualidad es un cultivo que se ha intensificado, aprovechándose de ella su semilla y su vaina para el consumo humano y como leguminosa verde para forraje.

DeGuate.com (2014), indica que la arveja china se ha convertido en sinónimo de empleo y desarrollo en el altiplano central del país. Este cultivo fue introducido en la década de 1970 y es la principal fuente de trabajo para decenas de familias y pequeños empresarios que han dado a conocer al mundo la calidad y trabajo de los agricultores guatemaltecos. Durante el año 2013 la cosecha de arveja alcanzó 34,923 tm (MAGA, 2014), generando de esta manera 13,537 empleos permanentes.

En la figura 25 se puede observar las toneladas métricas exportadas del cultivo de la arveja china durante los años del 2005 a 2013, según las exportaciones.

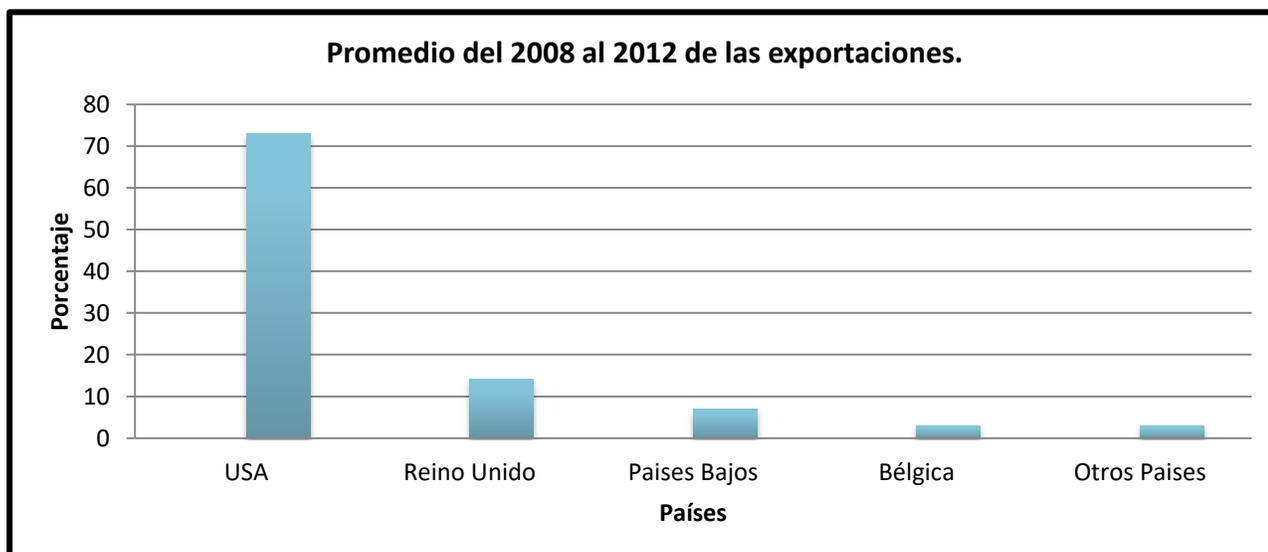


Fuente: DIPLAN-MAGA, BANGUAT, 2005 a 2013.

Figura 25. Exportación de arveja en toneladas métricas del año 2005 al año 2013.

a. Destino del comercio de arveja china a nivel mundial

En la figura 26 se puede observar el destino que toman las exportaciones de arvejas, en el comercio exterior, expresado en porcentajes en base a los volúmenes del producto. Se puede observar que en primer lugar con más del 50 % de las exportaciones van dirigidas a Estados Unidos, en segundo lugar Reino Unido y tercer lugar los Países Bajos.

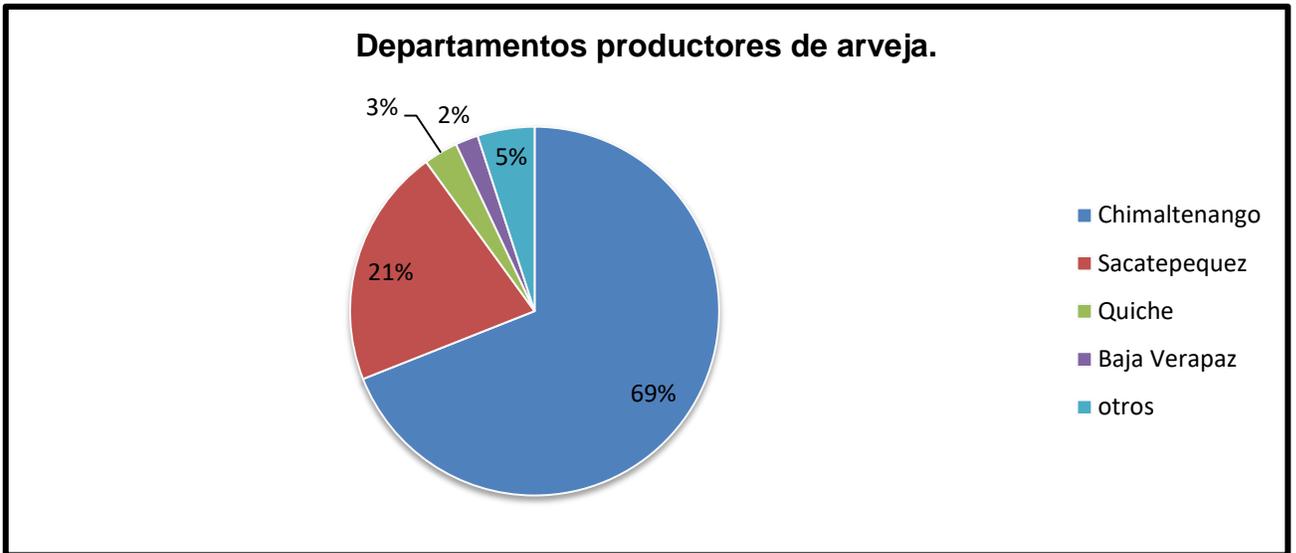


Fuente: DIPLAN-MAGA, BANGUAT, 2014.

Figura 26. Destino de las exportaciones de la arveja china en el comercio exterior.

b. Departamentos de Guatemala productores de arveja china

La producción de arveja china en Guatemala está distribuida en cuatro departamentos, principalmente por las condiciones climáticas que favorecen al desarrollo del cultivo. Chimaltenango presenta el 69 % de la producción, seguido de Sacatepéquez con un 21 %, Quiché 3 %, Baja Verapaz 2 % y otros departamentos con el 5 %, tal como se observa en la figura 27.



Fuente: DIPLAN- MAGA, 2014.

Figura 27. Porcentajes de los departamentos productores de arveja en Guatemala.

c. Área cultivada, producción y rendimientos

En el cuadro 4 se puede observar el área cultivada por año, con la producción total y el rendimiento en kilogramos por hectárea desde el año 2005 hasta el año 2013.

Cuadro 4. Área cosechada por año en hectáreas, producción en kilogramos y rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de arveja del año 2005 al año 2013.

Año	Área cosechada (ha)	Producción (kg)	Rendimiento (kg/ha)
2005	6,980.05	52,766,490.90	7,559.61
2006	7,000.00	40,632,772.72	5,804.68
2007	6,470.45	42,088,613.63	6,504.74
2008	6,720.00	42,300,277.27	6,294.68
2009	7,350.00	51,165,077.27	6,961.23
2010	7,273.00	38,271,531.81	5,262.13
2011	7,350.00	39,690,909.09	5,400.12
2012	7,560.00	39,936,363.63	5,282.58
2013	7,630.00	40,559,090.90	5,315.73

Fuente: DIPLAN-MAGA, BANGUAT, 2014.

2.2.2. Marco referencial

A. Arveja china variedad Kaqchikel

La variedad Kaqchikel, es la variedad de arveja que se utilizó en la presente investigación y según Gudiel, V. (2008), indica que esta variedad presenta las siguientes características:

- Inicio de cosecha: 68 a 70 días después de la siembra.
- Altura de planta: 0.75 m a 1.50 m.
- Número de nudos a primera flor: 14 a 15.
- Número de flores por nudo: 2.
- Longitud de las vainas: 8 cm a 10 cm.
- Buena resistencia a mildiu polvoriento.
- Rendimiento: bajo buenas condiciones alcanza 9,545 kg/ha a 11,363 kg/ha.

B. Sistema de riego

Las características del sistema de riego que se utilizó en la presente evaluación de láminas de riego se describen a continuación.

- Cintas de goteo. Ro-Drip Jonh Deere 505-10-750.
- Diámetro exterior 16 mm.

- Calibre de la cinta de riego 125 m.
- Distancia entre goteros: 0.10 m.
- Longitud de laterales 12 m.
- Distanciamiento entre laterales 1 m.
- Número de laterales por tubería terciaria 12.
- Presión nominal de la cinta: 8 PSI.
- Caudal del gotero 0.54 L/h (aforo cuadro 11).
- Diámetro de la tubería principal 4 in.
- Diámetro de la tubería secundaria 2 in.
- Longitud de la tubería secundaria 55 m.
- Diámetro de la tubería terciaria 1 in.
- Longitud de la tubería terciaria 13 m.
- Número de tuberías terciarias 3.
- Distanciamiento entre tuberías terciarias 13 m.
- Motor para impulsar el agua, Mazda 2010 de 8 cilindros.

C. Antecedentes

Merino, S. (2015), realizó un trabajo de investigación de la duración de la etapas fenológicas y profundidad radicular en el cultivo de la arveja (*Pisum sativum* L.) en la Universidad Técnica de Ambato, con el objetivo principal de mejorar la tecnología de riego del cultivo de la arveja, uno de los objetivos específicos de esta investigación fue la de construir curvas de profundidad radicular de acuerdo a los días de duración de cada etapa.

Según los resultados obtenidos en la etapa inicial del cultivo, las raíces alcanzaron una profundidad promedio de 0.079 m, en la etapa de desarrollo, las raíces alcanzaron una profundidad promedio de 0.14 m, en la etapa intermedia.

Bracamonte, O. (1998), realizó una evaluación de frecuencias de riego en el cultivo del miltomate (*Phisalis philadelphica* Lam.), en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), en el departamento de Guatemala.

En la cual menciona que uno de los problemas ligados al cultivo es que en la época seca se desconoce la lámina de agua y número de riegos a aplicar en el ciclo del cultivo para que alcance los mayores rendimientos. El principal objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del intervalo de riego y la lámina de riego para el cultivo del miltomate. Bracamonte, O. (1998) determinó que entre menor sea el intervalo de riego, mayor será el número de riegos, por lo tanto una mayor cantidad de agua aplicada al cultivo y se obtiene un mayor rendimiento, bajo las condiciones de dicha investigación. Con una lámina total aplicada al cultivo de 173.95 mm obtuvo un rendimiento de 18,324 kg/ha y para una lámina de 123.28 mm obtuvo un rendimiento de 13,777 kg/ha.

Mazariegos, A. (1997), realizó una evaluación de tres frecuencias de riego en Hierba mora (*Solanum* sp), en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), en el departamento de Guatemala, para determinar los requerimientos de agua de la planta para su establecimiento en época seca, en dicho estudio se evaluaron tres frecuencias de riego de 5, 10 y 15 días y se realizaron tres cosechas (corte del follaje). El consumo de agua y el rendimiento fueron los siguientes, para un consumo de 206 mm se obtuvo un rendimiento de 41,246.93 kg/ha, para un consumo de 164 mm se obtuvo un rendimiento de 39,750.17 kg/ha y para un consumo de 154 mm se obtuvo un rendimiento de 31,387.63 kg/ha. El mayor consumo de agua fue para la primera y segunda cosecha y el mejor rendimiento fue para la tercera cosecha.

D. Descripción de la aldea El Llano, del municipio de Zaragoza.

a. Ubicación

Contreras, D. (2011), Indica que la aldea El Llano se localiza en una latitud Norte 14°39'13" y una longitud Oeste de 90°51'47" a una altura de 1,849 m s.n.m., en el municipio de Zaragoza del departamento de Chimaltenango, El principal acceso es sobre la ruta interamericana CA-1 en el kilómetro 60.50. El municipio de Zaragoza cuenta con una extensión territorial de 56 km², con una distancia de la cabecera departamental de 13 km y de la ciudad capital 64 km.

El casco urbano cuenta con una extensión aproximada de 1.50 km². En el municipio de Zaragoza, en la aldea El Llano se encuentra ubicado la finca Las Gemelas, tal como se muestra en la figura 28.



Fuente: Google Earth, 2015.

Figura 28. Mapa de ubicación geográfica de la finca Las Gemelas en la aldea El Llano del municipio de Zaragoza.

b. Geografía

Contreras, D. (2011), indica que La finca Las Gemelas colinda al Norte con la aldea El Llano, al Sur con el caserío Yerbabuena, al Este con el caserío Yerbabuena y al Oeste con la aldea Puerta Abajo.

c. Clima

Contreras, D. (2011), indica que el clima de Zaragoza, el cual rodea a la finca Las Gemelas, es templado y frío en diciembre, enero y febrero marcándose dos épocas en el año, la época lluviosa y la época seca. La temperatura media oscila entre los 15 °C y 20 °C. La temperatura máxima oscila entre 26 °C y 29 °C. La temperatura mínima oscila entre 7 °C y 14 °C. Las lluvias promedios anuales son de 1,300 mm. El promedio de la velocidad del viento es de 13.50 km/h entre enero y junio, y de 25 km/h entre junio y diciembre. El promedio de exposición solar es de 6.6 horas diarias, el promedio de enero a marzo es de 7.50 horas y en época lluviosa, de 4 horas diarias.

d. Zona de vida

Contreras, D. (2011), indica que la zona de vida que rodea a la aldea El Llano, donde se ubica la finca Las Gemelas es, el bosque humedo montano bajo subtropical. Se representa por el símbolo bh - MB. La vegetación natural, que es típica de la parte central del altiplano, son los árboles de *Quercus* sp, asociados generalmene con *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. maximinoi*, encontrandose también *Alnus jorellensis*, *Ostrya* sp, *Carpinus* sp, *Pronus capulí*, *Cupressus lisitanica*, *Arbus xacapensis*, *Agnus acuminata* y arbustos.

e. Hidrografía

Contreras, D. (2011), indica que la aldea El Llano, lugar donde se ubica la finca, está regado por los ríos Las Áreas y Blanco.

f. Fauna

Contreras, D. (2011), indica que dentro de su fauna se encuentran: conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*), tacuazin ó sariguella (*Didelphys marsupialis tabascensis*), gato de monte, taltuza (*Geomys hispidus*), armadillo (*Dasipus novencicictus fenestratus*), comadreja (*Mustela nivalis*) y algunas especies de reptiles.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Iniciar un proceso de mejoramiento del riego en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.), en la finca Las Gemelas, aldea El Llano, Zaragoza, Chimaltenango.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento del cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) bajo el efecto de diferentes láminas de riego aplicado al cultivo.
2. Determinar las variables de crecimiento del cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.), tales como el número de frutos por planta, altura de la planta y longitud de las vainas de arveja, bajo el efecto de diferentes láminas de riego aplicadas al cultivo.
3. Determinar las láminas totales de riego aplicados a los diferentes tratamiento así como los consumos de agua del cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.).

2.4. HIPÓTESIS

Ho = hipótesis nula

No existe diferencia significativa el rendimiento del cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) en todos los tratamientos, con un nivel de significancia del 95 %, de las láminas de riego aplicado al cultivo.

Ha = Hipótesis alternativa

Al menos un tratamiento presenta diferencia significativa en el rendimiento del cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) con un nivel de significancia del 95 %, de las láminas de riego aplicado al cultivo.

2.5. METODOLOGÍA

2.5.1. Características del entorno de la parcela

A. Suelo

a. Características físicas

Las características del suelo, de la parcela utilizada para la evaluación, se pueden observar en el cuadro 5, según el análisis físico realizado con las muestras tomadas en campo; se tomaron ocho muestras en puntos diferentes, en la parcela de evaluación (figura 30) para obtener una muestra representativa, en dos estratos diferentes, de 0 cm a 30 cm y de 30 cm a 60 cm.

Cuadro 5. Análisis físico del suelo, de la parcela.

IDENTIFICACIÓN		Densidad aparente (g/cm ³)	HUMEDAD (%)		%			CLASE TEXTURAL
			1/3	15	Arcilla	Limo	Arena	
M-1	0 a 30 cm	1.11	25.23	15.88	24.19	26.92	48.89	Franco arcillo arenoso
M-2	30 a 60 cm	1.11	25.18	15.70	28.39	24.82	46.79	Franco arcillo arenoso

Fuente: laboratorio de análisis de suelo, agua y planta, FAUSAC, 2015.

b. Humedad disponible

Después de obtener los datos del análisis físico del suelo de la parcela, se pueden realizar los cálculos para determinar la humedad disponible para las plantas; determinando la lámina de humedad disponible (LHD) y la lámina de humedad rápidamente aprovechable (LARA), los cálculos y fórmulas se muestran a continuación.

La fórmula utilizada para determinar la lámina de humedad disponible es la siguiente:

$$\text{LHD} = \frac{(\text{CC} - \text{PMP}) * \text{Da} * \text{Prof}}{100}$$

En dónde:

LHD = Lámina de humedad aprovechable, cm.

CC = Capacidad de campo (porcentaje de humedad a 1/3 de atm).

PMP = Punto de marchitez permanente (porcentaje de humedad a 15 atm).

Da = Densidad aparente; g/cm³.

Prof = Profundidad del suelo.

Para obtener el dato de la lámina de humedad disponible, se sustituyen los datos del cuadro 5 (análisis físico del suelo) en la fórmula, tal como se muestra a continuación:

$$\text{LHD (0 a 30)} = \frac{(25.23 - 15.88) * 1.11 \text{ g/cm}^3 * 30 \text{ cm}}{100} = \mathbf{3.11 \text{ cm.}}$$

$$\text{LHD (30 a 60)} = \frac{(25.18 - 15.7) * 1.11 \text{ g/cm}^3 * 30 \text{ cm}}{100} = \mathbf{3.15 \text{ cm.}}$$

La fórmula para determinar la lámina de humedad rápidamente aprovechable es la siguiente:

$$\mathbf{LARA = LHD * DPM}$$

En donde:

LARA = Lámina de humedad rápidamente aprovechable; cm.

LHD = Lámina de humedad disponible; cm.

DPM = Déficit permitido de manejo (cuadro 33A). Para la presente evaluación se consideró un DPM de 30 %.

Para obtener el dato de la lámina de humedad rápidamente aprovechable, se sustituyen los datos en la fórmula, tal como se muestra a continuación:

$$\text{LARA (0 a 30)} = 3.11 \text{ cm} * 0.30 = \mathbf{0.93 \text{ cm.}}$$

$$\text{LARA (30 a 60)} = 3.15 \text{ cm} * 0.30 = \mathbf{0.945 \text{ cm.}}$$

En el cuadro 6 se observa el resumen de la lámina de humedad disponible y la lámina de humedad rápidamente aprovechable, con las características físicas que presenta el suelo de la parcela después del análisis físico de laboratorio.

Cuadro 6. Lámina de humedad aprovechable y lámina de humedad rápidamente aprovechable, en la parcela de la evaluación.

Profundidad (cm)	Humedad (%)		Da (g/cc)	LHD (mm)	LARA (mm)
	CC (1/3 atm)	PMP (15 atm)			
0 a 30	25.23	15.88	1.11	31.10	9.30
30 a 60	25.18	15.70	1.11	31.50	9.45
Totales				62.60	18.75

Fuente: laboratorio de análisis de suelo, agua y planta, FAUSAC, 2015.

B. Clima

Los datos del clima, (temperatura, precipitación y evaporación) se obtuvieron de la estación meteorológica del INSIVUMEH, ubicado en el ICTA Chimaltenango.

a. Temperatura

Los datos de temperatura que se presenta a continuación, son datos que se presentó durante el período de evaluación de las láminas de riego.

- Mínima: 10.20 °C.
- Media: 16.70 °C.
- Máxima: 23.20 °C.

b. Precipitación

Los datos de precipitación, son datos obtenidos durante el período de evaluación de las láminas de riego.

- Precipitación 44.70 mm en todo el ciclo del cultivo.

c. Evaporación (tanque clase A)

Los datos de evaporación, son datos obtenidos durante el período de evaluación de las láminas de riego.

- Evaporación: 4.09 mm mensuales.

C. Fuente de agua

La fuente de agua de la cual se abastece la finca para la época seca es a través de una presa colocada en un río, el cual es abastecido por tres nacimientos en la cercanía de la presa. En la época seca se tiene el cálculo que el afluente logra aportar un caudal de 7 L/s. El agua se toma de la presa, a través de una tubería de 4 in, por un motor Mazda 2010 de 8 cilindros, que hace pasar el agua a través de unos filtros de arena y posteriormente el agua es impulsada a cada llave de paso colocado en la finca.

2.5.2. Tratamientos

Los tratamientos se establecieron en base a los datos promedios de evapotranspiración de referencia (ET_o) de doce años, obtenidos a través del tanque de evaporación que se encuentra ubicado en el ICTA Chimaltenango. Santos, L. (2011) estableció los tiempos y turnos de riego en la finca Las Gemelas, los cuales estableció una lámina bruta (L_b) de 5 mm por riego, en base a los datos de ET_o que se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. ETo media mensual en mm/día del año 1990 a 2003, en base a datos del tanque de evaporación tipo A.

Año	Meses (Eto mm/día)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1990	2.70	2.30	4.20	4.30	3.80	3.40	3.60	3.10	3.30	2.80	2.40	2.20
1991	2.40	3.50	4.50	4.00	6.50	3.40	3.30	3.00	2.80	2.10	2.40	2.20
1992	2.50	3.50	4.10	4.00	3.30	3.00	3.20	3.10	2.40	2.40	2.10	2.80
1993	2.70	3.60	3.60	3.90	3.30	4.30	3.30	2.90	3.30	2.70	2.20	2.40
1994	2.40	3.10	4.00	3.60	4.00	3.30	3.20	2.50	3.00	2.70	2.10	2.40
1995	2.50	3.00	4.10	4.30	4.20	5.70	3.00	3.00	4.40	3.30	2.30	2.20
1996	2.70	3.10	3.80	4.60	4.30	3.80	3.80	2.80	2.90	2.70	2.30	2.60
1997	2.70	2.70	3.80	4.20	4.00	3.30	3.80	3.00	4.60	2.90	1.80	2.00
1998	2.00	3.10	4.00	4.10	4.20	3.30	3.40	2.90	3.30	2.70	2.20	2.30
2001	3.90	3.60	4.60	1.90	5.30	3.80	4.00	2.90	3.90	3.60	3.30	3.20
2002	4.00	4.00	4.90	5.30	3.90	4.10	3.80	3.30	3.40	3.30	3.20	2.90
2003	3.00	3.20	4.10	4.60	4.00	3.50	3.50	3.10	3.40	2.80	2.40	2.50
ETo promedio del tanque	2.80	3.20	4.10	4.10	4.20	3.70	3.50	3.10	3.40	2.80	2.40	2.50

Fuente: Santos L. (2011), con datos del INSIVUMEH, estación ICTA Chimaltenango, 1990 a 2003.

Para definir los tratamientos, se basó en el promedio más alto de la época seca, dado que:

$$Et \text{ max o } Ln = Kc * Eto$$

En donde:

Et max o Ln = Evapotranspiración del cultivo o lámina neta; mm/día.

Eto = Evapotranspiración de referencia; mm/día (se tomó el promedio más alto de la época seca).

Kc = Coeficiente del cultivo; adimensional.

Esta lámina neta diaria fue transformada a lámina bruta (Lb) considerando una eficiencia de riego de 84 %, dado que:

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

En donde:

Lb = Lámina bruta; mm/día.

Ln = Lámina neta; mm.

Ef = Eficiencia del sistema de riego (84 %).

El riego en cada tratamiento consistió en aplicar la lámina bruta calculada a cada parcela bruta establecida, considerando una frecuencia de riego para el presente proyecto de dos días. En el cuadro 8 se observa el resumen de las láminas de riego aplicadas como tratamientos en el cultivo de arveja china, tomando como base el promedio más alto de la ETo (4.2 mm) como se observó en el cuadro 7.

Cuadro 8. Resumen de los tratamientos utilizados en la investigación.

Tratamientos	Descripción				
	Kc	ETo	Lámina neta; Ln (mm/día)	Lámina bruta; Lb (mm/día)	Lámina bruta (mm/riego)
T1	0.40	4.20	1.68	2.00	4
T2	0.50	4.20	2.10	2.50	5
T3	0.60	4.20	2.52	3.00	6
T4	0.70	4.20	2.94	3.50	7

Fuente: elaboración propia, 2016.

2.5.3. Unidad experimental

A. Área experimental

El área experimental de la evaluación de láminas de riego aplicados al cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.) se realizó en un área total de 624 m². La ubicación de la finca se puede observar en la figura 28.

B. Unidad experimental

La unidad experimental de la evaluación de láminas de riego en el cultivo de la arveja, estuvo formado por tres surcos, de esta manera se formaron dieciséis unidades experimentales. Las medidas de cada unidad experimental fueron 12 m de longitud por 3 m de ancho, formando un área de 36 m², (figura 29).

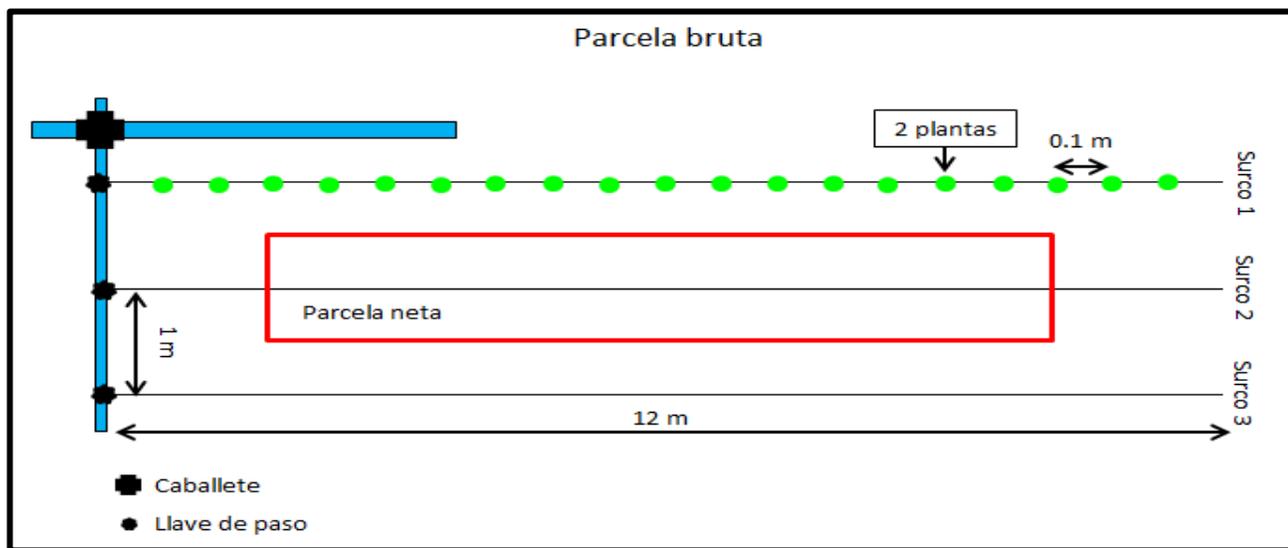
C. Parcela bruta

La parcela bruta, de la presente evaluación, estuvo formado por tres surcos, distanciados a 1 m entre surcos y 12 m de longitud, dando un área total de 36 m² por unidad experimental. La parcela bruta estuvo formada por 720 plantas, (figura 29).

D. Parcela neta

La parcela neta de la presente evaluación, estuvo formado por un surco de 10 m de longitud, formando un área de 10 m² por unidad experimental. La parcela neta estuvo formada por 200 plantas.

La forma de operación del sistema de riego fue de abrir el caballete y las llaves de paso colocados al inicio de cada surco y se abrió con forme el tiempo de riego necesario establecidos en el cuadro 12, (figura 29).



Fuente: elaboración propia, 2015.

Figura 29. Parcela neta ubicada dentro de la parcela bruta.

Las unidades experimentales se dispusieron en un arreglo de boques completamente al azar.

2.5.4. Manejo del experimento

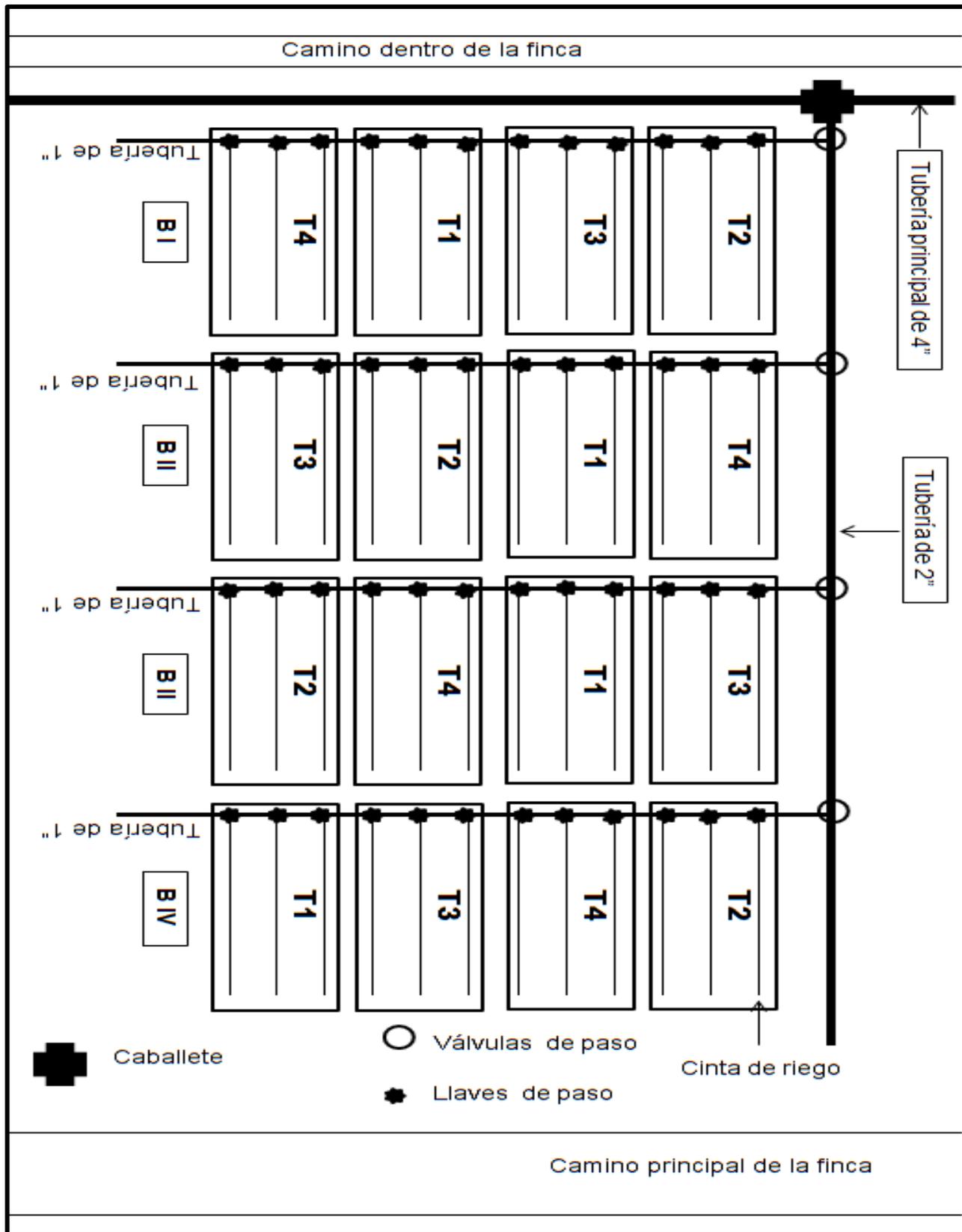
Para realizar la evaluación de las láminas de riego aplicadas al cultivo de la arveja china, se realizaron diferentes actividades, las cuales se mencionan a continuación:

A. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó a través de mecanización agrícola, primero con la ayuda del arado y en la segunda vuelta con roto tiller, para mejorar la aireación del suelo, para que la planta tenga un mejor anclaje y no se le dificulte a las raíces penetrar por el suelo.

B. Instalación del sistema de riego

Para la instalación del sistema de riego, se realizó una conexión de la tubería de conducción principal de riego, a través de un caballete formado por cuatro codos de pvc y una llave de paso, sin válvulas de alivio ni manómetros, obteniendo de esta manera una tubería secundaria para la parcela de investigación, (figura 30).



Fuente: elaboración propia, 2015.

Figura 30. Instalación del sistema de riego en la parcela de la evaluación.

En la tubería secundaria se conectaron cuatro tuberías terciarias, a través de válvulas de paso, una tubería para cada repetición, en las que se conectaron las laterales (cintas de riego) los que contenían 12 laterales, al que correspondía cada surco del cultivo. Las cintas de riego se conectaron a las tuberías terciarias a través de llaves de paso, los cuales se cerraban conforme el tiempo de riego establecido en el cuadro 12.

C. Establecimiento del cultivo

a. Establecimiento de líneas guías

Después de la preparación del suelo, se procedió a colocar estacas, tanto al inicio como al final de los surcos; se amarró una rafia en la estaca del inicio del surco con la estaca del final; después se procedió a rayar el suelo con una estaca para establecer las líneas guías para la siembra. De esta forma las líneas guías quedaron distanciadas a 1 m, mismos que formaran los surcos. Cabe mencionar que en la presente evaluación no se utilizó cobertor plástico en el suelo (mulch).

b. Abertura del surco

Después de establecer las líneas guías en el suelo, se abrió el suelo, con la ayuda de un azadón a una profundidad de 4 cm.

c. Siembra

Después de realizar la apertura del surco en las líneas guías previamente realizadas, se procedió a realizar la siembra, colocando las semillas en la abertura. La siembra se realizó de forma directa, colocando dos semillas por postura, distanciadas de las siguientes dos semillas a 0.10 m. Aproximadamente se utilizan 43 kg/ha a 46 kg/ha de semilla (figura 29).

Las variedades de semillas utilizadas en la finca son las siguientes:

i. Arveja china

- Kaqchikel (variedad utilizada para esta evaluación).
- Atitlán.

i. Arveja dulce

- Sugar snap.

D. Manejo agronómico

Dentro del manejo agronómico que se realizó en el cultivo de arveja china, para esta evaluación, se puede mencionar las siguientes actividades.

a. Colocación de tutores

Los tutores son de bambú y se colocaron ocho días después de la siembra; esta actividad consistió en realizar agujeros sobre el surco, de 0.35 m de profundidad y distanciados a 4 m. Se colocó un bambú por agujero y se afirma con el mismo suelo; aproximadamente se utilizan 2,600 bambúes/ha.

b. Colocación de rafia

Después de haber colocado los tutores, se colocó la rafia, para sostener la planta de arveja, la primera rafia se colocó a los 15 días después de la siembra, aproximadamente a 0.10 m del suelo, las siguientes rafias se colocaron semanalmente, distanciados aproximadamente a 0.15 m. Se colocó entre seis y siete rafias, según las necesidades de la planta.

c. Fertilización

En la finca se realiza un programa de fertilización anual, antes de iniciar la temporada (agosto), se toman en cuenta cuatro fases principales en todo el ciclo del cultivo; los cuales son la pre-siembra, siembra, vegetativo (25 DDS) y floración (50 DDS). La fertilización pre-siembra se realizó 8 días antes de realizar la siembra.

En el cuadro 9 se muestra el programa de fertilización utilizado en la finca, mostrando la fase del ciclo del cultivo, el tipo de fertilizante utilizado y las cantidades en kilogramos por hectárea (kg/ha).

Cuadro 9. Programa de fertilización utilizada en la evaluación.

Etapa del cultivo	Tipo de fertilizante	Cantidad de fertilizante (kg/ha)
Pre siembra	Gallinaza	2,045
	Cal agrícola	518
Siembra	Fosfato monoamónico	409
	Nitrato de potasio	165
Vegetativo	Urea	130
	Nitrato de potasio	130
Floración	Urea	65
	Nitrato de potasio	130

Fuente: TASA, 2015.

d. Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades, se utilizó el programa que se maneja dentro de la finca. En el cuadro 10 se detalla los productos utilizados, según la etapa de crecimiento del cultivo y el objetivo de los productos utilizados.

Cuadro 10. Programa para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de arveja.

Etapa del cultivo	Producto utilizado	Objetivo
Siembra	Propamocarb	Damping off
	Imidacloprid	Larvas de lepidópteros
	Raizal	Fertilizante
	Carbendazim	Fusarium
Vegetativo	Captan	Ascochyta
	Lambdacialotrina	Trips
	Imidacloprid	Pulgón
Botoneo	Azoxystrobina	Ascochyta
	Lambdacialotrina	Trips
	Calcio boro	Fertilizante
Floración	Clorotalonil	Ascochyta
	Spinetoram	Trips
	Calcio boro	Fertilizante
Cosecha	Azufre	Oidio
	Azoxystrobina	Ascochyta
	Spinetoram	Trips
	Cobre metalico	Ascochyta

Fuente: TASA, 2015.

e. Aplicación del riego comercial

El riego en la finca Las Gemelas se realiza a través de turnos, en cada uno de ellos se riegan aproximadamente 0.2889 ha, el riego que se aplica al cultivo es de 5 mm de lámina bruta, con una frecuencia de riego de dos días.

f. Cosecha

La cosecha empieza aproximadamente a los 60 DDS a 65 DDS, la cosecha lo realizan principalmente mujeres y consiste en cortar las vainas de arveja, manualmente, que tengan entre 8 cm y 9 cm de longitud. Las vainas de arveja cosechadas se recolectan en cubetas plásticas y posteriormente son colocados en cestas plásticas en un centro de acopio; el mismo día de cosecha son transportados a la planta empacadora, donde se encargan del proceso de empaque.

E. Manejo del riego

Para aplicar la lámina de riego según los tratamientos, se aforaron las cintas de riego, colocando un recipiente debajo del gotero, durante 30 min en 8 puntos diferentes del área experimental (figura 30 y figura 37A) distribuidos en toda la parcela para obtener un promedio del caudal del gotero; la cantidad de agua recolectada en cada recipiente se midió con una probeta plástica. En el cuadro 11 se muestran los datos obtenidos.

Cuadro 11. Datos de aforo de los goteros de la cinta de riego.

Punto de aforo número	Cantidad de agua recolectada en litros (L) en 30 minutos	Litros por hora (L/h)
1	0.28	0.56
2	0.27	0.54
3	0.27	0.54
4	0.29	0.58
5	0.27	0.54
6	0.26	0.52
7	0.27	0.54
8	0.25	0.50
Promedio	0.27	0.54

Fuente: elaboración propia, 2015.

a. Tiempo de riego

Los cálculos para establecer los tiempos de riego, se muestran a continuación, tomando en cuenta los siguientes datos:

- Lámina de riego: 1 mm de riego = 10,000 L/ha.
- Número de goteros por hectárea 100,000.
- Volumen de agua proporcionado por el sistema de riego en una hectárea = 54,000 L/h.

El tiempo de riego se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$T = \frac{V/ha}{V \text{ sist./ha}}$$

En dónde:

T = tiempo de riego; horas.

V/Ha = volumen de riego por hectárea; litros, este volumen es definido por los tratamientos.

V sist./Ha = Volumen proporcionado por el sistema de riego en una hora por hectárea.

En el cuadro 12 se observa el resumen del tiempo que se abrían las llaves colocadas al inicio de cada surco, según corresponda la cantidad de agua aplicar en cada tratamiento.

Cuadro 12. Resumen de los tiempos de riego según tratamiento.

Tratamiento	Lámina neta (mm/día)	Lámina bruta (mm/día)	Lámina bruta (mm por riego)	Tiempo de riego (h)	Tiempo de riego (min)
T1	1.68	2.00	4	0.74	45
T2	2.10	2.50	5	0.93	56
T3	2.52	3.00	6	1.11	67
T4	2.94	3.50	7	1.30	78

Fuente: elaboración propia, 2015.

b. Demanda del agua del cultivo

Para determinar si los tratamientos estaban cumpliendo con la necesidad de agua del cultivo, fue necesario calcular la demanda o necesidad hídrica del cultivo de la arveja, (cuadro 34A y cuadro 35A), para lo cual fue necesario obtener datos y la utilización de algunas fórmulas que se presentan a continuación:

i. Evapotranspiración del cultivo

$$Et \text{ max} = Eto * Kc$$

En donde:

Et max = Evapotranspiración del cultivo (demanda de agua del cultivo), mm/día.

Eto = Evapotranspiración de referencia, mm/día.

Kc = Coeficiente del cultivo, adimensional.

- **Evapotranspiración de referencia (Eto)**

La evapotranspiración de referencia, expresa el poder evaporante de la atmósfera; y se puede calcular a través del tanque tipo A, se mide en milímetros la cantidad de agua evaporada diariamente. Para el cálculo de la Eto, se necesitan los siguientes datos y la siguiente fórmula:

$$Eto = Evap * Kt$$

En donde:

Eto = Evapotranspiración de referencia, mm/día.

Evap = Evaporación de agua en el tanque, mm/día.

Kt = coeficiente del tanque, adimensional.

- **Evaporación de agua en el tanque tipo A (Evap)**

La evaporación de agua en el tanque se midió diariamente en milímetros, el tanque pertenece a la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicado en el ICTA Chimaltenango.

- **Coeficiente del tanque (Kt)**

Es un factor que toma en cuenta la cobertura del suelo donde se ubica el tanque, el viento y las condiciones generales de humedad. Para tomar este factor se utilizó los datos proporcionados por la FAO, 2006, datos que se muestran en el cuadro 29A. Para el caso del tanque ubicado en el ICTA Chimaltenango, se consideró una velocidad del viento moderada, humedad relativa alta y 100 m de altura del viento, obteniendo una Kt de 0.80.

ii. **Coeficiente del cultivo**

Este coeficiente integra las diferencias en la evaporación en el suelo y en la tasa de transpiración del cultivo; y depende de cuatro fases de desarrollo del cultivo.

- **Fase germinación**

Esta fase comprende el período de germinación y crecimiento de la arveja e inicia al momento de la siembra y finaliza a los 30 DDS, según FAO la arveja china en esta etapa presenta una Kc de 0.50.

- **Fase de crecimiento y desarrollo**

Inicia al final de la fase de germinación, a los 31 DDS hasta completar el período de desarrollo de la arveja a los 60 DDS, según FAO la arveja china en esta etapa inicia con una Kc de 0.50 y aumenta hasta llegar a una Kc de 1.15.

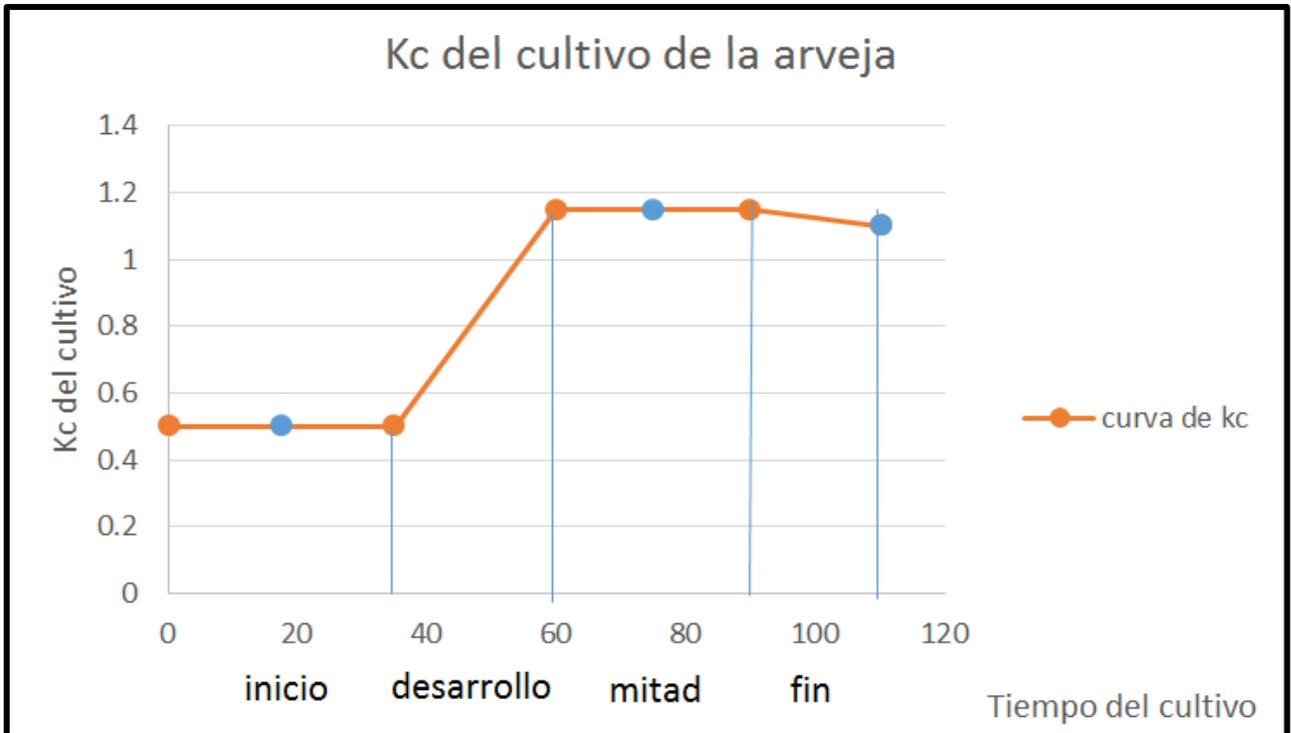
- **Fase de producción**

También llamada fase de maduración; para el cultivo de la arveja inicia a los 61 DDS y finaliza a los 90 DDS, según FAO la arveja china en esta etapa presenta una Kc de 1.15.

- **Fase de cosecha**

Inicia desde el comienzo de la maduración hasta la cosecha total, para el cultivo de arveja inicia a los 91 DDS hasta finalizar las cosechas. Según FAO la arveja china en esta etapa inicia con una Kc de 1.15 y finaliza con una Kc de 1.10.

El coeficiente del cultivo de la arveja está graficada en la figura 31.



Fuente: FAO, 2006.

Figura 31. Kc del cultivo de la arveja china según la FAO.

c. Balance hídrico en los tratamientos de riego

El riego en la presente evaluación, fue dividida en dos fases; la primera fase, fue el riego de germinación, el cual consistió en aportar agua al suelo para lograr un buen establecimiento. Esta fase duró 30 días, según consultas en el lugar, desde el momento de la siembra hasta los 30 DDS. Este riego de germinación fue igual para todos los tratamientos; en esta fase no hubo diferencia en cuanto a la cantidad de agua aplicada al cultivo. Los datos del riego de germinación se pueden observar en el cuadro 36A. La lámina aplicada por riego en esta etapa fue de 2 mm de lámina bruta y los momentos de aplicación se definieron según el balance hídrico desarrollado en el cuadro 36A.

Los riegos para los tratamientos se empezaron a diferenciar a los 31 DDS hasta un día previo a la última cosecha. La frecuencia de riego fue de dos días (un día de por medio por cada riego), en todos los tratamientos.

En el cuadro 37A se desarrolló un balance hídrico donde se cuantificaron las entradas de agua por riego y precipitación, así como la salida por evapotranspiración a efecto de verificar la satisfacción de la demanda de agua en los diferentes tratamientos.

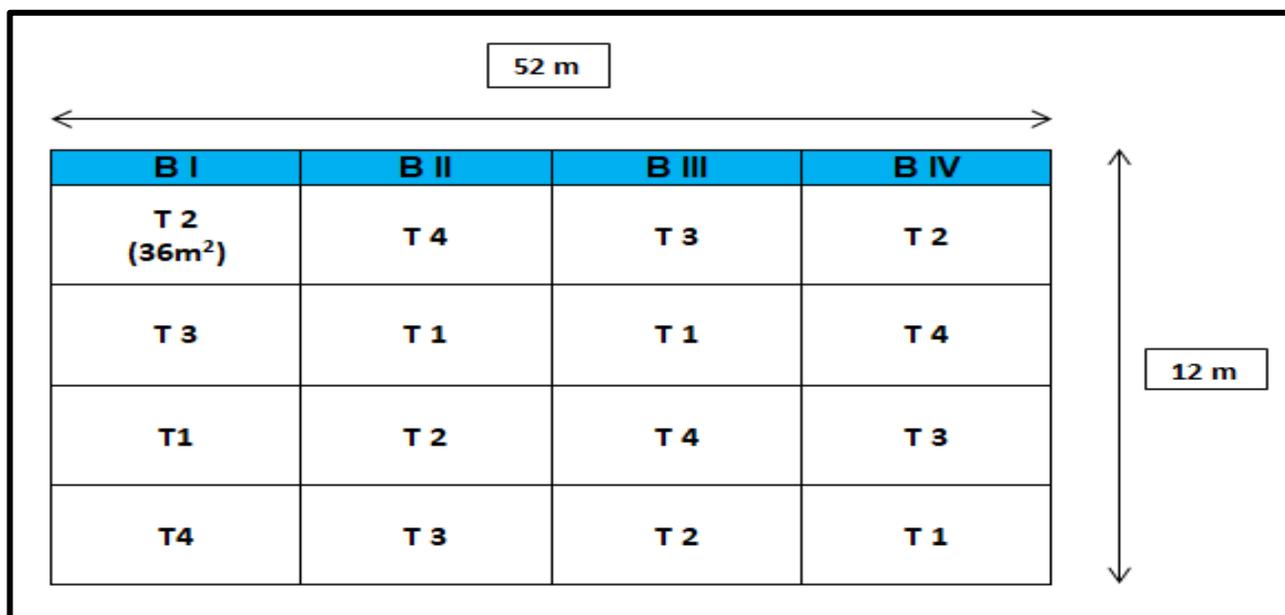
2.5.5. Análisis de la información

Después de obtener los datos necesarios para la evaluación de láminas de riego aplicados al cultivo de la arveja china, se ordenaron y se utilizó el procedimiento de análisis de ANDEVA para las variables cuantitativas utilizando el modelo estadístico para diseños de bloques completamente al azar.

Para los casos en los cuales se obtuvieron diferencia estadística significativa, se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey a 0.05 de significancia.

A. Diseño experimental

La investigación realizada de las láminas de riego, se evaluó bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, en la figura 32 se muestra la distribución de los tratamientos en campo.



Fuente: elaboración propia, 2015.

Figura 32. Distribución de los tratamientos en campo.

B. Modelo estadístico

Para el análisis de la información de los datos obtenidos de la evaluación de láminas de riego en el cultivo de arveja se utilizó la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variables de respuesta del cultivo de la arveja china.

μ = Media general de las variables respuesta de la arveja china.

τ_i = Efecto de la i-ésima lámina de riego aplicado a la arveja china.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

C. Variables respuesta

a. Número de frutos por planta

El número de vainas de arveja china se contabilizó en cada cosecha, marcando veinte plantas por parcela neta por cada unidad experimental, después de ello se realizó un promedio por planta, por cada unidad experimental correspondiente a cada tratamiento con su respectiva repetición.

b. Altura de la planta

Los datos de altura de las plantas en respuesta a las láminas de riego aplicados al cultivo de la arveja china, se tomó en la última cosecha que se realizó en cada tratamiento, se tomó veinte plantas en cada parcela neta y se obtuvo el tamaño que alcanzaron las plantas durante su ciclo de vida.

c. Longitud de la vaina

Para obtener los datos de longitud de las vainas de arveja, se realizó tres muestreos en todo el ciclo del cultivo, tomando diez vainas por cada tratamiento con su respectiva repetición.

d. Rendimiento obtenido en kilogramos por hectárea

El rendimiento del cultivo de arveja china en respuesta a las láminas de riego, se calculó en cada cosecha que se realizó en campo, el cual fue cosechado solo en las parcelas netas. Los encargados de la cosecha fueron dos trabajadores los cuales son los que tenían la mejor experiencia para realizar el corte de las vainas de arveja.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1. Láminas totales aplicadas

Durante la ejecución de la evaluación de las láminas de riego, se llevó un registro detallado para cada tratamiento; evaporación del tanque tipo A, evapotranspiración, precipitación y estimado de la acumulación de agua en el suelo. El registro del riego está dividido en dos etapas; la primera etapa es el riego de germinación, el cual inició al momento de la siembra hasta los 30 días después de la siembra (DDS), consistió en aplicar el riego solamente para recuperar el agua evapotranspirada, según el cuadro 36A, registro de acumulación de agua en el suelo.

A. Láminas aplicadas en la germinación

En el cuadro 13, se muestran los datos por semana de evapotranspiración del cultivo, precipitación y los riegos (lámina neta) aplicados, en la etapa de germinación del cultivo.

Cuadro 13. Registro semanal de la evapotranspiración (et max), precipitación pluvial (pp) y lámina neta (Ln) aplicada en la etapa de germinación del cultivo de arveja china.

Fecha	Et max (mm)	Pp (mm)	Número de riegos	T1, T2,T3, T4	T1, T2,T3, T4	T1, T2,T3, T4	T1, T2,T3, T4
				Lámina neta (mm)	Lámina total (mm)	Lámina total acumulada (mm)	Diferencia (mm)
1 al 07/11/15	13.30	8.80	3	5.04	13.84	11.84	--
8 al 14/11/15	9.18	8.40	3	5.04	13.44	27.28	--
15 al 22/11/15	12.10	19.30	0	0.00	19.30	46.58	--
23 al 30/11/15	16.79	8.20	0	0.00	8.20	54.78	--
Total	51.37	44.70	6	10.08	52.78	54.78	+3.42

En la etapa de germinación, recibió un total de 44.70 mm de agua como precipitación más 10.08 mm de lámina neta de agua en 6 riegos, para un total de 54.78 mm de agua; esta cantidad de agua recibida fue igual para todos los tratamientos.

En esta etapa de germinación el cultivo demandó 51.37 mm de agua; dando una diferencia positiva de 3.42 mm de agua en el suelo, por lo que existió un remanente positivo en el suelo antes de empezar con los tratamientos de riego. El criterio para la frecuencia de riego en la etapa de germinación fue a través de la disponibilidad de agua en el suelo, según el balance hídrico presentado en el cuadro 36A.

B. Láminas en el período de evaluación del riego

La segunda etapa de la presente evaluación, inició a los 31 DDS, es cuando los tratamientos empezaron a diferenciarse. La frecuencia de riego fue de dos días, a partir de los 31 DDS. Según Porres, J. (2009) existe diferencias entre aplicar y no aplicar agua en los cultivos, en la etapa de desarrollo y para el caso del cultivo de la arveja china, esta etapa inicia a los 31 DDS y es en esta etapa donde comienza el mayor consumo de agua en las plantas.

La cantidad de agua total que se aplicó a cada tratamiento se muestra en el cuadro 14 y cuadro 15; los datos indican que el tratamiento de 2 mm/día de lámina bruta, quedó por debajo de las exigencias de agua del cultivo, esto se demuestra al comparar los valores de evapotranspiración (et max) con la aplicación de agua en el tratamiento respectivo, a partir de los 31 DDS. El tratamiento de 2 mm/día de lámina bruta, recibió un total de 110.88 mm de agua como riego, lo cual muestra un déficit de 110.80 mm en relación a los 221.68 mm que el cultivo demandó desde el día 31 DDS hasta el final de la cosecha, (cuadro 15).

El tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, recibió un total de 151.20 mm de agua como riego, lo cual mostró un déficit de 97.46 mm de agua; esto indica que el agua aplicada en el riego no fue suficiente para compensar la demanda de 248.60 mm del cultivo desde los 31 DDS hasta el final de la cosecha.

El tratamiento de 3 mm/día de lámina bruta, recibió un total de 201.60 mm de agua como riego; lo cual mostró un déficit de 79.62 mm de agua, esto indica que el agua aplicada en el riego no fue suficiente para compensar la demanda de 281.22 mm del cultivo desde los 31 DDS hasta el final de la cosecha.

El tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, recibió un total de 252.84 mm de agua como riego; lo cual mostró un déficit de 59.13 mm de agua, esto indica que el agua aplicada en el riego no fue suficiente aún para compensar la demanda de 311.97 mm del cultivo desde los 31 DDS hasta el final de la cosecha, sin embargo es el tratamiento que se acercó más a la demanda de agua del cultivo.

En el cuadro 14 se puede observar la cantidad de agua total que el cultivo demandó, la precipitación y la cantidad de agua aplicada como riego.

Cuadro 14. Registro semanal de la evapotranspiración Etp, precipitación pluvial y aplicación de agua, según los tratamientos en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.).

Fecha	Et max (mm)	Pp (mm)	Tratamientos							
			T1		T2		T3		T4	
			Ln (mm)	Ln acumulado (mm)	Ln (mm)	Ln acumulado (mm)	Ln (mm)	Ln acumulado (mm)	Ln (mm)	Ln acumulado (mm)
Exceso de agua en la etapa de germinación			-	3.42	-	3.42	-	3.42	-	3.42
1 al 07/12/15	17.09	0.00	13.44	16.86	16.80	20.22	20.16	23.58	23.52	26.94
8 al 14/12/15	16.51	0.00	10.08	26.94	12.60	32.82	15.12	38.70	17.64	44.58
15 al 21/12/15	22.98	0.00	13.44	40.38	16.80	49.62	20.16	58.86	23.52	68.10
22 al 28/12/15	27.00	0.00	10.08	50.46	12.60	62.22	15.12	73.98	17.64	85.74
29 al 04/01/16	22.86	0.00	13.44	63.90	16.80	79.02	20.16	94.14	23.52	109.26
5 al 11/01/16	24.29	0.00	10.08	73.98	12.60	91.62	15.12	109.26	17.64	126.90
12 al 18/01/16	24.15	0.00	13.44	87.42	16.80	108.42	20.16	129.42	23.52	150.42
19 al 25/01/16	29.67	0.00	10.08	97.50	12.60	121.02	15.12	144.54	17.64	168.06
26 al 1/02/16	24.14	0.00	13.44	110.94	16.80	137.82	20.16	164.70	23.52	191.58
2 al 8/02/16	30.24	0.00	3.36*	114.30	12.60	150.42	15.12	179.82	17.64	209.22
9 al 15/02/16	32.91	0.00	-	-	4.20*	154.62	20.16	199.98	23.52	232.74
16 al 22/02/16	30.36	0.00	-	-	-	-	5.04*	205.02	17.64	250.38
23 al 29/02/16	9.77	0.00	-	-	-	-	-	-	5.88*	256.26
Total	311.97	0.00	110.88	114.30	151.20	154.62	201.60	205.02	252.84	256.26

*Fecha ultima de cosecha.

El cuadro 15 muestra el resumen de la cantidad de agua aplicada en cada tratamiento, la cantidad de agua que el cultivo demandó después de los 30 DDS y el exceso o déficit que presentó cada tratamiento.

Cuadro 15. Resumen de la cantidad de agua neta aplicada en cada tratamiento, la demanda de agua del cultivo y las diferencias.

Tratamientos	Et max (mm)	Pp (mm)	Número de riegos	Lámina neta total de riegos (mm)	Lámina neta acumulada (mm)	Diferencia (mm)
T1	221.68	0.00	33	110.88	114.30	-110.80
T2	248.66	0.00	36	151.20	154.62	-97.46
T3	281.22	0.00	40	201.60	205.02	-79.62
T4	311.97	0.00	43	252.84	256.26	-59.13

El cuadro 16 muestra la relación entre la lámina neta total de riego y la lámina total evapotranspirada por tratamiento, en la etapa de germinación (0 a 30 DDS) y la etapa de desarrollo hasta el final de cosecha, utilizando los datos de evaporación del tanque tipo A. La lámina neta aplicada, es la suma de las láminas de riego más la precipitación.

Cuadro 16. Datos de evapotranspiración de referencia, lámina neta de riego, precipitación y relación entre la lámina total aplicada y la evapotranspiración de referencia por tratamiento.

Factores	Germinación (0 a 30 DDS)				Período de evaluación (31 DDS al final de cosecha)				Total			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Eto (mm)	102.74	102.74	102.74	102.74	212.34	236.88	266.46	294.42	315.08	339.60	369.20	397.16
Ln riego (mm)	10.08	10.08	10.08	10.08	110.88	151.20	201.60	252.84	120.96	161.28	211.68	262.92
Pp (mm)	44.70	44.70	44.70	44.70	0.00	0.00	0.00	0.00	44.70	44.70	44.70	44.70
Total (mm)	54.78	54.78	54.78	54.78	110.88	151.20	201.60	252.84	165.66	205.98	256.38	307.62
Factor Ln/Eto	0.53	0.53	0.53	0.53	0.52	0.64	0.76	0.86	0.53	0.61	0.69	0.77

Se puede observar que el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, presentó el mejor dato de relación lámina neta aplicada y la evapotranspiración de referencia, en el período de evaluación (0.86); esto indica que cada lámina de agua evapotranspirada no se logra recuperar por completo con el riego que recibió, más sin embargo es el tratamiento que presentó mejor recuperación del agua evapotranspirada. De esta manera se pueden observar los datos de los demás tratamientos, los cuales disminuyen en la relación lámina neta aplicada y evapotranspiración de referencia.

La figura 33 muestra el comportamiento de los riegos por tratamiento durante el período de evaluación, al comparar la demanda de agua de la planta (et max) con la aplicación de riego por cada tratamiento, se observa lo siguiente.

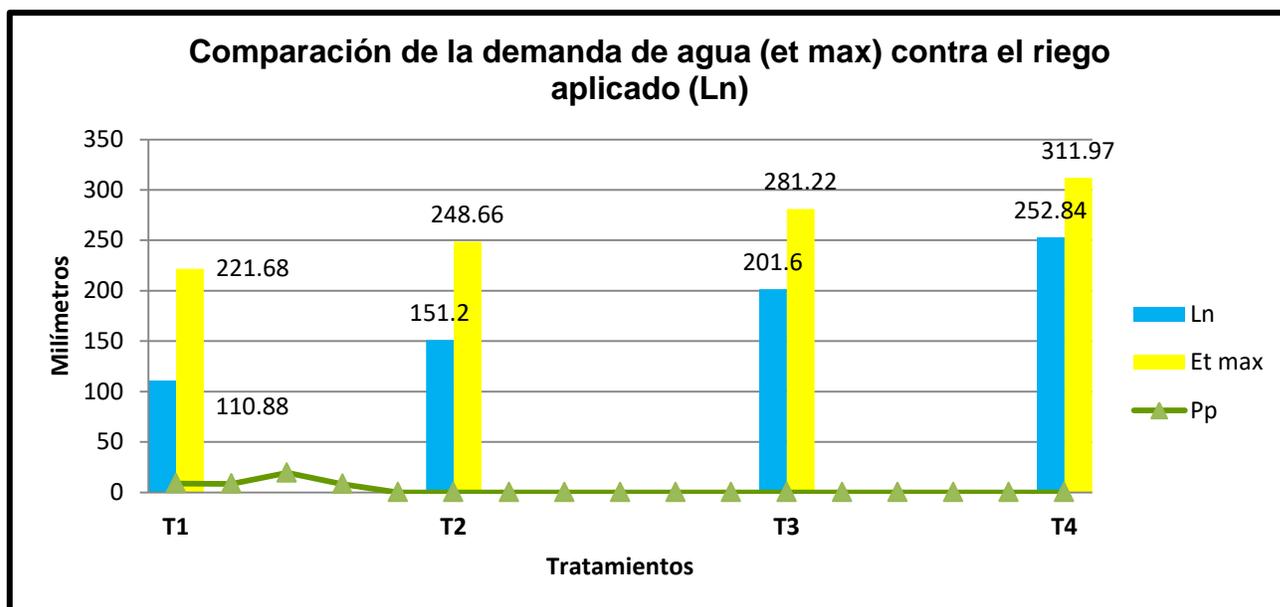


Figura 33. Demanda de agua del cultivo et max, lámina neta de riego por tratamiento y precipitación pluvial durante el período de evaluación, en finca Las Gemelas (diciembre 2015 a febrero 2016).

Según muestra la figura 33, en la barra del T1 (2 mm/día de lámina bruta), la lámina neta aplicada como riego, está muy por debajo de la demanda de agua del cultivo (et max color amarillo) después de los 30 DDS; el agua de riego solo aporta el 50 % de la cantidad de agua requerida por la planta.

En la barra del T2 y T3 (2.50 mm/día y 3 mm/día de lámina bruta respectivamente) aportan una mayor cantidad de agua que el T1 después de los 31 DDS, pero aun así están por debajo de la demanda de agua de la planta y en ningún momento satisfacen las necesidades de agua. El T2 aporta el 60.80 % y el T3 aporta el 71.68 % de la demanda de agua.

En la barra del T4 (3.50 mm/día de lámina bruta) se observa que aporta una mayor cantidad de agua que los demás tratamientos, aportando 81.04 % del requerimiento de la planta, por lo que la planta no se ve tan limitada con el agua y cumple con sus necesidades fisiológicas.

2.6.2. Análisis de las variables respuesta

A. Número de frutos por planta

En los resultados del número de frutos por planta, se observa que en el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, existe un mayor número de frutos por planta, mismos que se pueden ver en el cuadro 30A. Al analizar estos datos en un análisis de ANDEVA se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1.88 %, datos que se muestran en el cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable, número de frutos por planta de arveja china en base a las cuatro láminas de riego, finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.

FV	GL	SC	CM	fcal	f tab	
					5 %	10 %
Bloques	3	0.88			3.86	2.81
Trata	3	153.58	51.19	1594.93		
Error	9	0.29	0.03			
Total	15	154.75				

Significancia estadística 5 %, CV = 1.88 %.

Por lo que se realizó un análisis de medias de Tukey y se determinó que estos forman cuatro grupos según los criterios de este análisis, que se observan en el cuadro 18.

Cuadro 18. Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud de las vainas de la arveja china en base a las cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Lámina bruta (mm/día)	Media de número de frutos	TUKEY
T4	3.50	13.63	a
T3	3.00	10.28	b
T2	2.50	9.08	c
T1	2.00	4.97	d

Tratamientos identificados con la misma letra, no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

El tratamiento que presentó mayor cantidad de número de frutos por planta fue el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, con un promedio de 13.63 frutos por planta ubicado en el grupo a, mientras que en un segundo grupo está el tratamiento de 3 mm/día de lámina bruta, con un promedio de 10.28 frutos por planta formando el grupo b, en un tercer grupo está el tratamiento 2.50 mm/día de lámina bruta, con un promedio de 9.08 frutos por planta ubicado en el grupo c y un cuarto grupo lo forma el tratamiento 2 mm/día de lámina bruta, con un promedio de 4.97 frutos por planta ubicado en el grupo d.

La diferencia con respecto a los resultados obtenidos en cuanto a la cantidad de número de frutos por planta de la arveja china, se debe a la cantidad de brotes laterales que salen del tallo principal de la planta y esto se debió a las diferentes láminas de agua que se aplicó al cultivo, en los tratamientos. Debido a que, según Flores, M. (2009), si se suministra la cantidad de agua que la planta demanda, la planta cumplirá con sus funciones fisiológicas sin ningún problema para formar nuevos órganos, entre ellos brotes laterales y flores.

Además de ello, Porres, J. (2009), indica que en la etapa fenológica de brotes de las plantas, es determinante la disponibilidad de agua para el cultivo, e indica que sí hay diferencia en el rendimiento de los cultivos por la cantidad de agua disponible para la planta en esa etapa. Lo mismo podemos observar en esta evaluación de láminas de riego, tal se observa en el cuadro 37A, en la cual el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, tiene disponibilidad de agua en el suelo hasta los 63 DDS.

B. Altura de la planta

Los resultados en cuanto a la altura de la planta indica que el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, presenta una mayor altura. Al analizar estos datos en un análisis de ANDEVA se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 5.47 %, datos que se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de varianza de la variable altura de la planta de arveja china en base a cuatro láminas de riego, finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.

FV	GL	SC	CM	Fcal	f tab	
					5 %	10 %
Bloques	3	0.016		40.457	3.86	2.813
Trata	3	0.590	0.197			
Error	9	0.044	0.005			
Total	15	0.650				

Significancia estadística 5 %, CV = 5.47 %.

Por lo que se realizó un análisis de medias de Tukey y se determinó que estos forman tres grupos según los criterios de este análisis, que muestra el cuadro 20.

Cuadro 20. Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud de las vainas de la arveja china en base a cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Lámina bruta (mm/día)	Media de la altura de la planta de arveja china (m)	TUKEY
T4	3.50	1.50	a
T3	3.00	1.40	ab
T2	2.50	1.20	bc
T1	2.00	1.00	c

Tratamientos identificados con la misma letra, no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

Los tratamientos que presentaron mejores tamaños en cuanto a la altura de la planta fueron los tratamientos de 3 mm/día y 3.50 mm/día de lámina bruta, con un tamaño promedio de 1.40 m y 1.50 m respectivamente, ambos tratamientos forman el grupo a, mientras que en un segundo grupo está el tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, con una altura promedio de 1.20 m formando el grupo b y un tercer grupo lo forma el tratamiento de 2 mm/día de lámina bruta, con una altura promedio de 1 m, ubicado en el grupo c.

Según los resultados se determina que estas diferencias se debe a, según Flores, M. (2009), las plantas que no reciben el agua que demandan, se forma un detenimiento del crecimiento dado que se produce una pérdida de turgencia, se detiene la multiplicación celular y elongación de las células.

La cantidad y disponibilidad de agua fueron diferentes para cada tratamiento en la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo, esta disponibilidad de agua se puede observar en el cuadro 37A, donde se observa que el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, aportó cantidades de agua más cercanas a lo que el cultivo demandó, por lo que de esta manera se puede explicar las diferencias en cuanto al crecimiento y altura de la planta.

C. Longitud de las vainas de la arveja

Los resultados en cuanto a la longitud de la vaina de la arveja china, presenta un mejor tamaño en el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta; las vainas presentan una mayor longitud con respecto a los otros tratamientos. Al analizar estos datos en un análisis de ANDEVA se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1.84 %, lo cual se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de varianza de la variable longitud de la vaina de arveja china en base a cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.

FV	GL	SC	CM	Fcal	F tabulada	
					5 %	10 %
Bloques	3	0.015		25.313	3.86	2.813
Trata	3	2.532	0.844			
Error	9	0.300	0.033			
Total	15	2.847				

Significancia estadística 5 %, CV = 1.84 %.

Se realizó un análisis de medias de Tukey y se determinó que estos forman dos grupos según los criterios de este análisis, que muestra el cuadro 22.

Cuadro 22. Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud de las vainas de la arveja china en base a cuatro láminas de riego, en finca Las Gemelas Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Lámina bruta (mm/día)	Media de la longitud de las vainas de arveja china (cm)	TUKEY
T4	3.50	10.39	a
T3	3.00	10.22	ab
T2	2.50	9.64	b
T1	3.00	9.43	b

Tratamientos identificados con la misma letra, no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

Los tratamientos que presentaron mejores longitudes en las vainas fueron los tratamientos de 3 mm/día y 3.50 mm/día de lámina bruta, con una longitud promedio de 10.21 cm y 10.39 cm, respectivamente, ambos tratamientos forman el grupo a; mientras que en un segundo grupo está el tratamiento de 2.50 mm/día y 2 mm/día de lámina bruta, con una longitud promedio de 9.64 cm y 9.42 cm respectivamente, ubicados en el grupo b. Estas diferencias se deben principalmente a la cantidad de agua que demanda la vaina de arveja, está formada por el 78 % de agua, al proporcionarle una mayor cantidad de agua absorberá una mayor cantidad de agua logrando longitudes más grandes.

Esto va de la mano con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, entre mayor sea la cantidad de agua habrá un mayor enriquecimiento de nutrientes disponibles para la raíz. Además habrá un mayor flujo de agua en la planta de la raíz a la parte aérea, por lo que al aplicarle fertilizantes foliares, habrá una mayor distribución del mismo dentro de la planta. Estos datos de longitud son de un mayor uso para el mercado de exportación para la empresa.

La planta debe extraer el agua del suelo, mientras esto ocurre la planta gasta energía misma que le es útil para la formación de sus frutos. Este gasto de energía depende principalmente de la disponibilidad de agua en el suelo (figura 41A), mientras menor sea la cantidad de agua en el suelo, mayor será la energía gastada en la planta, mismos que se pueden comparar en el cuadro 37A. El tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, tiene una mayor disponibilidad de agua en el suelo por lo que la planta necesita menos energía para extraer el agua y es por ello que la energía ahorrada en la extracción es utilizada para las fases fisiológicas y fenológicas de la planta.

D. Rendimiento del cultivo de la arveja china según las láminas de riego aplicadas

a. Número de cosechas

En el cuadro 23 se observa el número de cosechas obtenidas en cada tratamiento.

Cuadro 23. Número de cosechas por tratamiento.

Tratamiento	Lámina bruta (mm/día)	Número de cosechas
T1	2.00	14
T2	2.50	16
T3	3.00	18
T4	3.50	20

b. Niveles de producción

En el cuadro 24 se observa el número de cosechas por tratamiento con su respectivo rendimiento en kilogramos por hectárea.

Cuadro 24. Número de cosechas por tratamiento y su rendimiento en kilogramos por hectárea.

Cosecha número	Tratamientos (lámina bruta)			
	2.00 mm/día (T1)	2.50 mm/día (T2)	3.00 mm/día (T3)	3.50 mm/día (T4)
1	75.75	47.34	60.60	37.87
2	113.63	94.69	113.63	94.69
3	280.30	255.68	160.98	132.57
4	113.63	83.33	219.69	215.90
5	189.39	253.78	284.09	321.96
6	284.09	424.24	340.90	454.54
7	340.90	594.69	416.66	530.30
8	426.13	776.51	526.51	634.46
9	568.18	1,060.60	1,250.00	946.96
10	340.90	530.30	568.18	568.18
11	37.87	174.24	174.24	208.33
12	492.42	757.57	833.33	1,098.48
13	250.00	454.54	492.42	757.57
14	250.00	454.54	530.30	757.57
15	-	454.54	530.30	681.81
16	-	265.15	378.78	568.18
17	-	-	378.78	606.06
18	-	-	530.30	606.06
19	-	-	-	568.18
20	-	-	-	530.30
Total	3,763.25	6,681.81	7,789.77	10,320.07

El cuadro 25 se observa el rendimiento de los tratamientos evaluados, con una densidad poblacional de 200,000 plantas/ha (dos semillas por postura).

Cuadro 25. Rendimiento del cultivo de la arveja china en base a cuatro láminas de riego aplicados al cultivo, en la finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Lámina neta de riego total aplicada después de los 31 DDS (mm)	Rendimiento (kg/ha)
T1	110.88	3,763.25
T2	151.20	6,681.81
T3	201.60	7,789.77
T4	252.84	10,320.07

La evaluación de las láminas de riego, presentó diferencias en el rendimiento principalmente en el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, con características como una mayor altura de la planta, una coloración mucho más verde, mayor vigorosidad en la planta y principalmente mayor número de botones florales por planta. Al analizar estos datos en un análisis de ANDEVA se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación del 1.99 %, los datos se muestran en el cuadro 26.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable rendimiento en el cultivo de la arveja china en base a cuatro láminas de riego en la finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

FV	G.L.	SC	CM	Fcal	Ftab	
					5 %	10 %
Trata	3	5,555,861.41	1,851,953.8	1,440.51	3.86	2.813
Bloques	3	9,887.08				
Error	9	11,570.58	1,285.62			
Total	15	5,577,319.08				

Significancia estadística 5 %, CV = 1.99 %.

Se realizó un análisis de medias de Tukey y se determinó que estos forman cuatro grupos según los criterios de este análisis, datos que se muestran en el cuadro 27.

Cuadro 27. Resultados de la prueba de Tukey para la variable rendimiento en el cultivo de la arveja china, en base a las cuatro láminas de riego en la finca Las Gemelas, Zaragoza, Chimaltenango.

Tratamiento	Lámina bruta (mm/día)	Media del rendimiento (kg/ha)	TUKEY
T4	3.50	2,581.81	A
T3	3.00	1,946.59	B
T3	2.50	1,719.17	C
T1	2.00	940.93	D

Tratamientos identificados con la misma letra, no presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

El tratamiento que presentó mejor rendimiento fue el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 10,320 kg/ha ubicado en el grupo a, en el segundo grupo se encuentra el tratamiento de 3 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 7,789 kg/ha ubicado en el grupo b, en el tercer grupo se encuentra el tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 6,681 kg/ha ubicado en el grupo c y en el último grupo se encuentra el tratamiento de 2 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 3,763 kg/ha ubicado en el grupo d.

Según Gil, J. (2001) un aspecto importante a tomar en cuenta que afecta el rendimiento del cultivo de arveja, es el bulbo de mojado que forman las láminas de riego en el suelo, dependiendo del tipo de suelo; para el caso de la presente evaluación, el suelo es del tipo franco (cuadro 5). Entre mayor sea la cantidad de agua aplicada mayor será el ancho de mojado y la profundidad del bulbo, (figura 40A), por lo que las raíces tendrán mayor disponibilidad de agua y los pelos absorbentes tendrá un mejor contacto con los nutrientes disponibles, logrando de esta manera un mejor rendimiento para el cultivo, tal como se observa en la figura 34.

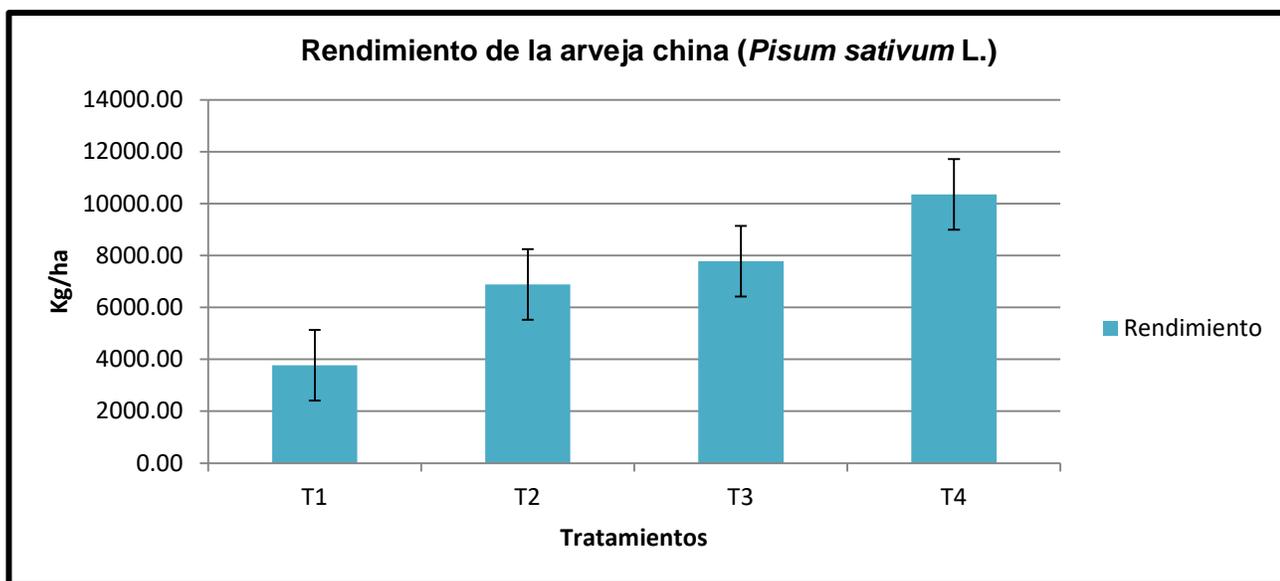


Figura 34. Rendimiento del cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) según los tratamientos aplicados.

Las etapas fenológicas del cultivo de la arveja son cuatro (figura 31) y empieza un incremento de consumo de agua en la segunda etapa (crecimiento y desarrollo) a los 31 DDS según consultas en el lugar. Se puede observar la disponibilidad de agua en el suelo según los tratamientos (cuadro 37A); en el tratamiento de 2 mm/día de lámina bruta, empieza un déficit de disponibilidad de agua a los 36 DDS. En el tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, empieza un déficit de disponibilidad de agua a los 41 DDS, aproximadamente a la mitad del crecimiento y desarrollo, mientras que en el tratamiento de 3 mm/día de lámina bruta, empieza un déficit de disponibilidad de agua en el suelo a los 51 DDS.

En el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, empieza un déficit de disponibilidad de agua en el suelo a los 63 DDS, es por ello que presentó los mejores resultados en rendimiento porque suministró agua al cultivo en las etapas en las que la planta exigió más agua día a día. Los otros tratamientos presentaron mayor déficit en cantidad de agua.

Merino, S. (2015), menciona que la raíz de la planta crece hasta alcanzar una máxima profundidad radicular; además Gil, J. (2001), menciona; a mayor cantidad de agua mayor profundidad del bulbo de mojado en un suelo franco; es por ello el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, presentó mayor rendimiento de la arveja, dado que el bulbo de mojado fue mayor obteniendo disponibilidad de agua y nutrientes para la raíz.

c. Etapas en la cosecha

En la figura 35 se observa el comportamiento en las cosechas, cabe mencionar que existen dos etapas; marcadas de la cosecha uno a la cosecha diez y de la cosecha once hasta el final del cultivo. Los rendimientos de la primera etapa de cosecha (cuadro 28) indican que el tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, obtuvo el mejor rendimiento; sin embargo podemos ver en la figura 36 y cuadro 28 que las cosechas de los tratamientos de 2.50 mm/día, 3 mm/día y 3.50 mm/día de lámina bruta, presentan rendimientos muy similares en esta primera etapa de cosecha. Esto concuerda con la curva de Kc de la figura 31 donde indica que las primeras etapas de desarrollo demandan menor cantidad de agua que las últimas etapas fenológicas.

La segunda etapa de cosecha si es afectado en la producción, según muestra el cuadro 28 y figura 35; porque si existe diferencia en el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, con respecto a los otros tratamientos, aportando mayor cantidad de agua, ya que en esta etapa fenológica es de mayor demanda de agua según la curva de Kc de la figura 31.

En el cuadro 28 se observa la demanda de agua del cultivo y la lámina neta de riego aplicado desde los 31 DDS hasta los 89 DDS (primera etapa de cosecha) y de los 90 DDS hasta un día antes de la última cosecha según el tratamiento (segunda etapa de cosecha), así como los rendimientos obtenidos de la cosecha uno a la diez y de la once hasta la última cosecha, según tratamiento.

Cuadro 28. Demanda de agua, lámina neta aplicada y rendimiento según etapa de producción.

Etapa de cosecha 1, et max y Ln de riego del período de 31 a 89 DDS.					Etapa de cosecha 2, et max y Ln de riego de los 90 DDS hasta el final de cosecha.			
Tra	Número de cosechas	Et max (mm)	Ln (mm)	Rendimiento (kg/ha)	Número de cosechas	Et max (mm)	Ln (mm)	Rendimiento (kg/ha)
T1	1 a 10	195.54	100.80	2,732.90	11 a 14	26.15	10.08	1,030.29
T2	1 a 10	195.54	126.00	4,121.16	11 a 16	53.12	25.20	2,560.58
T3	1 a 10	195.54	151.20	3,941.24	11 a 18	85.68	50.40	3,848.45
T4	1 a 10	195.54	176.40	3,937.43	11 a 20	116.43	76.44	6,382.54

En la figura 35 se puede observar el comportamiento de la producción y el número de cosechas por tratamiento.

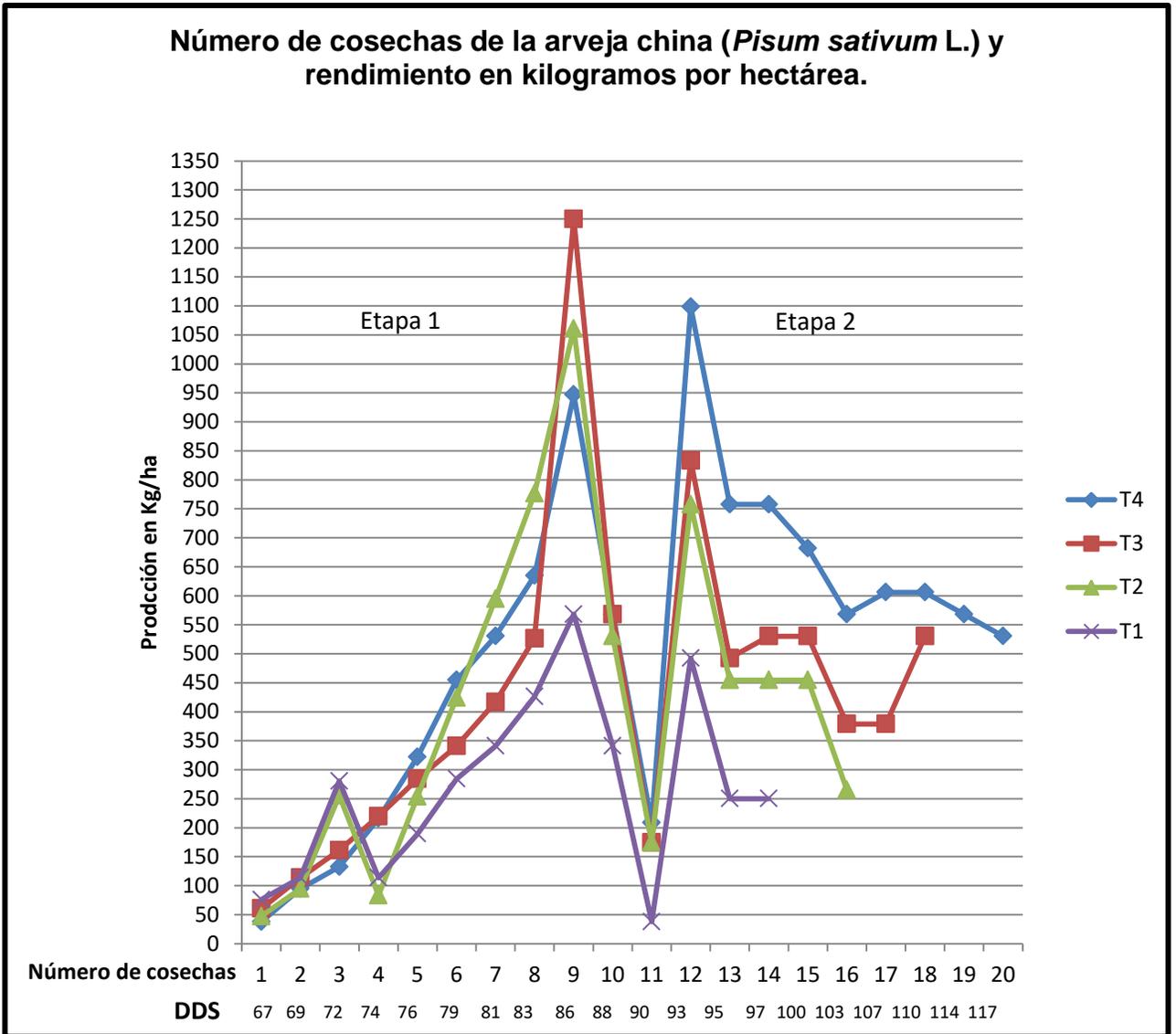


Figura 35. Valores de cada cosecha durante el ciclo del cultivo de la arveja china.

En la figura 36 se observa las diferencias entre cosechas, una cosecha con la anterior, para observar si existen aumentos o no en el rendimiento.

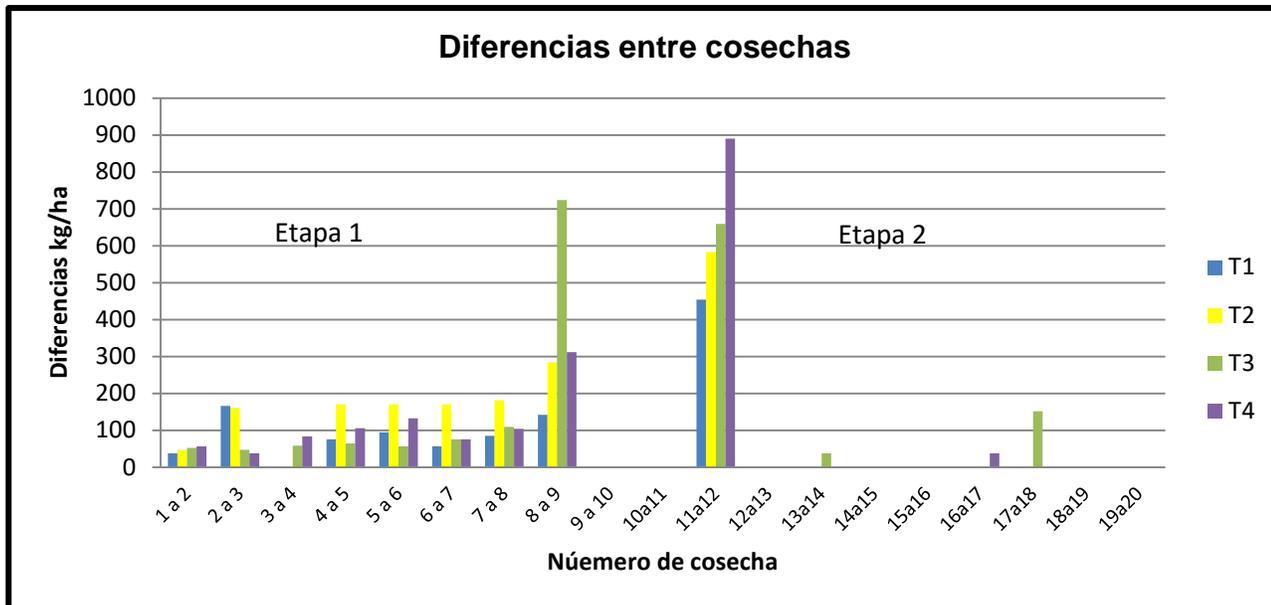


Figura 36. Diferencias entre cosechas, una cosecha con la anterior.

En la figura 36 se observa que en la primera etapa de cosechas existen aumentos en todos los tratamientos en cada cosecha que se realizó, pero en la segunda etapa únicamente existen diferencias grandes en la cosecha 12, en las demás cosechas no se dieron aumentos entre las cosechas.

En el cuadro 28, se observó que en la primera etapa de cosechas ninguno de los tratamientos aportó el agua que el cultivo demandó, sin embargo no existen grandes diferencias entre los tratamientos de 2.50 mm/día, 3 mm/día y 3.50 mm/día de lámina bruta. En la segunda etapa de cosechas, a pesar de no aportar la cantidad de agua que el cultivo demandó, si existen diferencias grandes en el rendimiento principalmente para el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta.

Al observar el cuadro 28 y la figura 36, se observó que probablemente las cantidades de agua aplicados en la primera etapa de cosechas para los tratamientos de 2.50 mm/día, 3 mm/día y 3.50 mm/día de lámina bruta, tendieron a ser suficientes para el cultivo, pero en la segunda etapa de cosechas la producción si es afectado por la cantidad de agua aplicada. Para el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, a pesar de no tener incrementos entre cosechas en la segunda etapa de producción, obtuvo mayor rendimiento por el incremento de cosechas por las láminas de riego aplicadas.

2.7. CONCLUSIONES

- Se determinó el rendimiento del cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) bajo el efecto de cuatro láminas de riego en todo el ciclo, las que fueron, 2 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 3,763.25 kg/ha, 2.50 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 6,681.81 kg/ha, 3 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 7,789.77 kg/ha y 3.50 mm/día de lámina bruta, con un rendimiento de 10,320.07 kg/ha. Se observó que la lámina bruta de riego de 2 mm/día, no sustenta la producción del cultivo.
- Se determinó las variables de crecimiento del cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.); para el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, obtuvo un promedio de 13.63 frutos por planta, 1.50 m de altura de la planta y 10.39 cm de longitud de la vaina. Para el tratamiento de 3 mm/día de lámina bruta, obtuvo un promedio de 10.28 frutos por planta, 1.40 m de altura de la planta y 10.22 cm de longitud de la vaina. Para el tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, obtuvo un promedio de 9.08 frutos por planta, 1.20 m de altura de la planta y 9.64 cm de longitud de la vaina y para el tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, obtuvo un promedio de 4.97 frutos por planta, 1 m de altura de la planta y 9.43 cm de longitud de la vaina.
- Se determinó las láminas totales de riego y los consumos de agua del cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.). Para el tratamiento de 2 mm/día de lámina bruta, se aplicó 110.88 mm de riego y tuvo un consumo de 221.68 mm, para el tratamiento de 2.50 mm/día de lámina bruta, se aplicó 154.64 mm de riego y tuvo un consumo de 248.66 mm, para el tratamiento de 3 mm/día de lámina bruta, se aplicó 205.02 mm de riego y tuvo un consumo de 281.22 mm y para el tratamiento de 3.50 mm/día de lámina bruta, se aplicó 256.26 mm y tuvo un consumo de 311.97 mm.

- Las láminas brutas de riego de 2.50 mm/día con rendimiento de 4,121.16 kg/ha, 3 mm/día con rendimiento de 3,941.24 kg/ha y 3.50 mm/día con rendimiento de 3,937.43 kg/ha sustentan la producción en la primera etapa de cosecha, según los rendimientos observados que son similares, sin embargo en la segunda etapa de cosecha la producción si es afectado por la cantidad de agua aplicada ya que si existen diferencias entre los rendimientos de los tratamientos, esto coincide con la curva de Kc de la arveja china proporcionada por FAO.
- Existe diferencias en el número de cosechas entre tratamientos, la lámina bruta de riego de 2 mm/día obtuvo 14 cosechas, la lámina de 2.50 mm/día obtuvo 16 cosechas, la lámina de 3 mm/día obtuvo 18 cosechas y la lámina de 3.50 mm/día obtuvo 20 cosechas.

2.8. RECOMENDACIONES

- En la presente evaluación se tomaron valores de Kc de 0.40, 0.50, 0.60 y 0.70 (cuadro 8), por lo que se recomienda realizar una evaluación utilizando valores de Kc de 1.00 y mayores de 1.00.
- En la presente evaluación las láminas de riego aplicados como tratamientos fueron constantes después de los 30 DDS, por lo que se recomienda realizar una evaluación aplicando láminas de riego según las etapas fenológicas y la curva Kc del cultivo.
- La lámina bruta de 3.50 mm/día, presentó el mejor rendimiento con 10,320 kg/ha, por lo que se recomienda evaluar el resultado, utilizando cobertor plástico en el suelo (mulch) ya que existen efectos sobre la evapotranspiración con la utilización de este material.
- Las láminas brutas de 3.50 mm/día y 3 mm/día, presentaron las mejores longitudes con un promedio de 10.39 cm y 10.21 cm respectivamente, mientras que las menores longitudes se observa al aplicar 2.50 mm/día y 2 mm/día de lámina bruta, con longitudes promedio de 9.64 cm y 9.42 cm respectivamente, por lo que se recomienda utilizar la lámina de riego favorable según sea el tipo de mercado de exportación.
- Evaluar láminas de riego en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) variedad Sugar snap, ya que la vaina de esta variedad es más carnosas por lo que demanda una mayor consumo de agua por parte de la planta.
- Evaluar el rendimiento de la arveja china aplicando únicamente el agua que se consume al día a través del método del tanque de evaporación tipo A y en base al coeficiente Kc del cultivo.

2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. Bolaños, A. 1998. Introducción a la olericultura. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. p. 223-229.
2. Bracamonte, O. 1998. Evaluación de cuatro intervalos de riego sobre el rendimiento de frutos y evapotranspiración del cultivo de miltomate (*Physalis philadelphica* Lam.) en el Centro Experimental Docente de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 p.
3. Comisión Nacional de Riego, Chile. 2010. Servicio de programación y optimización del uso del agua de riego: Coeficiente de cultivo (Kc) (en línea). Santiago, Chile, Universidad de Talca. Consultado 3 mar. 2015. Disponible en http://www.sepor.cl/informacion_boletines/S106_Boletin_Coeficiente_de_cultivo.pdf
4. Contreras, D. 2011. Diagnostico administrativo municipal. Tesis Lic. Admon. Emp. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. 184 p.
5. DeGuate, Guatemala. 2015. Producción de arveja china en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 2 feb. 2016. Disponible en <https://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-arveja-china-en-guatemala.shtml>
6. FAO, Italia. 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia. 297 p.
7. Flores, M. 2009. Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a tres dosis. San Gabriel, Carchi. Tesis Ing. Agr. Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 74 p.
8. Gil-Marín, JA. 2001. Forma y dimensiones del bulbo húmedo con fines de diseño de riego por goteo en dos suelos típicos de sabana (en línea). Revista UDO Agrícola 1(1):42-47. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en <http://www.bioline.org.br/pdf?cg01007>
9. Gudiel, V. 2008. Cultivo de la arveja china y dulce (en línea). Guatemala, Productora de Semillas. Consultado 28 feb. 2015. Disponible en <http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/Hortalizas/Recomendacionesdemanajodecultivodearvejaschinasydulces.pdf>
10. Kremer, C. 2008. Riego en hortalizas (en línea). Chile, HortyFresco. Consultado 15 ene. 2016. Disponible en http://www.hortyfresco.cl/docs/manuales_innova/Boletin_6.pdf

11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2014. Perfil comercial arveja china (en línea). Guatemala. Consultado 28 oct. 2015. Disponible en <https://precios.maga.gob.gt/archivos/perfiles/Perfil%20Arveja%20china.pdf>
12. María, P. 2010. Legumbres: El cultivo de arveja (en línea). Argentina, Agritotal. Consultado 28 feb. 2015. Disponible en <http://www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=1534>
13. Mazariegos, A. 1997. Evaluación del efecto de tres frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración del cultivo de hierba mora (*Solanum* sp.) bajo las condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
14. Merino, S. 2015. Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Tesis Ing. Agr. Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 55 p.
15. Navarro, J. 2003. Efecto de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento de plátano (*Musa paradisiaca* var. Curraré) bajo las condiciones de aldea Los Encuentros, Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
16. Porres, J. 2009. Efecto de cuatro láminas de riego con diferentes frecuencias sobre la brotación de yemas y establecimiento de estacas primarias o básicas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 93 p.
17. Santos, L. 2011. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación, S. A., Sumpango, Sacatepéquez, manejo de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 133 p.
18. Universidad de Concepción, Departamento de Recursos Hídricos, Chile. 2012. Necesidades de agua de los cultivos. Concepción, Chile. 29 p.
19. Valenzuela Ruíz, T. 1975. Principios básicos del riego por goteo y experiencias de su aplicación en la república mexicana. Mendoza, Argentina, IICA. 103 p.

2.10. ANEXOS



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 37A. Fotografía del aforo del gotero de la cinta de riego.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 38A. Floración del cultivo a los 84 DDS.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 39A. Longitud de las vainas de arveja, según tratamientos.

Cuadro 29A. Coeficientes del tanque evaporímetro (Kt) para el tanque clase A para diversas localizaciones y ambientes de los tanques.

Elemento	Rangos			
		Bajo <40	Medio 40 a 70	Alto >70
Humedad relativa media %				
Viento km/día	m (1)			
Ligero 175	1	0.55	0.65	0.75
	10	0.65	0.75	0.85
	100	0.70	0.80	0.85
	1,000	0.75	0.85	0.85
Moderado 175 a 425	1	0.50	0.60	0.65
	10	0.60	0.70	0.75
	100	0.65	0.70	0.80
	1,000	0.70	0.75	0.80
Fuerte 425 a 770	1	0.45	0.50	0.60
	10	0.55	0.60	0.65
	100	0.60	0.65	0.70
	1,000	0.65	0.70	0.75
Violento 770 o más	1	0.40	0.45	0.50
	10	0.45	0.55	0.60
	100	0.50	0.60	0.65
	1,000	0.55	0.60	0.65

Fuente: Serie FAO Riego y drenaje Número 24, 2006.

En el cuadro 30A se puede observar el promedio del número de frutos, tomados en cada cosecha, de veinte plantas por cada parcela neta de cada unidad experimental.

Cuadro 30A. Número de vainas de arveja china por tratamiento y bloques.

bloques Tratamientos	Bloques o repeticiones			
	I	II	III	IV
T1	4.85	4.89	4.96	5.16
T2	8.68	8.62	9.27	9.72
T3	10.09	10.18	10.32	10.50
T4	13.43	13.38	13.78	13.92

Fuente: elaboración propia, 2016.

En el cuadro 31A se puede observar los datos de la altura de la planta de arveja china, se tomaron 3 plantas por cada unidad experimental.

Cuadro 31A. Altura en metros de la planta de arveja china por tratamiento y por bloque.

Tratamiento	Planta Número	Bloques o repeticiones (m)			
		I	II	III	IV
T1	1	1.00	0.90	0.95	1.10
	2	0.90	0.95	1.00	1.05
	3	1.10	1.00	0.90	1.15
T2	1	1.20	1.10	1.35	1.25
	2	1.10	1.15	1.25	1.15
	3	1.15	1.20	1.30	1.20
T3	1	1.40	1.30	1.55	1.40
	2	1.30	1.35	1.45	1.35
	3	1.50	1.40	1.50	1.30
T4	1	1.45	1.45	1.45	1.65
	2	1.55	1.45	1.50	1.60
	3	1.35	1.60	1.40	1.55

Fuente: elaboración propia, 2016.

En el cuadro 32A se muestran los datos de longitud de las vainas de arveja, se tomaron tres muestreos en todo el ciclo del cultivo y cada muestreo es resultado del promedio de diez vainas tomadas al azar.

Cuadro 32A. Longitud en centímetros de las vainas de arveja china por tratamiento y bloque.

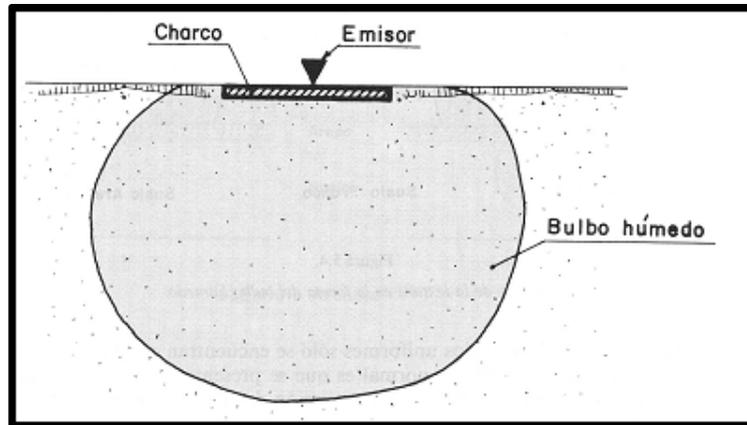
Tratamiento	Número de muestreo	Bloques o repeticiones (cm)			
		I	II	III	IV
T1	1	9.20	9.00	9.50	9.70
	2	9.00	9.90	9.40	9.50
	3	9.60	8.90	10.40	9.00
T2	1	9.80	9.60	9.60	9.90
	2	9.50	10.30	8.90	9.70
	3	9.70	9.20	9.60	9.90
T3	1	9.90	10.20	10.00	9.80
	2	10.50	9.90	10.50	10.30
	3	10.40	10.40	10.20	10.50
T4	1	9.90	10.50	9.80	10.20
	2	10.80	10.10	10.50	10.30
	3	10.30	10.90	10.60	10.80

Fuente: elaboración propia, 2016.

Cuadro 33A. Déficit permitido de manejo, según tipo de cultivo.

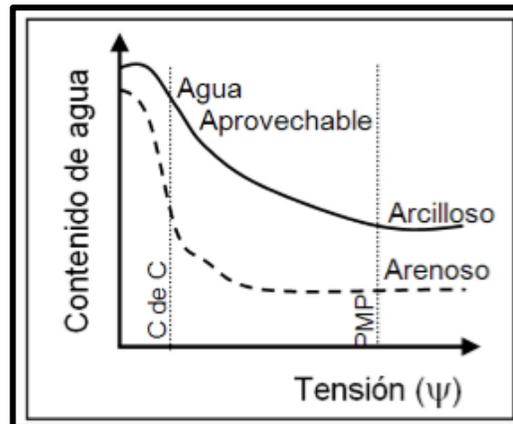
Tipo de cultivo	Déficit permitido de manejo (%)
Hortalizas	30 a 40
Frutales	40 a 50
Pastos	50 a 70
Cereales	60 a 70

Fuente: manual de riego parcelario, FAO 2006.



Fuente: riego y goteo, Universidad de Sevilla, 2013.

Figura 40A. Bulbo típico de mojado para los tipos de suelos francos.



Fuente: riego y goteo, Universidad de Sevilla, 2013.

Figura 41A. Gasto de energía en las plantas, según la disponibilidad de agua.

Cuadro 34A. Tabla de registro de lectura del tanque tipo A, evaporación, evapotranspiración de referencia (Eto) y evapotranspiración potencial (et max) en la etapa de germinación. Finca Las Gemelas, noviembre 2015.

Fecha	Lectura del tanque	Evaporación (mm)	Kt	Eto (mm)	Kc	Et max (mm/día)	∑ Et max (mm/día)
31/10/2015	SIEMBRA						
01/11/2015	33.90	4.00	0.80	3.20	0.50	1.60	--
02/11/2015	28.10*	5.80	0.80	4.64	0.50	2.32	--
03/11/2015	40.20	4.90	0.80	3.92	0.50	1.96	--
04/11/2015	35.70	4.50	0.80	3.60	0.50	1.80	--
05/11/2015	31.25	4.45	0.80	3.56	0.50	1.78	--
06/11/2015	26.55	4.70	0.80	3.76	0.50	1.88	--
07/11/2015	21.65	4.90	0.80	3.92	0.50	1.96	13.30
08/11/2015	16.90	4.75	0.80	3.80	0.50	1.90	--
09/11/2015	13.55*	3.35	0.80	2.68	0.50	1.34	--
10/11/2015	30.65	4.85	0.80	3.88	0.50	1.94	--
11/11/2015	29.15	1.50	0.80	1.20	0.50	0.60	--
12/11/2015	26.85	2.30	0.80	1.84	0.50	0.92	--
13/11/2015	23.30	3.55	0.80	2.84	0.50	1.42	--
14/11/2015	20.65	2.65	0.80	2.12	0.50	1.06	22.48
15/11/2015	25.25	4.03	0.80	3.22	0.50	1.61	--
16/11/2015	22.55*	2.70	0.80	2.16	0.50	1.08	--
17/11/2015	33.00	2.50	0.80	2.00	0.50	1.00	--
18/11/2015	29.00	4.00	0.80	3.20	0.50	1.60	--
19/11/2015	24.20	4.80	0.80	3.84	0.50	1.92	--
20/11/2015	19.85	4.35	0.80	3.48	0.50	1.74	--
21/11/2015	22.80	3.93	0.80	3.14	0.50	1.57	--
22/11/2015	26.40	3.93	0.80	3.14	0.50	1.57	34.58
23/11/2015	34.07*	3.93	0.80	3.14	0.50	1.57	--
24/11/2015	30.00	5.50	0.80	4.40	0.50	2.20	--

Continuación cuadro 34A.

Fecha	Lectura del tanque	Evaporación (mm)	Kt	Eto (mm)	Kc	Et max (mm/día)	∑ Et max (mm/día)
25/11/2015	24.90	5.10	0.80	4.08	0.50	2.04	--
26/11/2015	19.10	5.80	0.80	4.64	0.50	2.32	--
27/11/2015	13.70	5.40	0.80	4.32	0.50	2.16	--
28/11/2015	8.15*	5.55	0.80	4.44	0.50	2.22	--
29/11/2015	30.30	5.20	0.80	4.16	0.50	2.08	--
30/11/2015	24.80*	5.50	0.80	4.40	0.50	2.20	51.37
TOTAL	--	128.42	--	102.74	--	51.37	--

Fuente: elaboración propia con datos del INSIVUMEH, estación meteorológica ICTA Chimaltenango, 2015.

Cuadro 35A. Tabla de registro de lectura del tanque tipo A, evaporación, evapotranspiración de referencia (Eto) y evapotranspiración potencial (et max) durante los tratamientos. Finca Las Gemelas, diciembre 2015 a febrero 2016.

Fecha	Lectura del tanque	Evaporación (mm)	Kt	Eto (mm)	Kc	Et max (mm/día)	∑ Et max (mm/día)
01/12/2015	30.20*	5.30	0.80	4.24	0.64	2.71	--
02/12/2015	25.50	4.70	0.80	3.76	0.64	2.41	--
03/12/2015	21.25	4.25	0.80	3.40	0.64	2.18	--
04/12/2015	16.90	4.35	0.80	3.48	0.64	2.23	--
05/12/2015	12.75	4.15	0.80	3.32	0.64	2.12	--
06/12/2015	7.80	4.95	0.80	3.96	0.76	3.01	--
07/12/2015	3.80*	4.00	0.80	3.20	0.76	2.43	17.09
08/12/2015	31.90	3.60	0.80	2.88	0.76	2.19	--
09/12/2015	28.70	3.20	0.80	2.56	0.76	1.95	--
10/12/2015	24.85	3.85	0.80	3.08	0.76	2.34	--
11/12/2015	21.10	3.75	0.80	3.00	0.88	2.64	--
12/12/2015	17.45	3.65	0.80	2.92	0.88	2.57	--

Continuación cuadro 35A.

Fecha	Lectura del tanque	Evaporación (mm)	Kt	Eto (mm)	Kc	Et max (mm/día)	∑ Et max (mm/día)
13/12/2015	13.85	3.60	0.80	2.88	0.88	2.53	--
14/12/2015	10.60*	3.25	0.80	2.60	0.88	2.29	33.60
15/12/2015	30.50	5.00	0.80	4.00	0.88	3.52	--
16/12/2015	25.95	4.55	0.80	3.64	1.02	3.71	--
17/12/2015	21.90	4.05	0.80	3.24	1.02	3.30	--
18/12/2015	19.10	2.80	0.80	2.24	1.02	2.28	--
19/12/2015	15.85	3.25	0.80	2.60	1.02	2.65	--
20/12/2015	10.60	5.25	0.80	4.20	1.02	4.28	--
21/12/2015	7.10*	3.50	0.80	2.80	1.15	3.22	56.58
22/12/2015	30.20	5.30	0.80	4.24	1.15	4.88	--
23/12/2015	25.80	4.40	0.80	3.52	1.15	4.05	--
24/12/2015	21.80	4.00	0.80	3.20	1.15	3.68	--
25/12/2015	18.50	3.30	0.80	2.64	1.15	3.04	--
26/12/2015	15.20	3.30	0.80	2.64	1.15	3.04	--
27/12/2015	11.65	3.55	0.80	2.84	1.15	3.27	--
28/12/2015	6.15*	5.50	0.80	4.40	1.15	5.06	83.58
29/12/2015	30.60	4.90	0.80	3.92	1.15	4.51	--
30/12/2015	26.85	3.75	0.80	3.00	1.15	3.45	--
31/12/2015	23.45	3.40	0.80	2.72	1.15	3.13	--
01/01/2016	20.45	3.00	0.80	2.40	1.15	2.76	--
02/01/2016	17.45	3.00	0.80	2.40	1.15	2.76	--
03/01/2016	13.90	3.55	0.80	2.84	1.15	3.27	--
04/01/2016	10.65*	3.25	0.80	2.60	1.15	2.99	106.44
05/01/2016	30.95	4.55	0.80	3.64	1.15	4.19	--
06/01/2016	27.40	3.55	0.80	2.84	1.15	3.27	--
07/01/2016	23.65	3.75	0.80	3.00	1.15	3.45	--

Continuación cuadro 35A.

Fecha	Lectura del tanque	Evaporación (mm)	Kt	Eto (mm)	Kc	Et max (mm/día)	∑ Et max (mm/día)
08/01/2016	20.35	3.30	0.80	2.64	1.15	3.04	--
09/01/2016	16.90	3.45	0.80	2.76	1.15	3.17	--
10/01/2016	13.85	3.05	0.80	2.44	1.15	2.81	--
11/01/2016	9.10*	4.75	0.80	3.80	1.15	4.37	130.73
12/01/2016	32.25	3.25	0.80	2.60	1.15	2.99	--
13/01/2016	28.45	3.80	0.80	3.04	1.15	3.50	--
14/01/2016	24.70	3.75	0.80	3.00	1.15	3.45	--
15/01/2016	20.10	4.60	0.80	3.68	1.15	4.23	--
16/01/2016	16.40	3.70	0.80	2.96	1.15	3.40	--
17/01/2016	12.90	3.50	0.80	2.80	1.15	3.22	--
18/01/2016	9.25*	3.65	0.80	2.92	1.15	3.36	154.88
19/01/2016	31.45	4.05	0.80	3.24	1.15	3.73	--
20/01/2016	27.65	3.80	0.80	3.04	1.15	3.50	--
21/01/2016	23.75	3.90	0.80	3.12	1.15	3.59	--
22/01/2016	19.75	4.00	0.80	3.20	1.15	3.68	--
23/01/2016	14.40	5.35	0.80	4.28	1.15	4.92	--
24/01/2016	8.75	5.65	0.80	4.52	1.15	5.20	--
25/01/2016	3.20*	5.55	0.80	4.44	1.14	5.06	184.55
26/01/2016	31.55	3.95	0.80	3.16	1.14	3.60	--
27/01/2016	28.35	3.20	0.80	2.56	1.14	2.92	--
28/01/2016	23.45	4.90	0.80	3.92	1.14	4.47	--
29/01/2016	20.25	3.20	0.80	2.56	1.14	2.92	--
30/01/2016	16.85	3.40	0.80	2.72	1.12	3.05	--
31/01/2016	12.95	3.90	0.80	3.12	1.12	3.49	--
01/02/2016	8.83*	4.12	0.80	3.30	1.12	3.69	208.69
02/02/2016	30.50	5.00	0.80	4.00	1.12	4.48	--

Continuación cuadro 35A.

Fecha	Lectura del tanque	Evaporación (mm)	Kt	Eto (mm)	Kc	Et max (mm/día)	∑ Et max (mm/día)
03/02/2016	26.35	4.16	0.80	3.32	1.12	3.72	--
04/02/2016	20.90	5.45	0.80	4.36	1.10	4.79	--
05/02/2016	15.20	5.71	0.80	4.56	1.10	5.02	--
06/02/2016	10.30	4.90	0.80	3.92	1.10	4.31	--
07/02/2016	5.75	4.55	0.80	3.64	1.10	4.00	--
08/02/2016	1.30*	4.45	0.80	3.56	1.10	3.92	238.93
09/02/2016	30.40	5.10	0.80	4.08	1.10	4.49	--
10/02/2016	24.45	5.95	0.80	4.76	1.10	5.24	--
11/02/2016	19.25	5.20	0.80	4.16	1.10	4.58	--
12/02/2016	13.70	5.55	0.80	4.44	1.10	4.88	--
13/02/2016	8.35*	5.35	0.80	4.28	1.10	4.71	--
14/02/2016	30.35	5.15	0.80	4.12	1.10	4.53	--
15/02/2016	25.25*	5.10	0.80	4.08	1.10	4.49	271.84
16/02/2016	30.10	5.40	0.80	4.32	1.10	4.75	--
17/02/2016	24.85	5.25	0.80	4.20	1.10	4.62	--
18/02/2016	19.80	5.05	0.80	4.04	1.10	4.44	--
19/02/2016	15.00	4.80	0.80	3.84	1.10	4.22	--
20/02/2016	10.95	4.05	0.80	3.24	1.10	3.56	--
21/02/2016	6.15	4.80	0.80	3.84	1.10	4.22	--
22/02/2016	1.00*	5.15	0.80	4.12	1.10	4.53	302.20
23/02/2016	29.90	5.60	0.80	4.48	1.10	4.93	--
24/02/2016	24.40	5.50	0.80	4.40	1.10	4.84	--
TOTAL		368.02		394.42		334.46	--

Fuente: elaboración propia, con datos del INSIVUMEH, estación meteorológica ICTA Chimaltenango, 2015 a 2016.

* Observación: el tanque se llenaba a 35.50 mm.

Cuadro 36A. Acumulación de agua en el suelo en la etapa de germinación en el cultivo de arveja china, en finca Las Gemelas, noviembre 2015.

Fecha	DDS	Et max (mm)	Riego (mm)	Pp (mm)	Déficit o exceso diario (mm)	Lámina neta acumulada en el suelo (mm)
			T1, T2, T3, T4		T1, T2, T3, T4	T1, T2, T3, T4
31/10/2015	SIEMBRA					
01/11/2015	1	1.60	1.68	0.00	0.08	0.08
02/11/2015	2	2.32	1.68	1.00	0.36	0.44
03/11/2015	3	1.96	0.00	5.70	3.74	4.18
04/11/2015	4	1.80	0.00	2.10	0.30	4.48
05/11/2015	5	1.78	0.00	0.00	-1.78	2.70
06/11/2015	6	1.88	0.00	0.00	-1.88	0.82
07/11/2015	7	1.96	1.68	0.00	-0.28	0.54
08/11/2015	8	1.90	1.68	0.00	-0.22	0.32
09/11/2015	9	1.34	1.68	0.50	0.84	1.16
10/11/2015	10	1.94	1.68	0.00	-0.26	0.90
11/11/2015	11	0.60	0.00	1.90	1.30	2.20
12/11/2015	12	0.92	0.00	3.20	2.28	4.48
13/11/2015	13	1.42	0.00	1.20	-0.22	4.26
14/11/2015	14	1.06	0.00	1.60	0.54	4.80
15/11/2015	15	1.61	0.00	6.60	4.99	9.79
16/11/2015	16	1.08	0.00	1.50	0.42	10.21
17/11/2015	17	1.00	0.00	1.80	0.80	11.01
18/11/2015	18	1.60	0.00	0.00	-1.60	9.41
19/11/2015	19	1.92	0.00	0.00	-1.92	7.49
20/11/2015	20	1.74	0.00	0.00	-1.74	5.75
21/11/2015	21	1.57	0.00	3.80	2.23	7.98
22/11/2015	22	1.57	0.00	5.60	4.03	12.01
23/11/2015	23	1.57	0.00	8.20	6.63	18.64

Continuación cuadro 36A.

Fecha	DDS	Et max (mm)	Riego (mm)	Pp (mm)	Déficit o exceso diario (mm)	Lámina neta acumulada en el suelo (mm)
			T1, T2, T3, T4		T1, T2, T3, T4	T1, T2, T3, T4
24/11/2015	24	2.20	0.00	0.00	-2.20	16.44
25/11/2015	25	2.04	0.00	0.00	-2.04	14.40
26/11/2015	26	2.32	0.00	0.00	-2.32	12.08
27/11/2015	27	2.16	0.00	0.00	-2.16	9.92
28/11/2015	28	2.22	0.00	0.00	-2.22	7.70
29/11/2015	29	2.08	0.00	0.00	-2.08	5.62
30/11/2015	30	2.20	0.00	0.00	-2.20	3.42
TOTAL		51.36	10.08	44.70		3.42

Fuente: elaboración propia, 2016.

Cuadro 37A. Acumulación de agua en el suelo, durante los tratamientos, en el cultivo de arveja china, en finca Las Gemelas, diciembre 2015 a febrero 2016.

Fecha	DDS	Et max (mm)	Riegos (Ln en mm)				Pp (mm)	Déficit o exceso diario (mm)				Lámina neta acumulada en el suelo (mm)			
			T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Exceso de agua de la etapa de germinación												3.42	3.42	3.42	3.42
01/12/2015	31	2.71	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.65	1.49	2.33	3.17	4.07	4.91	5.75	6.59
02/12/2015	32	2.41	--	--	--	--	0.00	-2.41	-2.41	-2.41	-2.41	1.66	2.50	3.34	4.18
03/12/2015	33	2.18	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	1.18	2.02	2.86	3.70	2.84	4.52	6.20	7.88
04/12/2015	34	2.23	--	--	--	--	0.00	-2.23	-2.23	-2.23	-2.23	0.62	2.30	3.98	5.66
05/12/2015	35	2.12	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	1.24	2.08	2.92	3.76	1.85	4.37	6.89	9.41
06/12/2015	36	3.01	--	--	--	--	0.00	-3.01	-3.01	-3.01	-3.01	-1.16	1.36	3.88	6.40
07/12/2015	37	2.43	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.93	1.77	2.61	3.45	-0.23	3.13	6.49	9.85
08/12/2015	38	2.19	--	--	--	--	0.00	-2.19	-2.19	-2.19	-2.19	-2.42	0.94	4.30	7.66

Continuación cuadro 37A.

Fecha	DDS	Et max (mm)	Riegos (Ln en mm)				Pp (mm)	Déficit o exceso diario (mm)				Lámina neta acumulada en el suelo (mm)			
			T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
09/12/2015	39	1.95	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	1.41	2.25	3.09	3.93	-1.00	3.20	7.40	11.60
10/12/2015	40	2.34	--	--	--	--	0.00	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-3.34	0.86	5.06	9.26
11/12/2015	41	2.64	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.72	1.56	2.40	3.24	-2.62	2.42	7.46	12.50
12/12/2015	42	2.57	--	--	--	--	0.00	-2.57	-2.57	-2.57	-2.57	-5.19	-0.15	4.89	9.93
13/12/2015	43	2.53	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.83	1.67	2.51	3.35	-4.37	1.51	7.39	13.27
14/12/2015	44	2.29	--	--	--	--	0.00	-2.29	-2.29	-2.29	-2.29	-6.66	-0.78	5.10	10.98
15/12/2015	45	3.52	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.16	0.68	1.52	2.36	-6.82	-0.10	6.62	13.34
16/12/2015	46	3.71	--	--	--	--	0.00	-3.71	-3.71	-3.71	-3.71	-10.53	-3.81	2.91	9.63
17/12/2015	47	3.30	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.06	0.90	1.74	2.58	-10.47	-2.91	4.65	12.21
18/12/2015	48	2.28	--	--	--	--	0.00	-2.28	-2.28	-2.28	-2.28	-12.76	-5.20	2.36	9.92
19/12/2015	49	2.65	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.71	1.55	2.39	3.23	-12.05	-3.65	4.75	13.15
20/12/2015	50	4.28	--	--	--	--	0.00	-4.28	-4.28	-4.28	-4.28	-16.34	-7.94	0.46	8.86
21/12/2015	51	3.22	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.14	0.98	1.82	2.66	-16.20	-6.96	2.28	11.52
22/12/2015	52	4.88	--	--	--	--	0.00	-4.88	-4.88	-4.88	-4.88	-21.07	-11.83	-2.59	6.65
23/12/2015	53	4.05	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.69	0.15	0.99	1.83	-21.76	-11.68	-1.60	8.48
24/12/2015	54	3.68	--	--	--	--	0.00	-3.68	-3.68	-3.68	-3.68	-25.44	-15.36	-5.28	4.80
25/12/2015	55	3.04	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.32	1.16	2.00	2.84	-25.12	-14.20	-3.28	7.64
26/12/2015	56	3.04	--	--	--	--	0.00	-3.04	-3.04	-3.04	-3.04	-28.15	-17.23	-6.31	4.61
27/12/2015	57	3.27	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.09	0.93	1.77	2.61	-28.06	-16.30	-4.54	7.22
28/12/2015	58	5.06	--	--	--	--	0.00	-5.06	-5.06	-5.06	-5.06	-33.12	-21.36	-9.60	2.16
29/12/2015	59	4.51	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-1.15	-0.31	0.53	1.37	-34.27	-21.67	-9.07	3.53
30/12/2015	60	3.45	--	--	--	--	0.00	-3.45	-3.45	-3.45	-3.45	-37.72	-25.12	-12.52	0.08
31/12/2015	61	3.13	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.23	1.07	1.91	2.75	-37.48	-24.04	-10.60	2.84
01/01/2016	62	2.76	--	--	--	--	0.00	-2.76	-2.76	-2.76	-2.76	-40.24	-26.80	-13.36	0.08

Continuación cuadro 37A.

Fecha	DDS	Et max (mm)	Riegos (Ln en mm)				Pp (mm)	Déficit o exceso diario (mm)				Lámina neta acumulada en el suelo (mm)			
			T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
02/01/2016	63	2.76	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.60	1.44	2.28	3.12	-39.64	-25.36	-11.08	3.20
03/01/2016	64	3.27	--	--	--	--	0.00	-3.27	-3.27	-3.27	-3.27	-42.91	-28.63	-14.35	-0.07
04/01/2016	65	2.99	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.37	1.21	2.05	2.89	-42.54	-27.42	-12.30	2.82
05/01/2016	66	4.19	--	--	--	--	0.00	-4.19	-4.19	-4.19	-4.19	-46.73	-31.61	-16.49	-1.37
06/01/2016	67	3.27	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.09	0.93	1.77	2.61	-46.63	-30.67	-14.71	1.25
07/01/2016	68	3.45	--	--	--	--	0.00	-3.45	-3.45	-3.45	-3.45	-50.08	-34.12	-18.16	-2.20
08/01/2016	69	3.04	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.32	1.16	2.00	2.84	-49.76	-32.96	-16.16	0.64
09/01/2016	70	3.17	--	--	--	--	0.00	-3.17	-3.17	-3.17	-3.17	-52.93	-36.13	-19.33	-2.53
10/01/2016	71	2.81	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.55	1.39	2.23	3.07	-52.38	-34.74	-17.10	0.54
11/01/2016	72	4.37	--	--	--	--	0.00	-4.37	-4.37	-4.37	-4.37	-56.75	-39.11	-21.47	-3.83
12/01/2016	73	2.99	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.37	1.21	2.05	2.89	-56.38	-37.90	-19.42	-0.94
13/01/2016	74	3.50	--	--	--	--	0.00	-3.50	-3.50	-3.50	-3.50	-59.87	-41.39	-22.91	-4.43
14/01/2016	75	3.45	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.09	0.75	1.59	2.43	-59.96	-40.64	-21.32	-2.00
15/01/2016	76	4.23	--	--	--	--	0.00	-4.23	-4.23	-4.23	-4.23	-64.20	-44.88	-25.56	-6.24
16/01/2016	77	3.40	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.04	0.80	1.64	2.48	-64.24	-44.08	-23.92	-3.76
17/01/2016	78	3.22	--	--	--	--	0.00	-3.22	-3.22	-3.22	-3.22	-67.46	-47.30	-27.14	-6.98
18/01/2016	79	3.36	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.00	0.84	1.68	2.52	-67.46	-46.46	-25.46	-4.46
19/01/2016	80	3.73	--	--	--	--	0.00	-3.73	-3.73	-3.73	-3.73	-71.18	-50.18	-29.18	-8.18
20/01/2016	81	3.50	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.14	0.70	1.54	2.38	-71.32	-49.48	-27.64	-5.80
21/01/2016	82	3.59	--	--	--	--	0.00	-3.59	-3.59	-3.59	-3.59	-74.91	-53.07	-31.23	-9.39
22/01/2016	83	3.68	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.32	0.52	1.36	2.20	-75.23	-52.55	-29.87	-7.19
23/01/2016	84	4.92	--	--	--	--	0.00	-4.92	-4.92	-4.92	-4.92	-80.15	-57.47	-34.79	-12.11
24/01/2016	85	5.20	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-1.84	-1.00	-0.16	0.68	-81.99	-58.47	-34.95	-11.43
25/01/2016	86	5.06	--	--	--	--	0.00	-5.06	-5.06	-5.06	-5.06	-87.05	-63.53	-40.01	-16.49

Continuación cuadro 37A.

Fecha	DDS	Et max (mm)	Riegos (Ln en mm)				Pp (mm)	Déficit o exceso diario (mm)				Lámina neta acumulada en el suelo (mm)			
			T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
26/01/2016	87	3.60	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.24	0.60	1.44	2.28	-87.29	-62.93	-38.57	-14.21
27/01/2016	88	2.92	--	--	--	--	0.00	-2.92	-2.92	-2.92	-2.92	-90.21	-65.85	-41.49	-17.13
28/01/2016	89	4.47	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-1.11	-0.27	0.57	1.41	-91.32	-66.12	-40.92	-15.72
29/01/2016	90	2.92	--	--	--	--	0.00	-2.92	-2.92	-2.92	-2.92	-94.24	-69.04	-43.84	-18.64
30/01/2016	91	3.05	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	0.31	1.15	1.99	2.83	-93.92	-67.88	-41.84	-15.80
31/01/2016	92	3.49	--	--	--	--	0.00	-3.49	-3.49	-3.49	-3.49	-97.42	-71.38	-45.34	-19.30
01/02/2016	93	3.69	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.33	0.51	1.35	2.19	-97.75	-70.87	-43.99	-17.11
02/02/2016	94	4.48	--	--	--	--	0.00	-4.48	-4.48	-4.48	-4.48	-102.23	-75.35	-48.47	-21.59
03/02/2016	95	3.72	3.36	4.20	5.04	5.88	0.00	-0.36	0.48	1.32	2.16	-102.59	-74.87	-47.15	-19.43
04/02/2016	96	4.79	--	--	--	--	0.00	-4.79	-4.79	-4.79	-4.79	-107.38	-79.66	-51.94	-24.22
05/02/2016	97	5.02	--	4.20	5.04	5.88	0.00	--	-0.82	0.02	0.86	--	-80.48	-51.92	-23.36
06/02/2016	98	4.31	--	--	--	--	0.00	--	-4.31	-4.31	-4.31	--	-84.79	-56.23	-27.67
07/02/2016	99	4.00	--	4.20	5.04	5.88	0.00	--	0.20	1.04	1.88	--	-84.60	-55.20	-25.80
08/02/2016	100	3.92	--	--	--	--	0.00	--	-3.92	-3.92	-3.92	--	-88.51	-59.11	-29.71
09/02/2016	101	4.49	--	4.20	5.04	5.88	0.00	--	-0.29	0.55	1.39	--	-88.80	-58.56	-28.32
10/02/2016	102	5.24	--	--	--	--	0.00	--	-5.24	-5.24	-5.24	--	-94.04	-63.80	-33.56
11/02/2016	103	4.58	--	--	5.04	5.88	0.00	--	--	0.46	1.30	--	--	-63.33	-32.25
12/02/2016	104	4.88	--	--	--	--	0.00	--	--	-4.88	-4.88	--	--	-68.22	-37.14
13/02/2016	105	4.71	--	--	5.04	5.88	0.00	--	--	0.33	1.17	--	--	-67.88	-35.96
14/02/2016	106	4.53	--	--	--	--	0.00	--	--	-4.53	-4.53	--	--	-72.42	-40.50
15/02/2016	107	4.49	--	--	5.04	5.88	0.00	--	--	0.55	1.39	--	--	-71.86	-39.10
16/02/2016	108	4.75	--	--	--	--	0.00	--	--	-4.75	-4.75	--	--	-76.62	-43.86
17/02/2016	109	4.62	--	--	5.04	5.88	0.00	--	--	0.42	1.26	--	--	-76.20	-42.60
18/02/2016	110	4.44	--	--	--	--	0.00	--	--	--	-4.44	--	--	--	-47.04

Continuación cuadro 37A.

Fecha	DDS	Et max (mm)	Riegos (Ln en mm)				Pp (mm)	Déficit o exceso diario (mm)				Lámina neta acumulada en el suelo (mm)			
			T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
19/02/2016	111	4.22	--	--	--	5.88	0.00	--	--	--	1.66	--	--	--	-45.38
20/02/2016	112	3.56	--	--	--	--	0.00	--	--	--	-3.56	--	--	--	-48.95
21/02/2016	113	4.22	--	--	--	5.88	0.00	--	--	--	1.66	--	--	--	-47.29
22/02/2016	114	4.53	--	--	--	--	0.00	--	--	--	-4.53	--	--	--	-51.82
23/02/2016	115	4.93	--	--	--	5.88	0.00	--	--	--	0.95	--	--	--	-50.87
24/02/2016	116	4.84	--	--	--	--	0.00	--	--	--	-4.84	--	--	--	-55.71
TOTAL	--	311.97	110.88	151.2	201.60	252.84	0.00	--	--	--	--	-107.38	-94.04	-76.20	-55.71

Fuente: elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO III

**SERVICIO REALIZADO EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A., TASA, EN LA
FINCA LAS GEMELAS, EL LLANO, ZARAGOZA, DEL DEPARTAMENTO DE
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

3.1. PRESENTACIÓN

Tierra De Árboles S.A., es una empresa privada dedicada a la producción y exportación de arvejas y ejotes al mercado estadounidense y europeo. La empresa ha tenido un crecimiento en la demanda de arvejas y ejotes en los últimos años, razón por la cual, aparte de trabajar con grupos de agricultores, ha comenzado a producir a partir del 2006, bajo el esquema de fincas.

Las fincas destinadas a la producción de arvejas y ejotes para el mercado europeo y estadounidense cuentan con certificado GLOBAL G.A.P. Actualmente Tierra De Árboles S.A., produce arvejas en cinco fincas certificadas las cuales son: El Cóndor, Las Gemelas, El Porvenir, El Chaparral, Yerbabuena y San Andrés, todas las fincas ubicadas en el departamento de Chimaltenango.

En el presente capítulo se describen las actividades realizadas como parte de la certificación en la finca Las Gemelas, se realizaron 5 capacitaciones con duración de 60 min cada uno, con estas capacitaciones se logró concientizar al personal de campo sobre la importancia de las actividades que se realizan en la finca, para la inocuidad del producto, en total se capacitaron a 35 personas en los temas de Buenas Prácticas Agrícolas, manejo integrado de plagas y plaguicidas, calibración de bombas y uso adecuado del uniforme, higiene personal y conservación del medio ambiente y primeros auxilios.

Con el llenado de registros se logró dar seguridad y soporte a la empresa sobre la inocuidad del producto cosechado, al mismo tiempo que se logró ordenar actividades como el lavado de manos y limpieza de instalaciones, se logró hacer uso eficiente de los recursos como el agua en el registro de horas de riego, se logró dejar por escrito acciones inmediatas ante problemas de salud del personal y se logró tomar acciones inmediatas ante problemas de plagas y enfermedades según la disponibilidad de productos en la bodega a través del kardex.

Se llenaron 16 registros, en los formatos que la empresa ha establecido según las actividades que se realizan en la finca Las Gemelas, con la supervisión diaria del técnico de campo.

SEGUIMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN GLOBAL GAP, EN LA FINCA LAS GEMELAS

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general

Supervisar y seguir con el programa de implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) según la normativa GLOBALG.A.P para exportación en la finca Las Gemelas, ubicada en el departamento de Chimaltenango.

3.2.2. Objetivos específicos

- Capacitar al personal de campo, en la finca Las Gemelas, según los requerimientos que la certificación GLOBAL GAP establece.
- Llenar los registros, según los formatos de la empresa, con las actividades, que se realizan en la finca las gemelas según los requerimientos que la certificación GLOBAL GAP establece.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Capacitaciones al personal, según los requerimientos de GLOBAL GAP

Para dar el seguimiento a la implementación de la certificación GLOBAL GAP fue necesario la realización de las capacitaciones del personal de campo en las cuales, se dividen en dos partes, la primera parte son temas que tratan sobre la higiene del personal y en la otra parte son temas que tratan sobre el cuidado de la salud del personal en los momentos de la realización de los diversos trabajos en la finca.

Las capacitaciones se impartieron en cuatro fechas, las charlas de las capacitaciones tardaron aproximadamente 60 min, por fecha, en las cuales se dividieron de la siguiente manera: primera fecha “Buenas prácticas agrícolas”, segunda fecha “Manejo integrado de plagas y plaguicidas”, tercera fecha “Calibración de bombas y uso adecuado del uniforme” y cuarta fecha “Higiene personal y conservación del medio ambiente”

Para impartir dichos temas, fue necesario, la utilización de material didáctico como carteles, para una mejor captación del contenido de los temas. Estos temas fueron impartidos durante el tiempo que duró el EPS del estudiante. Como evidencia de las capacitaciones se tomaron fotografías y lo más importante el registro del personal que asistió a las capacitaciones.

3.3.2. Ingreso de datos, según las actividades en finca las Gemelas

Es necesario la supervisión y registro de las diferentes actividades dentro de la finca como seguimiento de la implementación de la certificación GLOBAL GAP para dar la seguridad a la empresa que está cumpliendo con las normativas establecidas para la exportación de los productos comestibles. La supervisión se realizó día a día para obtener los datos necesarios para llenar los registros.

A continuación se realiza un listado de las actividades realizadas en la finca, según la normativa GLOBAL GAP, necesarios para llenar los registros, que son importantes en el seguimiento de la implementación de la certificación GLOBAL GAP y los cuales fueron llenados según las actividades de la finca.

- Siembra y semillas.
- Lavado de mano e higiene del personal.
- Limpieza de las instalaciones.
- Salud del personal.
- Calibración de bombas.
- Capacitación de campos.
- Limpieza de los equipos de aplicación.
- Limpieza de los uniformes.
- Aplicación de fitosanitarios.
- Aplicación de fertilizantes.
- Kardex de productos.
- Horas de riego.
- Limpieza de utensilios de cosecha.
- Cosecha.
- Limpieza de vehículos.
- Monitoreo de plagas y enfermedades.

3.4. RESULTADOS

3.4.1. Capacitaciones al personal según los requerimientos de GLOBAL GAP

Con las capacitaciones al personal se logró asegurar a la empresa, ante los requerimientos de la certificación GLOBAL GAP, para la exportación del producto y se logró informar al personal de las actualizaciones y/o implementaciones que la certificación establece tales como los registros utilizados.

Se impartieron 5 capacitaciones en los cuales participaron el personal de campo, la capacitación número uno fue las Buenas Prácticas Agrícolas con 11 participantes, la segunda capacitación fue manejo integrado de plagas y plaguicidas con 6 participantes, la tercera capacitación fue calibración de bombas y uso adecuado del uniforme con 6 participantes, la cuarta capacitación fue higiene personal y conservación del medio ambiente con 20 participantes y la quinta capacitación fue la de primeros auxilios con 25 participantes. La representación de las capacitaciones se observa en la figura 42.



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 42. Capacitación al personal y explicación de las Buenas Prácticas Agrícolas, sobre inocuidad y calidad, en la finca Las Gemelas.

En la capacitación del manejo integrado de plagas se logró concientizar a los aplicadores de los daños que se provocan al ambiente en la utilización de los productos químicos y se logró concientizar a los trabajadores de la importancia del manejo cultural como parte del manejo integrado para disminuir la contaminación al medio ambiente.

En la capacitación de calibración de bombas, en la que participaron solo aplicadores, se logró concientizar a los aplicadores de la importancia de la calibración para preparar y utilizar solamente el producto necesario ya sea para el suelo (drench) o para la planta (foliar), se determinó que se necesitan 12 asperjadoras (16 L) para una hectárea en aplicaciones al suelo y 14.5 asperjadoras (16 L) para aplicaciones al follaje, (figura 43).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 43. Charla del manejo integrado de plagas, impartida al personal encargada de las aplicaciones de plaguicidas en la finca Las Gemelas.

En la capacitación sobre higiene personal en fincas, fue dirigido a todo el personal de campo y se logró concientizar a los trabajadores sobre la importancia de la higiene y los peligros que el producto cosechado tiene al momento de no practicar la higiene personal, al mismo tiempo se logró evitar que el personal lleven a la finca objetos como aretes, pulseras, collares, etc., (figura 44).



Fotografía: Oscar Rucal, 2015.

Figura 44. Capacitación al personal de campo sobre higiene personal, en la finca Las Gemelas.

3.4.2. Ingreso de datos, según actividades en finca Las Gemelas

A. Semillas y siembras

Se llenó los registros de semillas y siembras que establece la normativa de certificación, de esta manera en la hoja se registraron 18 áreas de siembra, cada área con su respectivo nombre y con ello lograr un control de la siembra. Al mismo tiempo se logró controlar la cantidad de semilla utilizada en cada área para un mejor control de la semilla utilizada. La suma total de las áreas de siembra fueron de 10.30 ha con un total de 452.30 kg de semilla utilizada.

Los detalles de la hoja de semillas y siembras se pueden observar en la figura 45.

	TASA		SEMILLAS Y SIEMBRA										Código
	Tierra de Arboles S.A.												RA. SS. 01
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada			Aprobado por: Ing. Emilio Say			Versión 3		Fecha: Temporada 2015 - 2016			
Nombre la finca o parcela _____										Código _____			
Ubicación de la finca o parcela _____										Persona responsable del registro _____			
Fecha	Lote o parcela sembrada	Extensión (Cdas)	Extensión (Ha)	Cultivo	Variedad	Marca u origen de la semilla	No. De lote de la semilla	Tratamiento aplicado de la semilla	Método de siembra	Cantidad de semilla por área	Tratamiento aplicado al suelo	persona responsable de la siembra	Observaciones

Fuente: TASA, 2015.

Figura 45. Formato de registro de semillas y siembras utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

B. Lavado de manos e higiene del personal

Se llenó el registro de lavado de manos e higiene del personal, aproximadamente se registraban a 15 personas al inicio de la temporada, llegando a registrar 30 personas diariamente, en el pico de producción, con este registro se logró evitar y asegurar que las personas que cosechaban la arveja lleven objetos como anillos, aretes, pulseras, etc., que contaminen la cosecha.

Los detalles de la hoja de registro de lavado de manos e higiene personal se pueden observar en la figura 46.

	TASA		LAVADO DE MANOS E HIGIENE PERSONAL				Código		
	Tierra de Arboles S.A.						RA.HP.02		
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada		Aprobado por: Ing. Emilio Say		Versión 3		Página 1	
Fecha: _____		Finca: _____							
Grupo	Lavado de manos				Ausencia de joyería	Ausencia de Maquillaje	Uñas cortas y limpias	Presentación higiénica	Firma del Encargado de registro
	7:00	10:00	13:30	15:30					
ACCIONES CORRECTIVAS DE CONTROL DE HIGIENE DEL PERSONAL									
HORA	NOMBRE COMPLETO				Acción correctiva		Firma de la persona		
Firma del encargado del registro _____									
Firma del encargado de calidad _____									

Fuente: TASA, 2015.

Figura 46. Formato de registro de lavado de manos e higiene personal utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

C. Limpieza de instalaciones

Se llenó el registro de limpieza de instalaciones, con este registró se logró verificar y asegurar que las instalaciones de servicios sanitarios estuviesen limpios para evitar que los trabajadores lleven contaminantes en la ropa, se realizaban 7 registros de limpieza de sanitarios a la semana. En cuanto al registro de limpieza de instalaciones, se logró evitar, principalmente accidentes al personal, por desorden en las bodegas y al mismo tiempo evitar contaminantes en las herramientas, se realizaban 2 registros semanales.

Los detalles de la hoja de limpieza de instalaciones se pueden observar en la figura 47.

	TASA	LIMPIEZA DE INSTALACIONES				Código		
	Tierra de Arboles S.A.					RA.HP.02		
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión 3	Fecha: Temp. 2015-2016			
SERVICIO SANITARIO HOMBRE	<input type="checkbox"/>	BODEGA DE QUIMICOS	<input type="checkbox"/>	OFICINA	<input type="checkbox"/>			
SERVICIO SANITARIO MUJERES	<input type="checkbox"/>	BODEGA DE FERTILIZANTES	<input type="checkbox"/>	OTRAS INSTALACIONES	<input type="checkbox"/>			
Nombre de la finca o parcela: _____				Código: _____				
ubicación de la finca: _____				Persona responsable del registro: _____				
Fecha	Hora	Producto aplicado	concentración	Método de limpieza y desinfección	Equipo adecuado de instalaciones	Firma del responsable	Firma del supervisor	observaciones

Fuente: TASA, 2015.

Figura 47. Formato de registro de limpieza de instalaciones utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

D. Salud del personal

Se llenó el registro de salud del personal, con este registro se logró dejar por escrito las acciones tomadas ante problemas de enfermedad y accidentes al personal, para asegurar la inocuidad de la cosecha. A través de este registro se lograron tomar decisiones de retirar al personal de la finca si los problemas eran graves y asegurar la inocuidad de la cosecha. En la época de producción se retiraron a 2 personas por problemas estomacales y se registraron un total de 50 personas con problemas leves como dolores de cabeza.

Los detalles de la hoja de salud del personal se pueden observar en la figura 48.

	TASA	SALUD DEL PERSONAL				Código			
	Tierra de Arboles S.A.					RA.SP.04			
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada		Aprobado por: Ing. Emilio Say		Versión 3		Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca o parcela _____ código _____								Ubicación de la finca _____ Persona responsable del registro _____	
Fecha	Hora	Nombre de la persona enferma	Síntomas	Acciones tomadas	Tratamiento realizado	Persona que autoriza el tratamiento	Fecha de reinicio de labores	Firma del supervisor	Observaciones

Fuente: TASA, 2015.

Figura 48. Formato de registro de salud del personal utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

E. Calibración de bombas

Se llenó el registro de calibración de bombas, con esta calibración se logró eliminar y/o reparar las bombas de mochila que estaban en mal estado y se logró determinar que se necesitaban 12.20 asperjadoras de 16 L por hectárea para aplicaciones de productos químicos en drench y 14.85 asperjadoras de 16 L por hectárea en aplicaciones dirigidas al follaje. Los datos de las calibraciones del equipo se observan en el cuadro 38 y cuadro 39.

Cuadro 38. Resultados de las calibraciones de las bombas de mochila, realizado previo a la siembra, en la finca Las Gemelas.

	Asperjadora	t*	m**	L/min	L/ha	Número de asperjadoras/ha
	Resultado 1	1	52.70	50.80	1.13	196.85
2		53.20	50.80	1.12	196.85	12.30
3		52.20	50.60	1.14	197.62	12.30
4		52.70	51.30	1.13	194.93	12.10
Promedio			1.13	196.56	12.20	
	Asperjadora	t*	m**	L/min	L/ha	Número de asperjadoras/ha
	Resultado 2	1	52.20	51.80	1.14	193.05
2		53.20	51.60	1.12	193.79	12.11
3		51.80	50.80	1.15	196.85	12.30
4		52.70	51.30	1.13	194.93	12.10
Promedio			1.14	193.73	12.10	

Cuadro 39. Resultados de la calibración de las bombas de mochila, realizado a los 15 DDS, en la finca Las Gemelas.

Resultado 1	Asperjadora	t*	m**	L/min	L/ha	Número de asperjadoras/ha
	1	52.90	41.80	1.13	239.23	14.90
	2	52.30	41.70	1.14	239.8	14.90
	3	51.50	41.90	1.16	238.66	14.90
	4	51.90	42.20	1.15	236.96	14.80
	Promedio			1.13	238.66	14.80

Resultado 2	Asperjadora	t*	m**	L/min	L/ha	Número de asperjadoras/ha
	1	52.50	41.90	1.14	238.66	14.90
	2	52.10	42.60	1.15	234.74	14.60
	3	52.40	41.80	1.14	239.23	14.90
	4	52.70	41.70	1.13	239.80	14.90
	Promedio			1.14	238.10	14.80

*Tiempo de descarga de un litro de agua. (s)

**Distancia recorrida (m) en la aplicación de 1 litro en el surco de plantación.

Los detalles de la hoja de calibración de bombas se pueden observar en la figura 49.

	TASA	CALIBRACIÓN DE BOMBAS			Código RA.CB.06
	Tierra de Arboles S.A.				Página 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca:	_____			Código:	_____
Ubicación de la finca:	_____				
Fecha de calibración	_____				
Persona responsable de calibración	_____				
Código de bomba	Encargado de la bomba	Resultados 1	Resultados 2	Observaciones	

Fuente: TASA, 2015.

Figura 49. Formato de registro de calibración de bombas, utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

F. Capacitación de campos

Se llenó el registro de capacitación de campos, con este registró se logró dar seguridad a la empresa para la exportación de arvejas, ya que los trabajadores de campo estaban capacitados en los temas que la certificación establece, se llenaron 5 registros de capacitación los cuales fueron las buenas prácticas agrícolas con 11 participantes, manejo integrado de plagas y plaguicidas con 6 participantes (aplicadores), calibración de bombas y uso adecuado del uniforme con 6 participantes (aplicadores), higiene personal y conservación del medio ambiente con 20 participantes y primeros auxilios con 25 participantes.

Los detalles de la hoja de registro de las capacitaciones se pueden observar en la figura 50.

	TASA	CAPACITACIONES			Código RA.CP.07
	Tierra de Arboles S.A.				Página 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca:	_____	Código:	_____		
Ubicación de la finca:	_____		_____		
Fecha de capacitación	_____	Duración:	_____		
Expositor	_____	Responsable	_____		
Tema	_____				
Impartido a	_____				
Objetivo	_____				

Código	Nombre de la persona	Puesto / actividad	Firma / Huella		

Fuete: TASA, 2015

Figura 50. Formato de registro de capacitaciones utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

G. Limpieza de los equipos de aplicación

Se llenó el registro de limpieza de equipos de aplicación (asperjadoras), con este registro se logró que el equipo se mantenga limpio y que no tengan residuos de productos, evitando problemas de fitotoxicidad, al mismo tiempo se realizó el mantenimiento logrando mantener el equipo en óptimas condiciones y se logró evitar el derrame de productos por mal estado, se registraban 8 equipos de aplicación semanalmente.

Los detalles de la hoja de limpieza de equipo de aplicación se pueden observar en la figura 51.

	TASA	LIMPIEZA DE EQUIPO DE APLICACIÓN			Código RA.LE.08
	Tierra de Arboles S.A.				Página 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca:	_____			Código:	_____
Ubicación de la finca:	_____				
Fecha	Bomba No.	Responsable de limpieza	Firma del supervisor	Observaciones	

Fuente: TASA, 2015.

Figura 51. Formato de registro de limpieza de equipo de aplicación utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

H. Limpieza de los uniformes de aplicación

Se llenó el registro de limpieza de uniformes de aplicación, con este registro se logró dar soporte y seguridad a los aplicadores en utilizar uniformes limpios y se evitó intoxicación a los mismos, al mismo tiempo se logró dar soporte a la empresa en la inocuidad de la cosecha porque se evitó la contaminación al producto por residuos en los uniformes. En este registro se ingresaban 8 datos semanalmente, ordenados según la numeración del uniforme.

Los detalles de la hoja de limpieza de uniformes de aplicación se pueden observar en la figura 52.

	TASA	LIMPIEZA DE UNIFORMES DE APLICACIÓN			Código RA.LU.09
	Tierra de Arboles S.A.				Página 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca: _____					Código: _____
Ubicación de la finca: _____					
Fecha	Uniforme No.	Responsable de limpieza	Firma del supervisor	Observaciones	

Fuente: TASA, 2015.

Figura 52. Formato de registro de limpieza de uniformes de aplicación utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

I. Aplicación de fitosanitarios

Se llenó el registro de aplicación de fitosanitarios, con este registro se logró dar soporte a la empresa ante la certificación, con este registro se dio seguridad al producto cosechado, según los intervalos de residualidad de los productos aplicados. Se registraban aproximadamente 8 datos semanalmente, los cuales pertenecían a los productos aplicados. Con este registro también se obtuvo la cantidad de asperjadoras utilizadas por área y semanalmente se registraban aproximadamente 120 asperjadoras en la finca.

Los detalles de la hoja de aplicación de productos fitosanitarios se pueden observar en la figura 53.

	TASA		APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS								Código	
	Tierra de Arboles S.A.										RA.AF.10	
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto			Revisado por: Augusto Estrada			Aprobado por: Ing. Emilio Say			Versión: 3		Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca: _____		Cultivo: _____		Extensión: m2 o Ha _____		Código de finca: _____						
Ubicación de la finca _____		Variedad _____		cuerdas _____								
Área de aplicación _____		Fecha de siembra: _____		Posible fecha de cosecha: _____								
Responsable del registro _____		Responsable de autorización de aplicación: _____										
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 tratados (días)	plazo de seguridad del producto (carencia días)	Dosificación por asperjadora	No. De asperjadoras aplicadas	Volúmen total aplicado en g o mL	Encargado de la aplicación	Firma del supervisor	Observaciones

Fuente: TASA, 2015.

Figura 53. Formato de registro de aplicación de productos fitosanitarios utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

J. Aplicación de fertilizantes

Se llenó el registro de aplicación de fertilizantes, con este registro se logró llevar un orden para fertilizar las áreas de siembra según edades y se logró evitar el cruce de los mismos para evitar problemas con una dosis incorrecta. También se logró llevar el control de las cantidades de fertilizantes utilizados. En la semana se realizaron 3 registros y en un ciclo de cultivo se realizaron aproximadamente 60 registros de aplicación de fertilizantes.

Los detalles de la hoja de aplicación de fertilizantes se pueden observar en la figura 54.

	TASA	APLICACIÓN DE FERTILIZANTES			Código MA.AT.11																																						
	Tierra de Arboles S.A.				Página 1																																						
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016																																						
Nombre de la finca: _____		Código: _____																																									
Ubicación de la finca: _____		Responsable de la aplicación: _____																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Area a aplicar</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>Turno a aplicar</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>Fecha recomendada de aplicación</td><td colspan="2"></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">Producto aplicado</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">Cantidad</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Area a aplicar			Turno a aplicar			Fecha recomendada de aplicación			Producto aplicado	Unidad	Cantidad										<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Area a aplicar</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>Turno a aplicar</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>Fecha recomendada de aplicación</td><td colspan="2"></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">Producto aplicado</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">Cantidad</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Area a aplicar			Turno a aplicar			Fecha recomendada de aplicación			Producto aplicado	Unidad	Cantidad									
Area a aplicar																																											
Turno a aplicar																																											
Fecha recomendada de aplicación																																											
Producto aplicado	Unidad	Cantidad																																									
Area a aplicar																																											
Turno a aplicar																																											
Fecha recomendada de aplicación																																											
Producto aplicado	Unidad	Cantidad																																									

Fuente: TASA, 2015.

Figura 54. Formato de registro de aplicación de fertilizantes utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

K. Kardex de productos

Se llenó el registro de kardex, con este registro se logró tener un mejor control de la cantidad de productos que salían de la bodega. Con este registro se obtuvo la ventaja de determinar rápidamente y con precisión la cantidad de productos presentes en las bodegas al mismo tiempo fue una buena herramienta para programar y recomendar las aplicaciones de plaguicidas.

Los detalles de la hoja de kardex de productos se pueden observar en la figura 55.

	TASA	KARDEX DE PRODUCTOS			Código RA.KP.12
	Tierra de Arboles S.A.				Página 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca:	_____			Código:	_____
Ubicación de la finca:	_____				
Nombre comercial					
Ingrediente Activo					
Presentación					
Fecha	Área	Ingresos	Egresos	Saldo	

Fuente: TASA, 2015.

Figura 55. Formato de kardex de productos utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

L. Horas de riego

Se llenó el registro de horas de riego, con este registro se logró dar respaldo a la finca ante la certificación por el cuidado de los recursos naturales, se logró llevar el control de la cantidad de agua aplicada a cada área de siembra en la finca, según edades, se logró realizar un ordenamiento en cuanto a la operación del sistema y abrir ordenadamente la llaves de paso para realizar el riego.

Los detalles de la hoja de horas de riego se pueden observar en la figura 56.

	TASA Tierra de Arboles S.A.		HORAS DE RIEGO			Código RA.RR.13		
						Página 1		
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016				
Nombre de la finca o parcela: _____					Código _____			
Ubicación de la finca: _____			Persona responsable del registro _____					
No. Riego	Fecha	Área	Hora		Duración	Horas ponderadas	Encargado	Observación
			Inicial	final				

Fuente: TASA, 2015

Figura 56. Formato de registro de horas de riego en las fincas utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

M. Limpieza de utensilios de cosecha

Se llenó el registro de limpieza de utensilios de cosecha, con este registro se logró dar respaldo a la finca ante la certificación, de que los recipientes están limpios y así de esta manera el producto cosechado esté libre de productos contaminantes, al inicio de la temporada se registraban 8 recipientes diariamente hasta registrar 30 recipientes por la cantidad de personas que cosechaban.

Los detalles de la hoja de limpieza de utensilios de cosecha se pueden observar en la figura 57.

	TASA	LIMPIEZA DE UTENSILIOS DE COSECHA			Código
	Tierra de Arboles S.A.				RA.UC.14
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Fecha: Temp. 2015-2016
Nombre de la finca: _____				Código: _____	
Ubicación de la finca: _____					
Fecha	Equipo	Cantidad	Responsable	Observaciones	

Fuente: TASA, 2015.

Figura 57. Formato de registro de limpieza de utensilios de cosecha utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

N. Cosecha

Se llenó el registro de cosechas, con este registro se logró obtener datos de rendimientos por área de cosecha en la finca y realizar comparaciones para determinar los principales problemas para la siguiente temporada, al mismo tiempo se logró realizar un control de la hora de inicio y la hora final de la cosecha por problemas de deshidratación del producto. En temporada alta los registros son aproximadamente de 8 registros diarios de cosecha.

Los detalles de la hoja de cosecha se pueden observar en la figura 58.

	TASA		COSECHA			Código		
	Tierra de Arboles S.A.					RA. CC. 15		
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Agusto Estrada	Aprobado por Ing. Emilio Say		Versión 3	Fecha: Temporada 2015 - 2016		
Nombre la finca o parcela _____						Código _____		
Ubicación de la finca _____						_____		
Fecha	Días después de siembra	Área cosechada	HORA DE CORTE		Libras cosechadas	Lbs. Ponderadas	responsable/cosecha	Observaciones
			Inicial	Final				

Fuente: TASA, 2015.

Figura 58. Formato de cosecha utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

O. Limpieza de vehículos

Se llenó el registro de limpieza de vehículos, con este registro se logró dar el respaldo a la finca ante las certificación sobre la inocuidad del producto transportado hacia la post cosecha, al mismo tiempo con este registro se logró supervisar y mantener limpio el vehículo antes del transporte del producto cosechado. Al inicio de la temporada se anotaban 2 registros diarios hasta llegar a anotar 4 registros diarios en temporada alta.

Los detalles de la hoja de limpieza de utensilios de cosecha se pueden observar en la figura 59.

	TASA	LIMPIEZA DE VEHICULOS			Código
	Tierra de Arboles S.A.				RA.LV.18
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 3	Página 1
Nombre de la finca: _____		Código: _____			
Ubicación de la finca: _____					
Fecha	Modelo	Placas	Piloto	Transporte limpio/sucio	Acciones correctivas

Fuente: TASA, 2015.

Figura 59. Formato de registro de limpieza de vehículos de transporte de producto cosechado utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

P. Monitoreo de plagas y enfermedades

Se llenó el registro de monitoreo de plagas y enfermedades, con este registro se logró determinar las áreas de producción que presentaban mayores problemas en plagas y enfermedades, también se logró tomar acciones inmediatas, tales como la aplicación de productos químicos según se la incidencia y severidad del problemas. Se ingresaba 1 registro semanal según correspondía al monitoreo.

Los detalles de la hoja de monitoreo de plagas y enfermedades se pueden observar en la figura 60.

	TASA	MONITOREO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				Código	RA.MP.05	
	Tierra de Arboles S.A.					Página	1	
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Agusto Estrada	Aprobado por: Ing. Emilio Say	Versión: 1	Fecha: Temp. 2015-2016				
Fecha de monitoreo _____								
Nombre de la finca o parcela _____						Código _____		
Ubicación de la finca: _____ Persona responsable del registro/monitoreo _____								
Plaga	Punto de muestreo					Promedio	Umbral	Observaciones
	1	2	3	4	5			
Trips							10 adultos en 5m	
Mosca minadora							10 adultos en 5m	
Gusanos de lepidoptera							1 larva por m lineal	
Pulgón							1 colonia por m lineal	
Araña roja							1 colonia por m lineal	
Barrenadores							1 larva por m 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								
Recomendaciones:								

Fuente: TASA, 2015.

Figura 60. Hoja de registro del monitoreo de plagas y enfermedades utilizado en la certificación GLOBAL GAP, en la finca Las Gemelas.

3.5. CONCLUSIONES

- Se capacitó a 35 personas de campo, en la finca Las Gemelas, en temas de Buenas Prácticas Agrícolas, Manejo integrado de plagas y plaguicidas, calibración de bombas, uso adecuado del uniforme de aplicación, higiene personal y conservación del medio ambiente, según los requerimientos que la certificación GLOBAL GAP establece.
- Se llenaron 16 registros, en los formatos que la empresa ha establecido según las actividades que se realizan en la finca Las Gemelas, con la supervisión diaria del técnico de campo (estudiante de EPS) y la ayuda del encargado de finca, para documentar el seguimiento de la implementación del programa de certificación, según los requerimientos que GLOBAL GAP establece.

3.6. RECOMENDACIONES

- Mejorar o implementar un lugar más adecuado para realizar las capacitaciones, ya que según el normativa GLOBALG.A.P, es necesario brindar capacitación al personal en cuanto a higiene, primeros auxilios y uso seguro de agroquímicos al menos una vez al año, ya que periódicamente existe personal de nuevo ingreso que no ha recibido dichas capacitaciones, por lo que dichas capacitaciones se impartirán año con año, con el objetivo de mejorar el ambiente de las capacitaciones y el personal capte de una mejor manera el tema de las capacitaciones.
- Para tener un mejor conocimiento en el uso, cuidados y mantenimiento de los equipos y herramientas de aplicación de productos químicos, se debe de programar una capacitación impartida por una persona o entidad experta en el tema (por ejemplo AGREQUIMA) tanto al personal de campo como para el técnico de, estudiante de EPS) para estar en constante actualización y resolver futuros problemas en campo.
- Se tienen que reforzar los programas de nutrición vegetal con otros métodos de evaluación de la fertilidad de los suelos, como por ejemplo, curvas de crecimiento, evaluación de función de respuesta y pruebas biológicas debido a que año con año se establece el mismo cultivo en la finca, la fertilidad de los suelos van cambiando por la absorción de los nutrientes que realiza la planta durante su ciclo de vida.
- Para un mejor control en los tiempos de riego y la cantidad de agua a aplicar al cultivo se necesita de una estación meteorológica por lo menos de un tanque de evaporación y un pluviómetro para tener un apoyo en las decisiones de los tiempos de riego para evitar pérdidas (tanto de agua como de insumos) al momento de realizar los turnos de riego en la finca.

3.7. BIBLIOGRAFÍA

1. Agosto, A. 2015. Administración y calidad de la arveja (entrevista). Sumpango, Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles, Supervisión de Calidad.
2. Global G.A.P. 2011a. Puntos de control y criterios de cumplimiento, aseguramiento integrado de fincas, frutas y hortalizas. Trad. por María Sola. Alemania. 17 p.
3. _____. 2011b. Reglamento general, parte I, normas generales. Trad. por Yago Temes Koel. Alemania. 34 p.
4. _____. 2011c. Reglamento general, parte II, normas para opción 2 y opción 1 explotaciones múltiples con SGC. Trad. por Yago Temes Koel. Alemania. 14 p.
5. _____. 2011d. Reglamento general, parte III, normas para la acreditación y los organismos de certificación. Trad. por Yago Temes Koel. Alemania. 41 p.
6. _____. 2013. Aseguramiento integrado de fincas: Introducción. Trad. por María Sola. Uruguay. 15 p. Disponible en <https://docplayer.es/16605942-Aseguramiento-integrado-de-fincas-introduccion.html>

3.8. ANEXOS

Programa de capacitaciones según los requerimientos de la certificación GLOBAL GAP, desarrollada con los contenidos y objetivos de la empresa.

No.	Tema	Contenido	Objetivo	Dirigido a	Duración	Metodología	Capitador
1	Buenas Prácticas Agrícolas	¿Qué son las BPA's? y ¿Cómo aplicarlas en la finca?	Que el personal conozca la importancia de las BPA's	Personal general de las fincas	45 min	Carteles y demostración práctica	Oscar Rucal
2	Higiene personal en fincas	Objetivos de la higiene, beneficios y recomendaciones. Higiene y salud del personal de cosecha, limpieza en los campos de cultivo. Lavado adecuado de manos y uso adecuado de sanitarios.	Que el personal conozca las razones principales de tener una buena higiene.	Personal general de las fincas	45 min	Carteles y demostración práctica	Oscar Rucal
3	Manejo integrado de plagas	¿Qué es MIP? Tipo de control de plagas. Muestreo de plagas y principales plagas de la arveja y ejote.	Que el personal conozca que es MIP y reconozca los daños causados por las plagas	Encargados de fincas y personal de aplicación	45 min	Carteles y material con ilustraciones de plagas.	Oscar Rucal
4	Calibración de bombas	Calibración adecuada de bombas. Frecuencia de calibración de bombas.	Que el equipo de aplicación conozca como realizar una adecuada calibración de bombas y revisión de sus equipos.	Encargados de fincas y personal de aplicación	45 min	Bombas de mochila, agua, metro, probeta y cubetas.	Oscar Rucal
5	Uso adecuado del uniforme	Principales daños causados por el mal uso de los equipos de aplicación. Importancia del uso del uniforme y almacenamiento adecuado de los uniformes.	Que el equipo de aplicación comprenda la importancia del uso adecuado de los uniformes de aplicación.	Encargados de fincas y personal de aplicación	30 min	Uniformes de aplicación completo.	Oscar Rucal
6	conservación del medio ambiente	Importancia de las buenas practicas relacionadas con el medio ambiente. Por que cuidar el medio ambiente y la naturaleza. La importancia de mantener los campos limpios.	Que el personal comprenda la importancia de conservar el ambiente y las fincas limpias.	Personal general de las fincas	30 min	Carteles y demostración práctica	Oscar Rucal

Fuente: TASA, 2015.

Figura 61A. Programa de capacitaciones según los requerimientos GLOBAL GAP, para la capacitación del personal de campo.

	TASA	CAPACITACIONES			Código: RA.CP.07
	Tierra de Arboles S.A.				Página: 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Abrobado por: Ing. Emilio Say	Version: 3	Fecha: Temp. 2015-2016	
Nombre de la finca:	<u>Genekes</u>		Código:	<u>0700</u>	
Ubicación de la finca:	<u>Zaragoza</u>				
Fecha de Capacitación:	<u>06/10/15</u>		Duración:	<u>1 hora</u>	
Expositor:	<u>David Rucal</u>	Responsable:	<u>Alejandra Agosto</u>		
Tema:	<u>Buenas Prácticas Agrícolas</u>				
Impartido a:	<u>Personal en general de las Fincas de Producción</u>				
Objetivo:	<u>Que el personal conozca y comprenda la importancia de la implementación de los BPAS y el porque de su uso</u>				
cedgo	Nombre de la persona	Puesto/Actividad	Firma/ Huella		
	<u>Gabriela Marroquin</u>				
	<u>Ricarda Chunchun</u>		<u>Ricarda</u>		
	<u>Maria Rodriguez</u>				
	<u>claudia Rodriguez</u>		<u>claudia Rodriguez</u>		
	<u>Esmeralda Girón</u>		<u>Esmeralda</u>		
	<u>CAREN BARRUETA</u>		<u>CAREN</u>		
	<u>Julio Girón</u>		<u>Julio Girón</u>		
	<u>Valentin Valasco</u>				
	<u>Rodolfo Girón</u>		<u>RODOLFO GIRÓN</u>		
	<u>ISAIAS</u>				
	<u>Fredy Marroquin</u>				

Fuente: TASA, 2015.

Figura 62A. Registro de asistencia de las capacitaciones, como seguimiento a la normativa GLOBAL GAP.

TASA		APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS						Codigo: RA-AF-10	
Tierra de Arboles S.A								Pagina: 1	
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada		Aprobado por: Ing. Emilio Say		Version: 3		Fecha: Temp. 2015-2016	

Nombre de la finca: <u>Gemelas</u>	Cultivo: <u>Aveja</u>	Codigo de finca: <u>0700</u>
Utilización de la finca: <u>Zanajera</u>	Varietal: <u>SL3123</u>	Extensión: <u>6333</u> (hectáreas)
Área de Aplicación: <u>Zanajera 1</u>	Fecha de siembra: <u>13/09/15</u>	Possible fecha de cosecha: <u>17/11/15</u>
Responsable del Registro: <u>David E.</u>	Responsable de autorización Aplicación: <u>Emilio Say</u>	

Fecha	Intervalo a cosecha (días)	Justificación de la aplicación (Nombre común de la plaga, maleza o enfermedad)	Producto aplicado (Nombre comercial)	Ingeniería activo	Plazo de reingreso a campos tratados (días)	Plazo de seguridad del producto (Carenta días)	Exclusión por asperjadora	No. De asperjadoras aplicadas	Volumen total aplicado en litros	Encargado de la aplicación	Firma del supervisor	Observaciones
5/10/15	43	Hongos suelo	Dibuturo 72SL	Reptiles	1	14	30	17	850	Edwin G	[Firma]	
5/10/15	43	plagas suelo	Plural 2000	Insecticida	1	21	25	17	425	Edwin G	[Firma]	
5/10/15	43	Fertilización	Banzal 400	NPK+micro	1	1	80	17	1360	Edwin G	[Firma]	
12/10/15	36	Hongos suelo	Dibuturo 72SL	Reptiles	1	14	30	17	850	Edwin G	[Firma]	
12/10/15	36	Fertilización	Banzal 400	NPK+micro	1	1	80	17	1360	Edwin G	[Firma]	
20/10/15	28	Caracaras	Capton 20 wp	Capton	1	14	60	11	660	Edwin G	[Firma]	
20/10/15	28	Diatrota	Kanto zeon	Caracaras	1	14	25	11	275	Edwin G	[Firma]	
20/10/15	28	Spodoptera	Emolt 65C	Spodoptera	1	1	6-5	11	71.5	Edwin G	[Firma]	
26/10/15	22	Spodoptera	Emolt 65C	Spodoptera	1	1	6-5	11	71.5	Edwin G	[Firma]	
26/10/15	22	Caracaras	Capton 20 wp	Capton	1	14	71	11	781	Edwin G	[Firma]	
27/10/15	21	Diatrota	Kanto zeon	Caracaras	1	14	100	11	1100	Edwin G	[Firma]	
27/10/15	21	Spodoptera	Emolt 65C	Spodoptera	1	14	25	11	275	Edwin G	[Firma]	
27/10/15	21	Fertilización	Tupia	NPK+micro	1	1	100	11	1100	Edwin G	[Firma]	
27/10/15	21	Colletotrichum	Fundo 20 wp	Azufre	1	1	100	11	1100	Edwin G	[Firma]	
31/10/15	14	Diatrota	Kanto zeon	Caracaras	1	14	100	6	600	Edwin G	[Firma]	
31/10/15	14	Diatrota	Kanto zeon	Caracaras	1	14	25	6	150	Edwin G	[Firma]	

Fuente: TASA, 2015.

Figura 63A. Hoja de registro lleno, con la aplicación de productos realizado día a día en la finca Las Gemelas.

Anexo IV Cálculos para la calibración de Bombas de mochila

Para los cálculos se emplean las siguientes ecuaciones:

$$Descarga = \frac{1 L * 60 s/min}{T}$$

En donde:

Descarga = descarga de la bomba en L/min.

T = tiempo de descarga de un litro de agua en segundos.

Este dato sirve para comprobar si todas las bombas descargan el mismo caudal, de lo contrario habría que chequear si no existe algún desperfecto en la bomba o cambiar la boquilla.

Calculo del volumen de agua a aplicar en una hectárea de terreno:

$$Vol = \frac{1 \text{ litro}}{D} * \frac{10000 m^2}{ds}$$

En donde:

Vol = litros de mezcla a utilizar en una hectárea de cultivo.

D = distancia recorrida en el tiempo de descarga de un litro de agua.

ds = distancia entre surcos.

En el cuadro 40A se observa las fechas en las cuales se programaron las capacitaciones según los requerimientos GLOBAL GAP en finca Las Gemelas.

Cuadro 40A. Cronograma de capacitaciones impartidas como normativo GLOBAL GAP en la finca Las Gemelas.

Tema/fecha	06/10/2015	07/10/2015	08/10/2015	09/10/2015
Buenas prácticas agrícolas	x			
Manejo integrado de plagas y plaguicidas		x		
Calibración de bombas y uso adecuado del uniforme			X	
Higiene del personal y conservación del medio ambiente				x