

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN VARIEDADES
DE ARVEJA CHINA; TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO
TESIS DE GRADO

HENRY OBDULIO CHUMIL LÓPEZ
CARNET 16600-09

QUETZALTENANGO, MARZO DE 2016
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN VARIEDADES
DE ARVEJA CHINA; TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
HENRY OBDULIO CHUMIL LÓPEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, MARZO DE 2016
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. OTONIEL GARCÍA CIFUENTES

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

DR. WILLIAM ERIK DE LEÓN CIFUENTES
MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN
ING. MARCO ANTONIO ABAC YAX

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTOR DE INTEGRACIÓN
UNIVERSITARIA: P. JOSÉ MARÍA FERRERO MUÑIZ, S.J.

SUBDIRECTOR ACADÉMICO: ING. JORGE DERIK LIMA PAR

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN
GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Guatemala 29 de marzo de 2016

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Henry Obdulio Chumil López, carné 16600-09, titulada: "Evaluación de programas de fertilización en variedades de arveja china; Tecpán Guatemala, Chimaltenango".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the typed name of the signatory.

Ing. Otoniel García Cifuentes

Colegiado no. 1618

Código. URL 21556



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06435-2016

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante HENRY OBDULIO CHUMIL LÓPEZ, Carnet 16600-09 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0618-2016 de fecha 26 de febrero de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN VARIEDADES
DE ARVEJA CHINA; TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 17 días del mes de marzo del año 2016.


ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



Agradecimientos

- A Dios:** Por darme la oportunidad y sabiduría.
- A mis Padres:** Por darme las primeras formaciones, sus ejemplos y apoyo incondicional.
- A la Universidad:** Rafael Landivar y Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por mi formación profesional.
- A mi Asesor:** Ing. Otoniel García por su valioso apoyo y colaboración en la asesoría, revisión y corrección de este trabajo de investigación.
- A mis Catedráticos:** Por el apoyo y por compartir de sus conocimientos en todo esta fase de vida universitaria.

Dedicatoria

- A Dios:** Por permitirme alcanzar esta meta y llenar mi vida de bendición.
- A mis Padres:** Augusto Chumil y Albertina Lopez, por la orientación y el sacrificio para llegar a este logro que también es de ellos.
- A mis Hermanos:** Elbia Melibeth, María Esmeralda, Wendy Cecilia y Diego Augusto, por el apoyo y cariño brindado.
- A mis Amigos:** Guillermo Quex, Francisco Charuc, Aaron Cutzal, Carlos Luis Zavala, Miguel Vides y Josué Gonzáles, por haber formado parte de esta etapa universitaria.

Índice

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. CULTIVO DE ARVEJA CHINA.....	3
2.1.1. Importancia del cultivo.....	3
2.1.2. Origen.....	4
2.1.3. Descripción del cultivo.....	4
2.1.4. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.5. Morfología de la planta.....	4
2.1.6. Fenología del cultivo.....	5
2.1.7. Clima.....	6
2.1.8. Suelo.....	6
2.1.9. Fertilización.....	7
2.1.10. Enfermedades.....	10
2.1.11. Plagas insectiles.....	12
2.1.12. Control de malezas.....	15
2.1.13. Control fitosanitario.....	15
2.1.14. Cosecha.....	16
2.1.15. Calidad del producto.....	16
2.1.16. Mercados de destino.....	17
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO....	19
IV. OBJETIVOS.....	20
4.1. GENERAL.....	20
4.2. ESPECÍFICO.....	20
V. HIPÓTESIS.....	21
VI. METODOLOGÍA.....	22

6.1.	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	22
6.1.1.	Condiciones climáticas.....	22
6.1.2.	Condiciones de suelo.....	22
6.1.3.	Zona de vida.....	23
6.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	23
6.2.1.	Variedades de arveja china.....	23
6.2.2.	Fertilizantes químicos y orgánicos.....	24
6.3.	FACTORES A ESTUDIAR.....	24
6.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	25
6.4.1.	Variedades de arveja china.....	25
6.4.2.	Programas de fertilización.....	25
6.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
6.6.	MODELO ESTADÍSTICO.....	28
6.7.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	28
6.8.	CROQUIS DE CAMPO.....	29
6.9.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	30
6.9.1.	Preparación del terreno.....	30
6.9.2.	Siembra.....	30
6.9.3.	Colocación de postes o tutorado.....	30
6.9.4.	Colocación de rafia.....	30
6.9.5.	Fertilización.....	31
6.9.6.	Control de enfermedades.....	32
6.9.7.	Control de plagas insectiles.....	33
6.9.8.	Control de malezas.....	33
6.9.9.	Cosecha.....	33
6.9.10.	Clasificación.....	33
6.9.11.	Conservación (vida en anaquel).....	34
6.10.	VARIABLES DE RESPUESTA.....	34
6.10.1.	Rendimiento.....	34
6.10.2.	Calidad exportable.....	34
6.10.3.	Vida en anaquel.....	34

6.10.4.	Curva de producción.....	35
6.11.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	35
6.11.1.	Análisis estadístico.....	35
6.11.2.	Análisis económico.....	35
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
7.1.	RENDIMIENTO.....	36
7.2.	CALIDAD EXPORTABLE.....	39
7.3.	VIDA EN ANAQUEL.....	42
7.4.	CURVA DE PRODUCCIÓN.....	43
7.5.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	47
VIII.	CONCLUSIONES.....	50
IX.	RECOMENDACIONES.....	51
X.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	52
XI.	ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Descripción de los tratamientos de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	27
2	Tratamientos en kg/ha de la evaluación de las cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	36
3	Análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	37
4	Prueba de Tukey para el rendimiento en kg/ha del factor A (variedades de arveja china) en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	38
5	Tratamientos de la calidad exportable en kg/ha de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	39
6	Análisis de varianza para la calidad exportable en kg/ha de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	40
7	Prueba de Tukey para la calidad exportable en kg/ha del factor a (variedades de arveja china) en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	41

8	Días de vida en anaquel de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	42
9	Costos e ingresos de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	47
10	Análisis económico de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	48
11	Resumen de variables evaluados de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Unidad experimental de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	29
2	Croquis de campo de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	29
3	Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Mammoth en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	43
4	Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Oregon po II en el municipio de Tecpán Chimaltenango 2014.....	44
5	Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Milagro en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	45
6	Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Kennedy en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	45
7	Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Goliat en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.....	46
8	Ubicación del experimento.....	56
9	Plantación de arveja china.....	57
10	Vainas del cultivo de arveja china.....	57
11	100 vainas por tratamiento para evaluar vida en anaquel.....	58

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Tecpán del departamento de Chimaltenango, con el propósito de evaluar cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización; las variedades fueron Mammoth, Oregon Po II, Milagro, Kenedy y Goliat, así como programas de fertilización, conteniéndose en ella diferentes formulaciones químicas y aporte orgánico. El objetivo fue determinar el rendimiento, calidad exportable y vida en anaquel. Para la investigación se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con 15 tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo un total de 60 unidades experimentales y un área total de 1,440 m². Los tratamientos con mejores resultados en rendimiento fue la combinación de la variedad Goliat + programa de fertilización A, con 15,766 kg/ha; para la calidad exportable mostró mejores resultados el mismo tratamiento (Goliat + programa A) con 14,908 kg/ha. Para la vida en anaquel presentó mejores resultados la variedad Oregon Po II y Kennedy con seis y 22 días a 18 y 4 °C respectivamente. Mediante el análisis económico el tratamiento con mejores resultados fue la combinación de la variedad Goliat + programa de fertilización A con una rentabilidad de 69 %.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la arveja china (*Pisum sativum*) es originaria de Medio Oriente. Se le agregó el nombre “china” por ser muy utilizada en ese país asiático. La vaina verde, plana y sin fibra cuenta con unas características comestibles muy particulares. Su sabor, color, nutrientes y el decoro con que adorna los platos, hacen que el vegetal sea muy solicitado en la gastronomía. Es consumido principalmente en los países de norteamérica y países europeos.

El cultivo ha sido una ventaja para el país, porque es generador de numerosos empleos y su mano de obra es intensiva involucrándose en todo el proceso alrededor de 40 mil personas. Se adapta muy bien a las condiciones y características del minifundio con lo que contribuye a mejorar la seguridad alimentaria de las familias, específicamente en el acceso a los alimentos de la canasta básica. Este vegetal se desarrolla mejor en alturas que van desde los 1,500 msnm hasta los 2,500 msnm (Ramírez, 2012).

Existen diferentes variedades de arveja que responden, de diferente manera a las condiciones que el lugar ofrece, ya que por su gran demanda se ha ido extendiendo a diferentes departamentos del país. La falta de nutrientes y desequilibrio en las fertilizaciones para el cultivo ha ocasionado una baja en el rendimiento y en la calidad del producto y los costos han aumentado; por lo tanto, el cultivo no ofrece ya los altos márgenes de rentabilidad de los primeros años; por tal razón los esfuerzos para mantener y aun más para aumentar la producción cada día han sido mayores.

El propósito de este proyecto de investigación es el análisis de cinco variedades de arveja china cultivados en diferentes áreas, cada una posee características diferentes y se adaptarán de acuerdo a las condiciones climáticas existentes en el municipio de Tecpán. Relacionado con tres programas de fertilización harán que los rendimientos se mejoren y también la calidad de producto a exportar, así determinar la variedad que de mejores rendimientos junto con el programa de fertilización para ofrecer una alternativa de producción en el municipio de Tecpán, Chimaltenango.

Dentro de los principales hallazgos encontrados en el trabajo de investigación es el rendimiento de las vainas de las variedades del cultivo de arveja china y a través de este rendimiento mediante una clasificación usando los estándares de calidad de empresas agroexportadoras, se pudo obtener el porcentaje de calidad exportable y mediante la característica de cada una de las vainas se evaluó la vida de anaquel ya que mediante estas informaciones productores y empresas pueden ver alternativas de producción.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. CULTIVO DE ARVEJA CHINA

2.1.1. Importancia del cultivo

Guatemala es uno de los principales productores de arveja china a nivel mundial. La arveja se empieza a cultivar en el año de 1972 y solo un año después empezó a ser exportada. Guatemala produce arveja china todo el año; sin embargo, la producción mayor va del 15 de noviembre al 15 de mayo, que es el ciclo más importante. En la actualidad Guatemala exporta alrededor de 80 millones de libras representando un aporte del 1.21% del PIB agrícola, con un ingreso de divisas de 40 a 50 millones de dólares.

La producción de la arveja ha ido en aumento creciendo en un 15 % cada año, sin embargo la demanda del mercado internacional excede por mucho a la oferta, lo que ha originado que los exportadores busquen más grupos de productores. Aunque cada vez hay más estándares de calidad que cumplir, casi toda la arveja que se produce se exporta (Ramírez, 2012).

El mayor proveedor de arveja china hacia los Estados Unidos ha sido Guatemala, gracias a la cercanía que existe entre ambos países, la cual facilita el transporte y el tiempo de llegada del producto, además Guatemala abastece el mercado estadounidense en la época en que se obtienen mejores precios para los países productores (Noviembre a mayo), porque en este período Estados Unidos no produce debido a la condición climática prevaleciente (Linares, 2007).

De acuerdo con la Asociación Guatemalteca de exportadores citado por Ramírez se cultivan 5,000 hectáreas de arveja china. El 94.5% del área sembrada se encuentra concentrada en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Quiché, Alta Verapaz, baja Verapaz, Huehuetenango, Sololá y Jalapa (Ramírez, 2012).

2.1.2. Origen

Es una leguminosa originaria del Mediterráneo y de África Oriental. Se cultiva por la producción de su vaina, que en estado inmaduro constituye el producto comercial exportable, se le agregó el nombre china por ser muy utilizada en ese país asiático.

2.1.3. Descripción del cultivo

La arveja china, pertenece a la familia de las Fabaceae. Su nombre científico es (*Pisum sativum* L.), ésta es una planta semianual, con hábito de crecimiento indeterminado trepador, que puede llegar a alcanzar una altura que va desde los 0.50 metros hasta los 2.10 metros, dependiendo de la variedad. Es una planta adaptada al clima templado a frío y poco resistente a sequías, se obtiene un desarrollo óptimo en un clima templado-frío (Torrebiarte, 1992).

2.1.4. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: Pisum

Especie: Sativum

Nombre científico: *Pisum sativum* L.

2.1.5. Morfología de la planta

a. Raíz

Presenta una raíz principal bien desarrollada y raíces secundarias abundantes, las cuales contienen nódulos que constituyen el hábitat de bacterias del género *Rhizobium*, las que fijan el nitrógeno atmosférico; cuando las raíces se descomponen en el suelo se libera el nitrógeno enriqueciendo el suelo.

b. Tallo

Se caracteriza por tener tallos huecos o vacíos; con hojas pinati-compuestas, con uno hasta tres pares de foliolos, con un zarcillo terminal.

c. Flores

Posee flores sencillas y aparecen en parejas sobre pedúnculos pares; las ramas presentan constricciones de color blancas y moradas.

d. Fruto

El fruto es una vaina de color verde y consistencia carnosa, que debe cosecharse antes que haya formado fibra; es catalogada de comprimida y plana con una longitud de cinco a 12 cm de largo.

e. Semillas

Las semillas son redondas, lisas o rugosas cuando están secas, de color blanco cremoso.

f. Propagación

La arveja china se reproduce sexualmente por medio de semilla que almacenadas bajo condiciones óptimas conservan su poder germinativo durante dos ó tres años.

2.1.6. Fenología del cultivo

Para consumo en vaina, la arveja china pasa por etapas fenológicas que se inician con la germinación, para luego pasar por su desarrollo vegetativo; al concluir su etapa vegetativa inicia su etapa reproductiva con la brotación de las yemas florales; como consecuencia de la fecundación de la flor se da la formación de vainas, que se realiza paralelamente con la cosecha.

a. Etapa de germinación-emergencia

La germinación de la arveja china se inicia desde el momento en que se coloca la semilla en el suelo, el cual debe tener suficiente humedad. El tiempo que tarda la planta

en emerger está determinado por tres factores de importancia; el tipo de suelo, la humedad y la profundidad de siembra, que de acuerdo a las condiciones climáticas prevalecientes tiene como promedio de cuatro a seis días después de la siembra.

b. Etapa de desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo de la arveja china varía dependiendo de su hábito de crecimiento. La de crecimiento determinado “enana”, dura alrededor de 55 días después de la siembra y la de hábito de crecimiento indeterminado “gigante” dura 60 días después.

c. Inicio de floración y cosecha

En las variedades enanas la floración se inicia a los 55 días con una duración de 30 días y en las gigantes inicia la floración a los 60 días con una duración de 50 días. Las vainas se cosechan constantemente y paralela a ésta la planta sigue floreando. Desde el momento de la floración hasta que la vaina está lista para cosecharla, transcurren de nueve a 11 días. Como característica especial para cosecharla puede tomarse que los granos empiezas a formarse y las caras de las vainas se encuentran casi pegadas. Las vainas deformes y con manchas deben desecharse (Terranova, 2001).

2.1.7. Clima

En Guatemala se cultiva en climas que van de templado a frío, siendo la temperatura donde se obtiene un desarrollo óptimo, entre los 15 y 19 °C. Una temperatura muy elevada provoca la caída de las flores, deshidratación en la planta y el crecimiento o desarrollo irregular. Por el contrario, una temperatura muy baja perjudica el crecimiento y disminuye el rendimiento, provocando quemaduras e irregularidades en la vaina (Torrebiarte, 1992).

2.1.8. Suelo

La arveja china se adapta a diversos tipos de suelo, con preferencia a los suelos franco y franco arcillosos, fértiles, profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica y con un pH de seis a siete (López, 1998).

2.1.9. Fertilización

Las plantas, como todo ser vivo, dependen de una diversidad de sustancias para vivir, que provienen del agua, el aire y el suelo. Las plantas depende de la fotosíntesis: proceso mediante el cual el dióxido de carbono y el agua se convierten en los compuestos orgánicos; así captan la energía proveniente del sol y la transforman en energía química, que estará disponible para cuando se requiera, no solo para la planta sino también para quienes las consumen (Salisbury y Ross, 1998).

La demanda de nutrientes por la planta es compleja y dinámica. Desde que la semilla germina, hasta la formación de los frutos con valor comercial, el cultivo utiliza diariamente nutrientes minerales, además de oxígeno, agua, dióxido de carbono y la energía del sol, para cumplir con sus funciones vitales (Disagro, 2005).

El cultivo de arveja requiere de 16 elementos esenciales para su desarrollo y producción. Entre estos elementos esenciales se encuentran el Carbono, Hidrógeno y Oxígeno que son proporcionados por la naturaleza a través del aire y el agua. Los restantes como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, Zinc, Cloro y Molibdeno, son proporcionados por el suelo (Estrada, 2007).

Nitrógeno (N)

La presencia de nitrógeno en el suelo es casi totalmente el resultado de la acción biológica, abono artificial o fertilización natural. El nitrógeno es de extraordinaria importancia en la planta, porque es un constituyente de proteínas y ácidos nucleicos. Es absorbido por la planta en forma de nitrato, amonio, como compuesto orgánico y en forma de urea. Es de mucha importancia debido a su participación estructural en la molécula proteica, ácidos nucleicos y otras sustancias importantes.

Una deficiencia de nitrógeno casi invariablemente se traduce en una palidez gradual o clorosis de las hojas maduras que llegan a tornarse amarillentas y se desprenden fácilmente. Otro síntoma típico de la deficiencia de nitrógeno es la producción de

antocianinas en tallos, nervaduras foliares y pecíolos, los cuales pueden volverse rojos o púrpuras. La sobre abundancia de nitrógeno causa con frecuencia una gran proliferación de tallos y hojas, pero determina una reducción de la cantidad de frutos.

Fósforo (P)

El fósforo como el nitrógeno, es muy importante como parte estructural de muchos compuestos, principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos. Además, desempeña una función indispensable en el metabolismo energético. Los síntomas de deficiencia de fósforo son: pérdida de hojas maduras, desarrollo de antocianinas en tallo y nervaduras foliares, plantas achaparradas de lento desarrollo.

Potasio (K)

Es requerido en grandes cantidades por las plantas y una deficiencia de este elemento puede ser frecuente en suelos ligeros o arenosos, debido a su solubilidad y a la facilidad con que puede lixiviarse de ellos. No parece tener una función estructural en las plantas, pero desempeña numerosas funciones catalíticas. La deficiencia de potasio generalmente se empieza a manifestar con una clorosis típicamente moteada en las hojas maduras que luego se distribuye a las jóvenes, pues este elemento es muy móvil en las plantas. Se producen áreas necróticas a lo largo de los márgenes y en las puntas de las hojas, también se observa un hábito de crecimiento en roseta o achaparramiento.

Calcio (Ca)

El calcio forma parte de la estructura celular de las plantas. Aparecen en las paredes de las células a las cuales les proporciona permeabilidad o integridad. Contribuye en el transporte de los minerales así como en su retención. Interviene en la formación de las proteínas, contribuye al crecimiento de las semillas y a la maduración de los frutos. Proporciona vigor evitando que las plantas envejezcan antes.

Azufre (S)

Es muy necesario para la formación de las proteínas, ayuda a la formación de la clorofila y al desarrollo de las vitaminas y encimas. Contribuye a la formación de las raíces y a la producción de semillas, ayuda a que la planta sea más resistente al frío.

Magnesio (Mg)

El Magnesio es el átomo central de la molécula de la clorofila, por lo tanto está involucrado activamente de la fotosíntesis. El Magnesio y el Nitrógeno son los únicos nutrientes provenientes del suelo que son parte de la clorofila y por esta razón la mayoría del Magnesio en las plantas encuentra en este compuesto. El Magnesio también interviene en el metabolismo del fósforo, en la respiración y en la activación de muchos sistemas enzimáticas en las plantas.

Hierro (Fe)

El Hierro es un metal que cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador del oxígeno. También ayuda a formar ciertos sistemas enzimáticos que actúan en los procesos de respiración (Ventura, 2000).

Materia orgánica

Entre mayor sea el contenido de materia orgánica (valores de 5 % son ideales) mayor será el aporte de Nitrógeno que este componente del suelo estará suministrando durante su proceso de mineralización. Contenidos menores de 1.80 % de materia orgánica, requieren de adiciones de Nitrógeno para ayudarla a su propia mineralización y que el cultivo no quede falto de este nutriente para su desarrollo (Estrada, 2007).

Los cultivos se fertilizan para suministrar los nutrientes que no se hallan presentes en suficientes cantidades en el suelo. El propósito de un programa de fertilización adecuado es suministrar año tras año las cantidades de fertilizantes que darán como resultado el máximo rendimiento. Los factores que influyen de una forma mayor la selección de la proporción y colocación del fertilizante son las características de la

cosecha y del suelo, el rendimiento esperado y el costo del fertilizante en relación al precio de venta (Tisdale y Nelson, 1982).

Según Saravia (1998), para producir 9700 kg/ha de arveja china, el cultivo extrae del suelo 233 kg/ha de N, 61 kg/ha de P^2O^5 , 235 kg/ha de K^2O , 29 kg/ha de MgO y 341 kg/ha de Ca.

La fertilización del cultivo que realiza tradicionalmente el agricultor consiste en 407 kg/ha de 20-20-0 en el momento de la siembra, aplican un fertilizante equilibrado con formulación de 15-15-15 a razón de 407 kg/ha cuando inicia la floración. Algunos usan abonos orgánicos en la primera aplicación hasta 1,630 kg/ha de gallinaza más el fertilizante químico (García, Calderón y Alvarez 1993).

2.1.10. Enfermedades de la arveja china

a. Enfermedades fungosas del tallo y la raíz

Existen varios hongos del suelo que pueden causar enfermedades en plantas. En el caso de arveja china han sido identificados principalmente: (*Rhizoctonia solani*) y (*Fusarium spp*). Estos son causantes del llamado “mal del talluelo” cuando las plántulas están emergiendo y en plantas adultas pueden causar marchitez, enanismo y en casos severos muerte de las mismas. Ambos géneros están normalmente asociados, por lo que su efecto es más severo (García y Edgar, 1992).

Rhizoctonia solani

Se manifiesta con mayor frecuencia cuando las plántulas están recién emergidas; éstas se quiebran en el punto donde está la infección y mueren. La mayoría de las veces, la infección no es muy severa y las plantas pueden recuperarse aunque se verán afectadas en tamaño, vigor y rendimiento. En plantas con mayor desarrollo, el hongo afecta las raíces y si la raíz primaria muere, la planta no se recupera lo suficiente para producir un cultivo normal. Al arrancar las plantas, el sistema radicular es poco

abundante y de las pocas raíces cuelgan granos de tierra que se sostienen de una especie de tela de araña (Calderón y Dardón 2000).

Fusarium spp

Existen diferentes especies de *Fusarium* afectando a la arveja china, siendo las principales *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum*. Las plantas se desarrollan muy débiles, se ponen amarillentas de la base hacia arriba, se marchitan y al arrancarlas se ve el cuello de la raíz de color marrón o café o negro; al hacer un corte en esta parte aparece una línea de color rojizo (Rivera, 2001).

b. Enfermedades fungosas del follaje

Mancha foliar y de la vaina por *Ascochyta (Ascochyta pisi)*

Esta es la enfermedad que mayores pérdidas ocasiona en el follaje y vainas. Sus daños se inician desde las raíces. Las plantas se vuelven amarillentas y no florecen bien. Al arrancarlas se ven partes de las raíces de color marrón o café, negras o muertas. Se presenta en donde se han dejado los rastrojos en el suelo y el daño es parecido al que produce *Fusarium* y *Rhizoctonia*. En el centro de las hojas se ven manchas redondas color marrón o café oscuro y marrón o café claro en la orilla. En los tallos las manchas son irregulares, oscuras y pueden llegar a rodearlo por completo. En el cáliz y la vaina las manchas son diminutas (menos de un milímetro). Es la mancha foliar más común en arveja china (Ramírez, 2012).

Mildiu polvoriento

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Erysiphe pisi*) en su estado asexual; en su estado sexual produce cleistotecios y conidios y su nombre es *Oidium sp.* En Guatemala, sólo se ha encontrado en su fase sexual (*Oidium sp.*). El hongo se ve favorecido por días secos y calientes, seguido por noches frías, por lo que en invierno generalmente no se presenta porque la lluvia contribuye a remover las esporas de las hojas, siendo muy severo bajo condiciones de verano en áreas con alta humedad del ambiente (García, calderon y Alvarez 1993).

Los síntomas iniciales son pequeñas manchas de color amarillo en el haz de las hojas; conforme avanza la infección las manchas son cubiertas por un polvo de color blanquecino. Si la enfermedad no se controla, puede propagarse rápidamente a tallos y vainas y el tejido adquiere un color grisáceo hasta morir, pudiendo ocasionar la muerte de la planta (Calderón y Dardón 2000).

Mildiu lanudo o velludo

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Peronospora pisi*), su micelio es del tipo intercelular. Se ve favorecido por temperaturas bajas y la humedad relativa. Los síntomas se inician con la aparición de pequeñas manchas amarillas, especialmente en el envés de las hojas; dichas manchas pueden incluso traspasar la hoja y aparecer en el haz. En el envés también se observa un micelio algodonoso blanquecino a gris.

Leptosphaerulina sp

Esta enfermedad ha sido detectada recientemente en arveja china debido a que su sintomatología es muy confundida con *Ascochyta sp*. Este hongo pertenece a la clase Ascomycetes y produce ascosporas en estructuras llamadas ascas. La enfermedad aparece en la base de la planta de arveja y avanza en forma ascendente y generalmente abarca hasta la mitad de la planta. En las hojas produce manchas irregulares de color café claro, translúcido y de consistencia flácida y no tumescente. En los tallos las manchas son de color café claro o rojizas que bordean completamente al tallo, también presentan una consistencia aguanosa (España, 1998).

2.1.11. Plagas insectiles

A través de estudios realizados en laboratorio, se ha determinado que el mayor rechazo de vainas en las plantas procesadoras se debe a daños ocasionados por insectos, los cuales ocasionan manchas diversas que, equivocadamente, se han identificado como causadas por (*Ascochyta pisi*). Los insectos causantes de dichas manchas son trips, (*Frankliniella sp*), y mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis Blanchard*). Adicionalmente otros insectos, como gusanos cortadores (*Helicoverpa zea Boddie*) y (*Copitarsia sp*), áfidos (*Mysus persica Sulzer*) también afectan al cultivo.

a. Plagas del follaje

Gusanos cortadores

Se han identificado dos especies de orugas de la familia Noctuidae: (*Helicoverpa zea Boddie*) y (*Copitarsia* sp), Noctuidae: Lepidóptera que afectan a la arveja. Ambas especies son muy similares, el adulto es una palomilla que oviposita grupos de huevos sobre las hojas y ocasionalmente sobre la vaina. Al eclosionar la oruga se alimenta del follaje, siendo más agresiva para alimentarse conforme se desarrolla. El daño es evidente y si no se controla la oruga, puede ocasionar grandes pérdidas del follaje. Cuando la oruga penetra en la vaina, se desarrolla dentro de ella, alimentándose de la parte interior. La oruga empupa posteriormente en el suelo, de donde sale convertida en un adulto para continuar con el ciclo de la copulación y ovoposición (López, 1998).

Áfidos

Los pulgones o áfidos (*Mysus persica Sulzer*), causan daño al alimentarse succionando los fluidos de las hojas de arveja, pero su principal efecto es la transmisión de virus de plantas infectadas a plantas sanas. El adulto es de color verde pálido o amarillo; las ninfas tienden a ser de color amarillo pálido. Se localizan en la hoja tanto en el haz como en el envés, también es común encontrarlos posados sobre las vainas tiernas, tallos y zarcillos (Calderón y Dardón, 2000).

Mosca minadora

La mosca minadora pertenece a la familia Agromycidae (Díptera), el nombre técnico es (*Liriomyza huidobrensis Blanchard*). En su estado adulto la mosca minadora mide alrededor de dos mm de longitud, es de color negro con manchas amarillas que aparecen en la frente, el escutelo, las patas y el abdomen. Las hembras perforan el haz de las hojas produciendo picaduras de color claro; estas ovipositan en el 10 ó 15% de las heridas, poniendo los huevos debajo de la epidermis de las hojas o vainas, mientras que el resto de las perforaciones les sirve para la alimentación tanto de ellas como del macho. Pequeñas larvas de color amarillo emergen de tres a cinco días después de la oviposición. Estas larvas se alimentan del mesófilo de las hojas, excavando galerías o minas en forma de serpentina, siendo ésta fase la más dañina y dura entre cinco y siete

días. Luego pasan a la etapa de prepupa la cual se inicia desde que las larvas dejan de alimentarse y salen de las minas o galerías, pero quedan pegadas a la superficie de las hojas o caen al suelo. Su tamaño se acorta, cambian de color y se transforman en pupas las cuales se caracterizan por una inmovilidad total, y ser de color marrón o café. Luego de ocho a 12 días emergen las moscas de las pupas en las primeras horas de la mañana (Rivera, 2001).

b. Plagas del fruto

Trips

Son diminutos, delgados y muy ágiles, rara vez alcanzan los tres mm de largo. Su aparato bucal es del tipo raspador chupador. Sus alas están rodeadas de pelos largos, para proporcionar resistencia a aire en el vuelo. Sus patas tienen tarsos de uno ó dos segmentos usualmente sin uñas. Los daños que causan los trips son ocasionados por la oviposición que realizan precisamente sobre las vainas de arveja, ésta se manifiesta con la aparición de protuberancias abultadas a las que se les da el nombre común de “roncha”, “piquete de zancudo”, lija o mancha verde; éstos son de color verde y blanco, apareciendo sobre la vaina dándole una apariencia desagradable.

Los trips pueden causar daño en hojas, tallos y vainas, siendo el mayor problema en las vainas por ser el producto comercial. En las vainas, el daño puede ser de tres formas:

Roncha

Denominada “piquete de zancudo”, “lija” o “mancha verde”. Se caracteriza por pequeñas protuberancias abultadas de tamaños variables desde 0.10 a 1.50 mm de altura, encontrándose aisladas o en grupos muy numerosos, en ambos lados de la vaina. Este síntoma es producido por las oviposiciones de las hembras. Estas ronchas pueden tener un punto necrótico en su parte superior, causado al eclosionar el insecto. El pequeño agujero cicatriza rápidamente, dando lugar a un punto de color café.

Manchas negras

Pequeñas lesiones como puntos de forma alargada, rectangulares, de color negro, dispersos en el tejido de la vaina, acentuándose con mayor intensidad cuando llueve debido a la oxidación de los tejidos dañados, por lo que este fenómeno ha sido asociado a hongos patógenos. Al observar al microscopio estas manchas aparecen como lesiones superficiales en la epidermis a manera de raspado, observándose de 3 a 4 líneas de diferente largo. Las manchas no crecen de tamaño y son causadas por el hábito de alimentación del trips, que posee un aparato bucal rudimentario raspador chupador. Esto equivale a que “raspa” las células superficiales de la epidermis para chupar el líquido que brota.

Manchas blancas

Lesiones circulares y semi-circulares de color blanco, que corresponden a ovoposiciones de algunas especies de trips. Debajo del tejido afectado es posible encontrar huevos y a veces ninfas recién emergidas (Fuentes, 1999).

2.1.12. Control de malezas

Las malezas compiten con el cultivo por nutrientes, agua, etc. y además son hospederas de muchas plagas y enfermedades, especialmente cuando pertenecen a la misma familia del cultivo. Se sabe de buen número de malezas que hospedan a la mosca minadora como a los trips que constituyen las principales plagas de la arveja china. Se recomienda mantener limpia el área de cultivo efectuando esta labor manualmente a los 30 y 60 días después de la siembra (Ramírez, 2012).

2.1.13. Control fitosanitario

Debido a que son diversas las plagas que afectan a la arveja china, lo más recomendable es realizar un manejo integrado de plagas (MIP), para lo cual se debe utilizar diferentes medidas de control que permitan reducir las aplicaciones de productos químicos, con menor costo y menos daños al ambiente. Entre estas medidas recomendables está: el uso de semillas de buena calidad, adecuada distancia de siembra, que permita buena aireación y ventilación; uso de tutores y rafia, adecuada

fertilización, encalado, buen control de malezas, eliminación de rastrojos. Actualmente una práctica utilizada con éxito es la solarización, que reduce la incidencia en el suelo de insectos, nematodos, hongos, malezas, etc. En su orden: solarización y encalado fueron los mejores tratamientos en el control de hongos del suelo (García, Calderon y Alvarez, 1993).

2.1.14. Cosecha

El inicio de la cosecha es dependiendo de las variedades, el cual inicia entre los 60 a 70 días después de la siembra. Realizándolo tres veces por semana, recolectando las vainas que van iniciando la formación de granos sin llegar a formar fibra. Dependiendo la variedad llega a cosecharse durante seis a ocho semanas (Torrebiarte, 1992).

En el campo la tendencia es la implementación de medidas BPA (buenas prácticas agrícolas), siendo uno de los puntos más críticos de control, la prevención de contaminación por bacterias coliformes. Este aspecto está siendo abordado con la ubicación de sanitarios en las parcelas de cultivo, con su respectivo material para la higiene personal.

El producto se mantiene a la sombra y no es sometido a lavado. A nivel de infraestructura esencial, los productores tienen centros de acopio individuales e incluso grupales y pequeñas bodegas (Sandoval, 2001).

2.1.15. Calidad del producto

Entre los requisitos de buena calidad se tiene que el tamaño de la vaina debe ser entre cinco a 10 centímetros de largo. El producto debe ser fresco, vainas bien despuntadas, de color verde oscuro, sin manchas, no torcidas y además que no estén lastimadas por manejo y transporte (San Juan Agroexport, 2013).

La mala calidad se denota por la presencia de mancha verde y blanca originada por el insecto trips, daños por mosca minadora, por gusanos, mancha negra y punta negra, provocados por el hongo *Ascochyta*, el ojo de pescado provocado por el hongo *Botrytis*

y también daño por mildiu. Otros aspectos de la mala calidad, los representan el tamaño muy pequeño o muy grande, golpe mecánico debido al mal manejo en el transporte, mal despuntado cuando se corta más de lo necesario y también mala coloración de la vaina debido a falta de fertilización (Sandoval, 2001).

En el proceso de pos cosecha, en las plantas procesadoras o empacadoras, la vaina se despoja del cáliz y se selecciona, siendo la selección más estricta que en campo y considera varios aspectos; a nivel general, éstos aspectos incluyen no sobre madurez de vainas, sin malformaciones, no vainas quebradas o torcidas, sin quemaduras por frío, libre de pudriciones, libres de manchas o lastimaduras. Las vainas deben estar frescas, turgentes, firmes, planas y de un largo de cinco a 10 centímetros (objetivo 7.50 centímetros). El traslado del producto debe ser en canastas plásticas y no en costales, ya que debido a este mal manejo se tiene un promedio de pérdidas de hasta el 10% (San Juan Agroexport, 2013).

2.1.16. Mercados de destino

En relación a la exportación, los principales mercados han sido Estados Unidos y Europa. Los envíos se realizan en contenedores refrigerados de 40 pies. Aproximadamente el 30% de la exportación se destina a Europa y otros mercados; el restante 70% va a los Estados Unidos.

El mercado Europeo está constituido básicamente por Inglaterra e Islandia, islas a las cuales se ingresa directamente. Al resto de Europa se ingresa por medio de mercados holandeses. La principal competencia para la arveja china guatemalteca en Europa, la constituyen Zinbawe, Kenya, África del Sur, Uganda y Ghana.

El mercado de los Estados Unidos es básicamente para arveja china fresca, la ventana de exportación para Guatemala es entre noviembre y mayo. Ello implica que se poseen aproximadamente 30 semanas de exportación, esta se finaliza 15 días después de las primeras lluvias debido a que la calidad del producto se reduce considerablemente. En este mercado Guatemala mantiene su hegemonía.

Dentro del mercado de Estados Unidos el precio es sensible al exceso de oferta; tal el caso de la presencia de volúmenes arriba de 34,473 kilogramos lo cual ha ocasionado que el precio caiga hasta un 30%. En este sentido incluso la arveja de Guatemala no ha tenido consensos e incluso, baja los precios en determinadas temporadas (Linares, 2007).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En el sector agrícola, la arveja china es considerada como uno de los productos más importantes en el mercado agroexportador de Guatemala, debido a la alta demanda que posee a nivel internacional, por lo cual esta actividad genera gran cantidad de empleos formales e informales dentro del país (Linares, 2007).

Cada año se requieren mayores esfuerzos para mantener y aun más para aumentar la producción y de mantener los niveles de rentabilidad del cultivo; al mismo tiempo que se garantice la sostenibilidad del mismo en el largo plazo. Es claro que en la actualidad los rendimientos del cultivo han decrecido y los costos han aumentado; por lo tanto, el cultivo no ofrece ya los altos márgenes de rentabilidad de los primeros años.

Por eso los agricultores van en búsqueda de nuevas alternativas, lo que hace necesario que se evalúen variedades de arveja china diferentes que han sido potenciales en otras zonas y variedades nuevas bajo las condiciones de clima, suelo que el lugar ofrece para su producción, así determinar su adaptabilidad y potencialidad en nuestra zona a través de la evaluación de sus rendimientos y la observación de las características en particular que cada variedad posee. También un programa de fertilización definido para poder obtener un mejor rendimiento y así ofrecer en un futuro mediano al agricultor alternativas para producir mejor calidad que les permita incrementar sus ingresos acorde al costo de la canasta básica de alimentos, a efecto de favorecer el acceso a los alimentos para mantener la seguridad alimentaria de sus familias, generando tanto beneficio para el productor, el exportador y esencialmente para el consumidor.

IV. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación de tres programas de fertilización en diferentes variedades de arveja china.

4.2. ESPECÍFICOS

Evaluar el rendimiento de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización.

Determinar el porcentaje de calidad exportable de los tratamientos.

Determinar la vida de anaquel de las vainas de cada uno de los tratamientos.

Evaluar qué tratamiento es más rentable mediante la relación beneficio costo.

V. HIPÓTESIS

- Ha 1.** Al menos uno de los tratamientos evaluados, será superior en el rendimiento de vainas.

- Ha 2.** Al menos uno de los tratamientos evaluados será superior en porcentaje de calidad exportable.

- Ha 3.** Al menos uno de los tratamientos evaluados será superior en los días de vida en anaquel del producto.

VI. METODOLOGÍA

6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

La evaluación se realizó en la aldea Xenimajuyú del municipio de Tecpán Guatemala del departamento de Chimaltenango; ubicado en el kilómetro 82.50 carretera interamericana CA-1 al sur este de la cabecera municipal. Se localiza en los 2,253 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), en la latitud 14° 43' 47" norte y longitud 90° 58' 10" oeste (Hidropozos, 2010).

6.1.1. Condiciones climáticas

Para la determinación de las características climáticas de la zona de estudio se utilizaron los registros climatológicos de la estación meteorológica de Santa Cruz Balanyá, Chimaltenango, la cual se sitúa a inmediaciones de la cabecera municipal de Santa Cruz Balanyá y representa la estación más cercana y condiciones climáticas similares de la zona de estudio.

Los datos fueron los siguientes:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| a) Precipitación media anual | = 914 mm |
| b) Días de lluvia anual promedio | = 144 días |
| c) Temperaturas promedio anual | Máxima = 25 °C |
| | Mínima = 6.50 °C |
| | Media = 16 °C |

(Insivumeh, 2010)

6.1.2. Condiciones del suelo

Los suelos de la aldea de Xenimajuyú corresponden a la serie "Tecpán", estos suelos son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica blanca, porosa y de grado relativamente fino (De la cruz, 1982).

6.1.3. Zona de vida

Según De La Cruz (1982), la aldea de Xenimajuyú se encuentra ubicada en la zona de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (Bmh MB), la cual comprende una faja que pasando por Patzun y Tecpán del departamento de Chimaltenango se separa en Los Encuentros buscando por el lado de Nahualá del departamento de Sololá, al volcán Santo Tomas y Zunil del departamento de Quetzaltenango hasta Cuxliquel del departamento de Totonicapán. La superficie total de esta zona de vida es de 5,512 km², que representa el 5.07% de la superficie total del país. Las características importantes que definen esta zona de vida son:

Precipitación anual 2,065 a 3,900 mm.

Temperatura de 7.50 a 18.60 °C.

Evapotranspiración potencial se estima en 0.35 mm/día.

6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

6.2.1. Variedades de arveja china

a) Mammoth

Esta variedad se le conoce también como una variedad gigante. El porte de la planta alcanza desde los 1.30 hasta los 1.60 metros de altura; es una variedad un poco tardía a inicios de cosecha, tiene menos rendimiento a comparación de las otras variedades por poseer solo una vaina por nudo; sin embargo, es más tolerante a la escases de agua, inicia su cosecha a los 70 a 73 días después de la siembra.

b) Oregon Po II

Se caracteriza por presentar plantas vigorosas con altura desde los 0.75 hasta 1.25 metros, con vainas planas de 8 centímetros a 10 centímetros de largo. La vaina es de un color verde claro. Esta variedad posee dos vainas por nudo y se cosecha a los 68 a 70 días después de la siembra. Tiene resistencia a la marchites común, al virus del mosaico, al mildiu polvoriento y al virus de la arveja.

c) Milagro

Esta variedad posee dos vainas en cada nudo, los días a inicio de cosecha es más temprana que empieza a los 65 días después de la siembra, y se prolonga aun todavía después de concluir la cosecha en otras variedades, llega a alcanzar una altura que van desde los 1.10 hasta 1.50 metros.

d) Kennedy

Variedad muy precoz, iniciando la cosecha a los 65 días después de la siembra. Posee dos flores por nudo, llega a producir de 12 a 13 nudos. Las vainas son planas de ocho a 10 centímetros con un color más oscuro y carnosas sin fibra. La planta es muy vigorosa que alcanza de 1.20 metros a 1.50 metros.

e) Goliat

Variedad categorizada como gigante, alcanzando desde los 1.40 m hasta los 1.80 m de altura. Es una planta vigorosa tolerante a escases de agua. Por ser una variedad gigante su manejo agronómico es más complicado, inicia su cosecha a los 73 días después de la siembra.

6.2.2. Fertilizantes químicos y orgánicos

Además de las cinco variedades también se utilizó fertilizantes químicos y orgánicos para los programas de fertilización, para tener una nutrición equilibrada y mejorar el rendimiento y lograr que las plantas presenten una mejor respuesta al ataque de plagas y enfermedades.

6.3. FACTORES A ESTUDIAR

Factor A: variedades de arveja china

a) Mammoth

b) Oregon po II

c) Milagro

d) Kennedy

e) Goliat

Factor B: programas de fertilización.

Fertilizantes químicos mas abono orgánico

6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se evaluaron cinco variedades de arveja china combinados con tres programas de fertilización, que consiste en la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos para suplir las necesidades de la planta para crecimiento desarrollo y producción.

6.4.1. Las variedades de arveja china son:

a) Mammoth, b) Oregon Po II, c) Milagro, d) Kennedy e) Goliat.

Se utilizó como testigo la variedad Oregon Po II, la cual se ha venido cultivando desde la introducción de este cultivo en nuestro país; las variedades Mammoth y Goliat son las que, principalmente empresas agroexportadoras recomiendan en otras áreas para su producción; la variedad Milagro es la que se ha adaptado muy bien en el lugar donde se realizó el experimento; se evaluó para conocer sus características que empresas agroexportadoras exigen. La variedad Kennedy necesitaba evaluación para conocer características agronómicas y calidad del producto. La evaluación de las cinco variedades fue desde el rendimiento, porcentaje del producto exportable, vida en anaquel y la elaboración de una curva de producción de todo el ciclo reproductivo.

6.4.2. Programas de fertilización

- A.** 407 kg/ha de 20-20-0 + 1,222 kg/ha de abono orgánico en el día de la siembra.
407 kg/ha de 15-15-15 a los 45 DDS.

- B.** 407 kg/ha 20-20-0 + 1,630 kg/ha de abono orgánico en el día de la siembra.
407 kg/ha de nitrato de calcio a los 40 DDS.
407 kg/ha de 12-15-18 + Mg+Fe+Ca+S a los 65 DDS.

- C.** 310 kg/ha 10-50-0 + 1630 kg/ha de abono orgánico en el día de la siembra.
407 kg/h de nitrato de calcio a los 40 DDS.
204 kg/ha de 0-0-62 + 204 kg/ha 46-0-0 a los 70 DDS.

Empresas agroexportadoras han realizado investigaciones en cuanto a la fertilización del cultivo para aumentar los rendimientos y también mantener la calidad del producto desde el inicio hasta concluir la cosecha. Sin embargo, agricultores que no tienen contratos con alguna de estas empresas continúan haciéndolo convencionalmente y en la fertilización solo aportan en mínima cantidad, lo que no ayuda obtener un mejor rendimiento y calidad del producto, por lo tanto los porcentajes de rechazo para este tipo de agricultores es alto, alcanzando hasta un 40%.

Los anteriores programas de fertilización son recomendados por empresas agroexportadoras en ayuda para el crecimiento, desarrollo y producción de la planta. En los programa de fertilización se busca primero, el aporte de fertilizantes químicos o macro nutrientes que la planta necesita de acuerdo a la fenología de la planta, también el aporte de micronutrientes para una nutrición completa de la planta, se utilizó abono orgánico procesado con una formulación y contenido de nutriente aproximada de 3-4-3 por cada 45.36 kg de materia. Además se analizaron los costos a fin de que sea accesible para los minifundios.

El primer programa de fertilización denominado **A**, es el que se ha utilizado desde hace mas de 20 años y que aun lo utiliza aproximadamente 56 agricultores representando un 40 % de los agricultores que se encuentran en la localidad. Los costos de este programa son más bajos pero no permiten obtener buenos rendimientos y calidad.

El segundo programa de fertilización denominado **B**, es recomendado por una empresa agroexportadora del cultivo, que consiste en tres aplicaciones para tener presente y disponibles en el suelo los nutrientes que necesita durante todo su ciclo, incluyendo en este programa la aplicación de calcio para lograr mayor vida en anaquel.

El tercer programa de fertilización denominado **C**, es recomendado por otra empresa agroexportadora que consiste en tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo; con este programa se logra buen crecimiento y desarrollo de la planta y el inicio de la producción; este programa incluye también la aplicación de calcio, lo cual es un

beneficio tanto para el productor como para el exportador, porque la aplicación de este nutriente (calcio) ayuda a tener plantas más vigorosas y obteniendo una mejor respuesta a enfermedades y prolonga sus días de vida en anaquel.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Tratamientos	Variedades Factor A	Programas de fertilización Factor B
T1	Mammoth	A
T2	Oregon Po II	
T3	Milagro	
T4	Kennedy	
T5	Goliat	
T6	Mammoth	B
T7	Oregon Po II	
T8	Milagro	
T9	Kennedy	
T10	Goliat	
T11	Mammoth	C
T12	Oregon Po II	
T13	Milagro	
T14	Kennedy	
T15	Goliat	

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con 15 tratamientos y cuatro repeticiones, la parcela grande (Factor B) la constituyó los programas de fertilización y como sub-parcela (Factor A) las variedades de arveja china.

6.6. MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + E_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

μ = Media

R_i = Repetición

A_j = Factor A

E_{ij} = Error ij

B_k = Factor B

AB_{jk} = Interacción jk

E_{ijk} = Error ijk

Y_{ijk} = Variable de respuesta asociada a la i-j-K èsima unidad

experimental.M = Efecto de la Media general del experimento.

R_i = Efecto del i-èsimo del bloque.

A_j = Efecto del j-èsimo del Factor "A".

$R_i A_j$ = Efecto de la interacción repetición, del factor "A".

B_k = Efecto del k-ésimo del Factor "B".

$A_i B_k$ = Efecto de la interacción entre el j-ésimo Factor A, con el Bk ésimo efecto de k.

E_{ijk} = Error experimental asociado a las parcelas Eijk.

6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental constó de cinco metros de largo por 4.80 metros de ancho, con cuatro surcos en cada unidad experimental. Los distanciamientos fueron de 0.06 metros entre postura y 1.20 metros entre surco, en donde se logró una densidad de 333 semillas por unidad experimental. El área total del ensayo fue de 1,440 metros ².

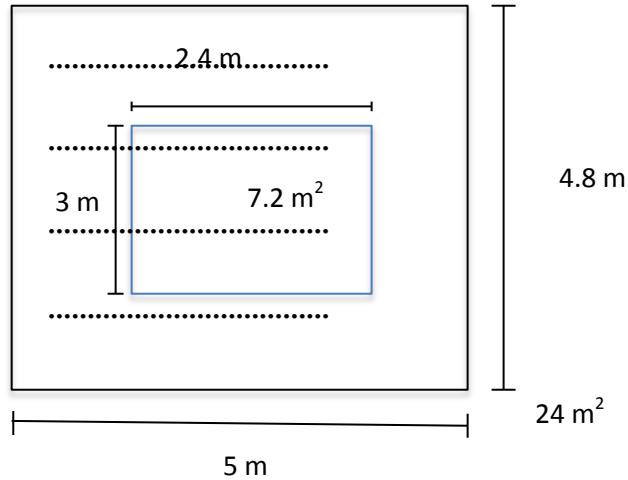


Figura 1. Unidad experimental de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

6.8. CROQUIS DE CAMPO

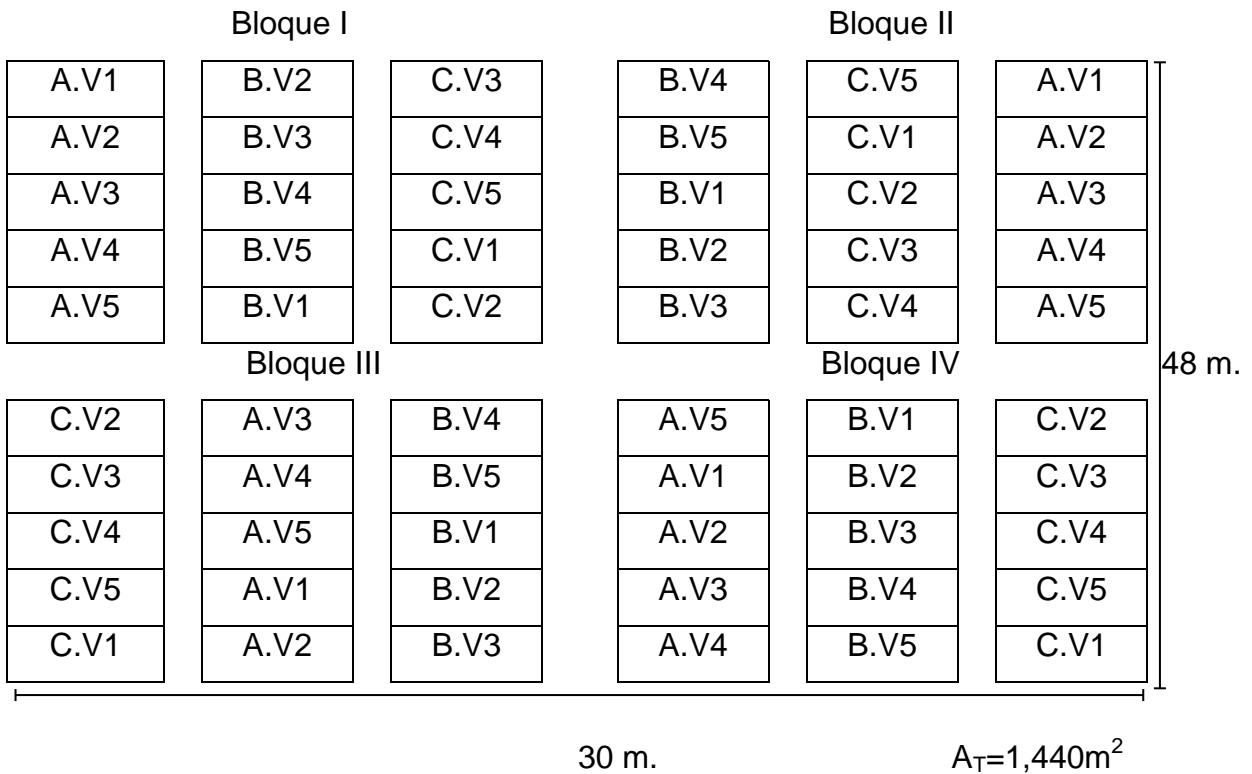


Figura 2. Croquis de campo de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1. Preparación del terreno

Se realizó en forma mecanizada, 20 días antes de la siembra, efectuando un paso de arado a una profundidad de 0.30 m. y una pasada con rastra. Pasados los 20 días se procedió a trazar los surcos, realizando zanjas a profundidad de 0.10 metro, con un distanciamiento de 1.20 metros entre surcos.

6.9.2. Siembra

La siembra se realizó de forma manual, depositando una semilla por postura a cada 0.06 metros dejando una distancia de 1.20 m entre surcos. Estos distanciamientos fueron óptimos para lograr una buena ventilación y reducir problemas fúngicos. A estos distanciamientos se logró una densidad promedio de siembra de 333 plantas por unidad experimental que equivale a 138,750 plantas/ha.

6.9.3. Colocación de poste o tutorado

Se procedió a hacer el ahoyado a una profundidad de 0.60 metros, se utilizaron tutores de bambú colocándolos a una distancia de cinco metros a lo largo del surco a los 30 DDS. Los tutores y las rafias ayudaron al sostén de las plantas ya que este tipo de cultivo tiene un tallo herbáceo y hueco, el cual no puede sostenerse por sí mismo. Con este procedimiento se facilitaron otros manejos como la fertilización, el control de malezas, control de plagas y enfermedades y también la cosecha.

6.9.4. Colocación de rafia

Le sirvió de sostén a la planta, se colocó la primera hilera a los 30 DDS, amarrado fuertemente al bambú a una distancia de 0.15 m desde la superficie del suelo. El número de pitas dependió de la variedad y crecimiento del cultivo. Se utilizaron 12 pitas para las dos variedades gigantes y seis pitas para las tres variedades enanas. Además, fue conveniente ir colocando las guías dentro de las pitas (rafia), para que las plantas se mantuvieran uniformes. La rafia se colocó en el tiempo necesario después de la

primera hilada cada siete días para evitar quebradura de tallos a la hora de colocar las guías (García, 1992).

6.9.5. Fertilización

Se utilizaron tres programas de fertilización

A. 407 kg/ha de 20-20-0 + 1,222 kg/ha de abono orgánico en el día de la siembra.
407 kg/ha de 15-15-15 a los 45 DDS.

B. 407 kg/ha 20-20-0 + 1,630 kg/ha de abono orgánico en el día de la siembra.
407 kg/ha de nitrato de calcio a los 40 DDS.
407 kg/ha de 12-15-18 + Mg+Fe+Ca+S a los 65 DDS.

C. 310 kg/ha 10-50-0 + 1,630 kg/ha de abono orgánico en el día de la siembra.
407 kg/h de nitrato de calcio a los 40 DDS.
204 kg/ha de 0-0-62 + 204 kg/ha 46-0-0 a los 70 DDS.

La aplicación de los fertilizantes químicos y orgánicos se realizó distribuyendo en hileras la cantidad de cada programa de fertilización en zanjas de 0.10 metros de profundidad en el día de la siembra.

Se aplicó primero el fertilizante químico en las dosis de cada programa de fertilización, luego se aplicó el fertilizante orgánico; para concluir con esta primera fertilización se procedió al tapado, colocando una capa de suelo de aproximadamente 0.05 metros y luego se colocaron las semillas.

Las siguientes fertilizaciones después de la siembra se realizó en hileras, siguiendo los surcos, a una distancia separada de 0.05 metros de las plantas; se procedió primero a elaborar zanjas a lo largo del surco de 0.05 metros de profundidad y seguidamente en ello se colocó las dosis de acuerdo a cada programa de fertilización. Se culminó esta actividad con el tapado del fertilizante.

En el **programa A**, la primera fertilización se realizó en el día de la siembra; en la fertilización química se hizo una aplicación de 407 kg/ha de la formulación 20-20-0 y en el aporte orgánico se aplicó de 1,222 kg/ha. En la segunda fertilización se realizó a los 45 días después de la siembra, se aplicó 407 kg/ha de la formulación 15-15-15.

En el **programa B**, la primera fertilización se realizó en el día de la siembra; en la fertilización química se aplicó 407 kg/ha de la formulación 20-20-0 y en el aporte orgánico se aplicó 1,630 kg/ha. En la segunda fertilización que se realizó a los 40 días después de la siembra se aplicó 407 kg/ha de nitrato de calcio. En la tercera fertilización que se realizó a los 65 días después de la siembra se aplicó 407 kg/ha de la formulación 12-15-18, mas micro elementos.

En el **programa C**, la primera fertilización se realizó en el día de la siembra en la fertilización química se aplicó 310 kg/ha de la formulación 10-50-0, y en el aporte orgánico se aplicó 1,630 kg/ha. En la segunda fertilización que se realizó a los 40 días después de la siembra se aplicó 407 kg/ha de nitrato de calcio. En la tercera fertilización que se realizó a los 70 días después de la siembra se aplicó una mezcla de la formulación 46-0-0 + 0-0-62 con 204 kg/ha de cada formulación.

6.9.6. Control de enfermedades

Se hicieron aplicaciones con Captán a razón de tres kg/ha al momento de la siembra con bombas de mochila, aplicándolo en chorro en el fondo de la zanja, donde después se depositó las semillas para el control de hongos del suelo. Para el manejo de (*Ascochyta sp*) se aplicaron productos cúpricos: hidróxido y Oxido de cobre en forma alternada entre uno a dos veces por semana con dosis de dos kg/ha. Asimismo, se hicieron aplicaciones de azufre a una dosis de cuatro kg/ha y chlorothalonil a dos L/ha para el control de cenicilla (*Erysiphe sp*). Se utilizó una bomba de mochila para la aplicación de los productos rociando desde la base hasta el ápice. Las aplicaciones se hicieron semanalmente o dependiendo de las condiciones climáticas.

6.9.7. Control de plagas insectiles

Se efectuaron muestreos por parcela para determinar la presencia de plagas y decidir si se aplicaba plaguicida y cuál se usaría. Los productos que se utilizaron fueron los que son permitidos para el uso en el cultivo de arveja, de acuerdo a la normativa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA). Se utilizó Cyhalothrin a una dosis de 0.40 L/ha para el control de gusanos y control sobre trips.

Para la aplicación de los productos (fungicidas, insecticidas y foliares) fue necesario usar una bomba de mochila de 16 litros el cual se calibró con agua antes del inicio de las aplicaciones.

6.9.8. Control de malezas

Toda planta que no era el cultivo de arveja fue considerada una maleza por competir con el cultivo en espacio, absorción de nutrientes, agua y la luminosidad. Sin embargo las malezas llegan a ser hospederos de plagas y enfermedades por esta razón se realizaron dos limpiezas con azadón; la primera se realizó a los 25 días y la segunda a los 55 días después de la siembra.

6.9.9. Cosecha

Se realizó dos veces por semana, fueron cortadas todas las vainas planas que hayan alcanzado un tamaño adecuado (7-10 centímetros) antes de empezar a producir granos. La cosecha empezó a los 66 DDS (promedio de las cinco variedades). Las vainas cortadas fueron depositadas en una bolsa transparente de nylon y pesadas con una balanza analógica en el mismo campo para obtener el rendimiento bruto.

6.9.10. Clasificación

Se procedió a clasificar el producto de acuerdo a los estándares de calidad que manejan las empresas agroexportadoras para determinar el porcentaje exportable.

La clasificación va desde características físicas que es el tamaño de la vaina, cinco a 10 centímetros (objetivo 7.50 centímetros) con una coloración de verde oscuro a lo largo

de toda la vaina; las vainas fueron medidas con una regla de 20 cm. En la clasificación se descartó todo aquel producto que no cuente con las medidas de largo exigido; ibres de mancha negra, mancha verde, daños mecánicos, sobre madurez, tiernos y libre de enfermedades.

6.9.11. Conservación (vida en anaquel)

Después de la cosecha, en el mismo día fueron colocadas las vainas de los diferentes tratamientos en una bodega a una temperatura de ambiente promedio (18 °C) y a una temperatura utilizada para el transporte (4 °C).

Se realizaron revisiones diarios para observar cambios físicos en la vaina como la coloración y rigidez de la vaina.

6.10. VARIABLES RESPUESTA

6.10.1. Rendimiento

Se obtuvo mediante la sumatoria de cosechas según el número de cortes de cada una de las variedades, pesando las vainas en una balanza analógica para obtener el rendimiento y expresarlos en kg/ha.

6.10.2. Porcentaje de calidad exportable

Para determinar esta variable, se clasificó el producto cosechado utilizando los estándares de calidad de las empresas agroexportadoras y así obtener el porcentaje del producto exportable y expresándolo en kg/ha.

6.10.3. Vida en anaquel

Se tomaron 100 vainas por cada tratamiento en estudio, 50 de las cuales fueron colocadas en un cuarto frío a temperatura de 4 °C, que es la temperatura utilizada para el transporte del producto y las 50 restantes se colocaron a temperatura ambiente promedio de 18 °C. Se contó el número de días en el que todavía se consideraban aptas para el consumo.

6.10.4. Curva de producción

Se obtuvo en base al rendimiento en campo y el número de cortes que se realizaron durante todo el ciclo reproductivo del cultivo de cada variedad.

6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1. Análisis estadístico

Para la aceptación o rechazo de las hipótesis alternativas se realizaron las pruebas correspondientes como el análisis de varianza y ver si existe significancia estadística para los diferentes factores, así mismo la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento en rendimiento y calidad exportable. Se utilizó una hoja electrónica para obtener los datos.

6.11.2. Análisis económico.

Mediante la obtención de datos parciales en los costos variables de la actividad se realizó un análisis de rentabilidad, que ayudó a la generación de más información para obtener la mejor alternativa que contribuya a mejorar los ingresos de los productores de la zona en estudio.

Formula:

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \{(TI-TC)/TC\} \times 100$$

Dónde:

TI= Total de ingresos

TC= Total de Egresos

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluaron cinco variedades de arveja con tres programas de fertilización, utilizando un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas para determinar las variables en estudio.

7.1. RENDIMIENTO

Concluida la fase experimental de campo y habiendo recopilado los datos correspondientes a la información generada en el presente trabajo de investigación en la aldea de Xenimajuyú Tecpán, Chimaltenango, se presentan los análisis correspondientes de los resultados obtenidos en rendimientos de las variedades y programas de fertilización, con los cuales se procedió a realizar el análisis estadístico y un análisis de rentabilidad para la generación de información y alternativas para los productores de la zona de estudio.

Cuadro 2. Tratamientos en kg/ha de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, C. 2014.

Trat.	Factor A Var	Factor B Progr fert	I	II	III	IV	Total	Medias
T1	Mammoth	A	7497	5859	8379	6111	27846	6961
T2	Oregon Po II	A	9009	10647	10017	7308	36981	9245
T3	Milagro	A	12537	16758	13608	11529	54432	13608
T4	Kennedy	A	7686	11151	8316	9387	36540	9135
T5	Goliat	A	15246	15750	17199	14868	63063	15766
T6	Mammoth	B	8568	8253	8379	10080	35280	8820
T7	Oregon Po II	B	9009	8379	8757	7812	33957	8489
T8	Milagro	B	13671	9765	15183	14175	52794	13198
T9	Kennedy	B	10710	5229	10269	10269	36477	9119
T10	Goliat	B	13986	14616	17199	14112	59913	14978
T11	Mammoth	C	8631	7434	8253	8631	32949	8237
T12	Oregon Po II	C	7938	9891	9198	13293	40320	10080
T13	Milagro	C	11655	10899	16317	16317	55188	13797
T14	Kennedy	C	9261	8127	10773	10678	38839	9710
T15	Goliat	C	14742	13797	16569	14049	59157	14789
Total bloques			160145	156554	178415	168618	663732	165933

En el cuadro dos se observa que el tratamiento cinco (Goliat + programa A) presentó mejor resultado con una media de 15,766 kg/ha, por las características de la variedad de ser gigante, el prolongado tiempo de cosechas y la ayuda de los fertilizantes químicos y orgánicos del programa A aplicados en ella. Siguen los tratamientos diez y 15 que presentaron una media similar de 14,978 kg/ha y 14,789 kg/ha en combinación con la misma variedad Goliat y programas de fertilización B y C. Presentándose la variedad Goliat con las medias superiores en los tres programas de fertilización.

En el cuadro dos se observa que en el tratamiento nueve del bloque dos se obtuvo un dato muy inferior al de los otros bloques debido al bajo porcentaje de germinación, lo que representó que el rendimiento de la unidad fuera menor.

Cuadro 3. Análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Fuentes de variación	G L	Sumas de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tab.		Signif.
					F0.05	F0.01	
Bloques	3	18964992	6321664	4.06			
Factor A	4	463512576	115878144	74.48	3.26	5.41	**
Error A	12	18668544	1555712				
Factor B	2	2038784	1019392	0.31	3.32	5.39	NS
Error B	8	14055424	1756928	0.54	2.27	3.14	NS
Interacción	30	97225216	3240840				
Total	59	614465536					

C.V.=16.27%

* = Significativo

** = Altamente significativo

N.S. = No significativo.

Los análisis presentaron significancia únicamente en los tratamientos del factor A, en el caso del factor B e interacción no presentaron ninguna significancia. Estos resultados

ponen de manifiesto que únicamente en la siembra de las variedades de arveja china existe diferencia altamente significativa entre sus rendimientos. Los programas de fertilización no tienen diferencia estadística en cuanto al rendimiento obtenido. El coeficiente de variación obtenida fue de 16.27 % indicando que los datos son confiables.

Debido a que en el cuadro anterior únicamente presento significancia estadística el factor A, se procedió a realizar la prueba de media de Tukey para tomar en consideración cual es el mejor tratamiento en el factor A.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para el rendimiento en kg/ha del factor A (variedades de arveja china) en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Variedades	Media	Prueba de media de Tukey
Goliat	15,178	A
Milagro	13,535	A
Kennedy	9,322	B
Oregon Po II	9,272	B
Mammot	8,009	B

Tukey (0.05%) 2812.62

En el cuadro cuatro se puede observar que estadísticamente se formaron dos grupos, el primero lo conforma la variedades Goliat y Milagro que presentaron un mejor rendimiento de 15,178 kg/ha y 13,535 kg/ha. Esto muestra el potencial que tiene estas variedades, su adaptabilidad en la zona de estudio; la variedad Goliat por categorizarse en una variedad gigante de alcanzar hasta los dos metros de altura produciendo dos flores entre nudo desde los 80 cm hasta alcanzar su máxima altura. Una de la principales características de la variedad milagro es el de producir brotes y por poseer dos flores entre nudo hizo que la producción se prolongara y el rendimiento aumente. El otro grupo estadístico lo conforma las variedad Kennedy, Oregon Po II y Mammoth que por razones de adaptabilidad sus rendimientos fueron menores con una diferencia de 4,000 kg. Estadísticamente se define que la variedad Goliat y Milagro son iguales y

se presentan como mejores alternativas para la producción en el municipio de Tecpán Chimaltenango.

7.2. CALIDAD EXPORTABLE

En el cuadro cinco se presentan los resultados de los rendimientos netos exportables que se obtuvieron de cada tratamiento después de la clasificación según los estándares de calidad de las empresas agroexportadoras.

Cuadro 5. Tratamientos de la calidad exportable en kg/ha de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Trat.	Factor A Var	Factor B Progr fert	I	II	III	IV	Total	Medias
T1	Mammoth	A	6672	5039	7541	5317	24569	6142
T2	Oregon Po II	A	7928	9582	8915	6212	32637	8159
T3	Milagro	A	11534	15585	12519	10491	50129	12532
T4	Kennedy	A	6764	9924	7318	8167	32173	8043
T5	Goliat	A	14331	14962	16511	13827	59632	14908
T6	Mammoth	B	7883	7510	7625	9475	32493	8123
T7	Oregon Po II	B	7928	7122	7619	6562	29231	7308
T8	Milagro	B	12304	8691	14120	13041	48156	12039
T9	Kennedy	B	9639	4445	9037	9139	32260	8065
T10	Goliat	B	13007	13739	16511	13124	56381	14095
T11	Mammoth	C	7940	6468	7345	7940	29694	7423
T12	Oregon Po II	C	6906	9001	8186	12362	36455	9114
T13	Milagro	C	10839	9918	15175	15501	51433	12858
T14	Kennedy	C	8150	7152	9588	9290	34179	8545
T15	Goliat	C	13857	12555	15740	12925	55078	13770
Total bloques			145682	141692	163750	153374	604498	151124

En el cuadro cinco se observa los resultados de los tratamientos en la evaluación de la calidad exportable, en el cual se observa que nuevamente los tratamientos cinco, 10 y 15 son los que presentaron mejores resultados en calidad exportable con rendimientos de 14,908, 14,095 y 13,770 kg/ha, en estos tres tratamientos con los mejores resultados están combinados la variedad Goliat y los programas de fertilización A, B y C

respectivamente. Los tratamientos 13, tres y ocho son los tres siguientes mejores, resultados de la combinación de la variedad Milagro y los programas de fertilización C, A y B con rendimientos de 12,858, 12,532 y 12,039 kg/ha respectivamente. Los siguientes tratamientos quedaron muy debajo de los ya mencionados con una diferencia promedio de 3,000 kg con rendimientos ubicados en rango de 9,000 a 6,000 kg/ha. Los resultados obtenidos en los tratamientos muestran que el potencial de las variedades y característica de sus vainas son los que han permitido obtener la calidad; los programas de fertilización ayudaron en el crecimiento y desarrollo del cultivo pero no en aumentar la calidad explotable. Derivado de los datos mencionados y expresándolo en porcentaje de calidad la variedad Goliat presentó un 94%, Milagro 92%, Mammoth 90%, Oregon Po II y Kennedy con 88% de calidad exportable.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la calidad exportable en kg/ha de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Fuentes de variación	G L	Sumas de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tab.		Signif.
					F0.05	F0.01	
Bloques	3	18847744	6282581	3.6603			
Factor A	4	460404224	115101056	67.0598	3.26	5.41	**
Error A	12	20596736	1716394				
Factor B	2	2109952	1054976	0.3370	3.32	5.39	NS
Error B	8	17203712	2150464	0.6870	2.27	3.14	NS
Interacción	30	93913088	3130436				
Total	59	613075456					

C.V.=17.57%

* = Significativo

** = Altamente significativo

N.S. = No significativo.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 17.57% indicando la variabilidad existente entre los datos obtenidos, considerandose adecuado por ser menor al 20 % permisible.

Se procedió al análisis de varianza para la calidad exportable de los tratamientos, obteniendo como resultado que solo en el factor A existe alta significancia estadística, mientras que en el factor B e interacción no existe ninguna significancia estadística. Esto indica que la calidad exportable depende en su totalidad de la variedad de arveja china utilizada y que para la calidad exportable no influye el programa de fertilización a utilizar.

Cuadro 7. Prueba de Tukey para la calidad exportable en kg/ha del factor A (variedades de arveja china) en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Variedades	Media	Prueba de media de Tukey
Goliat	14,257	A
Milagro	12,477	A
Kennedy	8,212	B
Oregon po II	8,194	B
Mammot	7,230	B

Tukey (0.05%) 2954.30

En el cuadro siete se presenta la prueba de tukey para la calidad exportable formando en el primer grupo estadístico la variedad Goliat con 14,257 kg/ha y la variedad Milagro con 12,477 kg/ha. Estos resultados fueron obtenidos por la forma y característica de sus vainas que son finas, no se encurvan (forma de c) y no se sobre maduran con rapidez obteniendo más calidad desde la primera hasta la última cosecha y por sus potenciales de rendimiento. El segundo grupo estadístico es conformado por la variedad Kennedy, Oregon Po II y Mammoth quedándose por debajo de las variedades ya mencionados con una diferencia de 4,000 kg/ha, que por la característica de la variedad y de sus vainas no se aprovecha ni se obtiene la misma calidad a lo largo de todo el ciclo reproductivo manchándose con más facilidad y deformándose (forma de c) en las ultimas cosechas recolectadas.

7.3. VIDA EN ANAQUEL

En el cuadro ocho se presentan los resultados de vida en anaquel expresados en días de cada uno de los tratamientos evaluados, fueron almacenadas a dos temperaturas diferentes. A temperatura de ambiente 18 °C y en cuarto frío con una temperatura de refrigeración de 4 °C.

Cuadro 8. Días de vida en anaquel de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Trat.	Factor A	Factor B	Temperatura de Almacenamiento 18° C Días a inicio de Deshidratación***	Temperatura de Almacenamiento 4° C Días a inicio de Deshidratación***
T1	Mammoth	A	5	21
T2	Oregon Po II	A	6	22
T3	Milagro	A	5	20
T4	Kennedy	A	6	22
T5	Goliat	A	5	20
T6	Mammoth	B	5	21
T7	Oregon Po II	B	6	22
T8	Milagro	B	5	20
T9	Kennedy	B	6	22
T10	Goliat	B	5	20
T11	Mammoth	C	5	21
T12	Oregon Po li	C	6	22
T13	Milagro	C	5	20
T14	Kennedy	C	6	22
T15	Goliat	C	5	20

***Días a inicio de deshidratación: flacidez en la vaina.

A temperatura de 18 °C los tratamientos que presentaron mejor resultados de vida en anaquel fueron los tratamientos dos, cuatro, siete, nueve, 12 y 14 con seis días, combinados con los tres programas de fertilización; en donde se observa que los programas no influyeron en los resultados de vida en anaquel sino específicamente los resultados fueron en base a las variedades y las características de sus vainas. Las variedades combinados en los seis tratamientos ya mencionadas fueron Oregon Po II y

Kennedy que presentaron resultados iguales. En el resto de tratamientos se deshidrataron las vainas a los cinco días.

A temperatura más baja que se simuló la temperatura de transporte del producto que es 4 °C, sobresalieron los mismos tratamientos mencionados en 18 °C por las características de sus vainas de ser carnosas; se observó indicios de deshidratación a los 22 días. Los tratamientos uno, seis y 11 presentaron un día menos de vida en anaquel combinado la variedad Mammoth y los programas A, B, C respectivamente. El resto de tratamientos presentaron dos días de diferencia de vida en anaquel presentándose con 20 días; en estos tratamientos están combinados la variedad Goliat y Milagro con los tres programas de fertilización que por poseer vainas más delgadas la deshidratación fue más rápida.

7.4. CURVA DE PRODUCCIÓN

La curva de producción fue elaborada por cada variedad para observar el comportamiento de la producción del cultivo basándose en el rendimiento y números de corte de cada variedad.

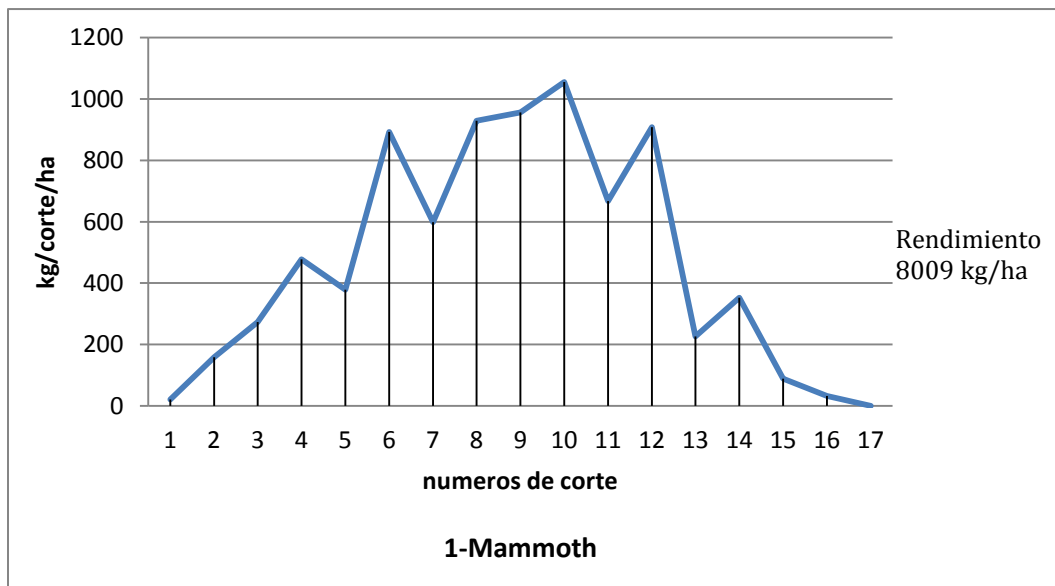


Figura 3. Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Mammoth, en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

En la figura tres se presenta la curva de producción de la variedad Mammoth. La curva de producción de esta variedad es poco regular, no asciende uniformemente y muestra como en una cosecha asciende y en otra desciende. El pico de producción fue en el corte 10 y concluye con su ciclo reproductivo con 17 cosechas.

En la figura cuatro se presenta la curva de producción de la variedad Oregon Po II. Esta curva de producción asciende rápida y uniformemente. El pico de producción es en el sexto corte y concluye su ciclo reproductivo con un número de 14 cosechas. Según el comportamiento de la curva de producción de esta variedad se puede considerar que es una variedad precoz en donde su ascenso hasta el pico de producción es rápido y desciende uniformemente.

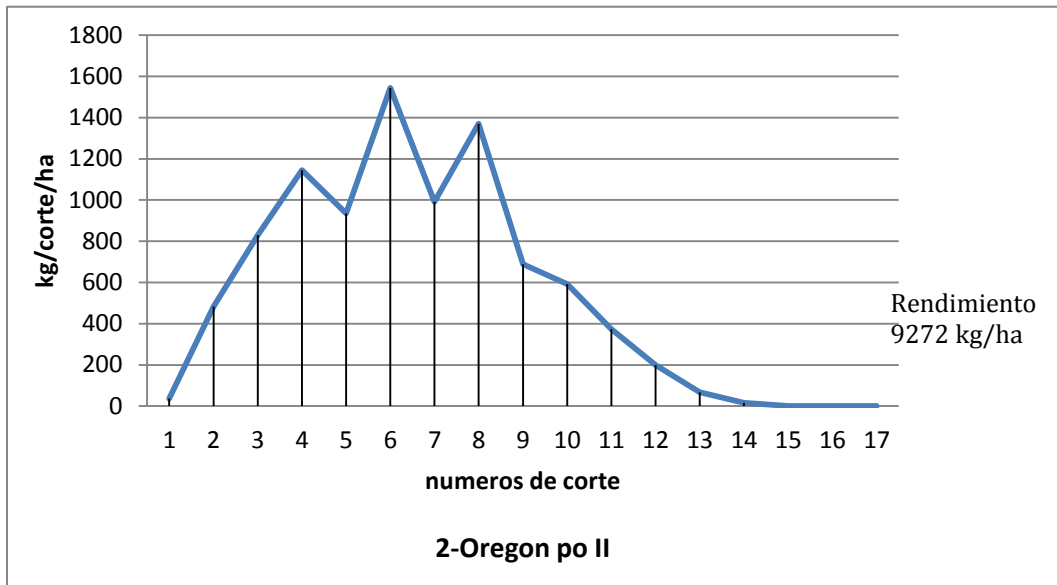


Figura 4. Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Oregon Po II, en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

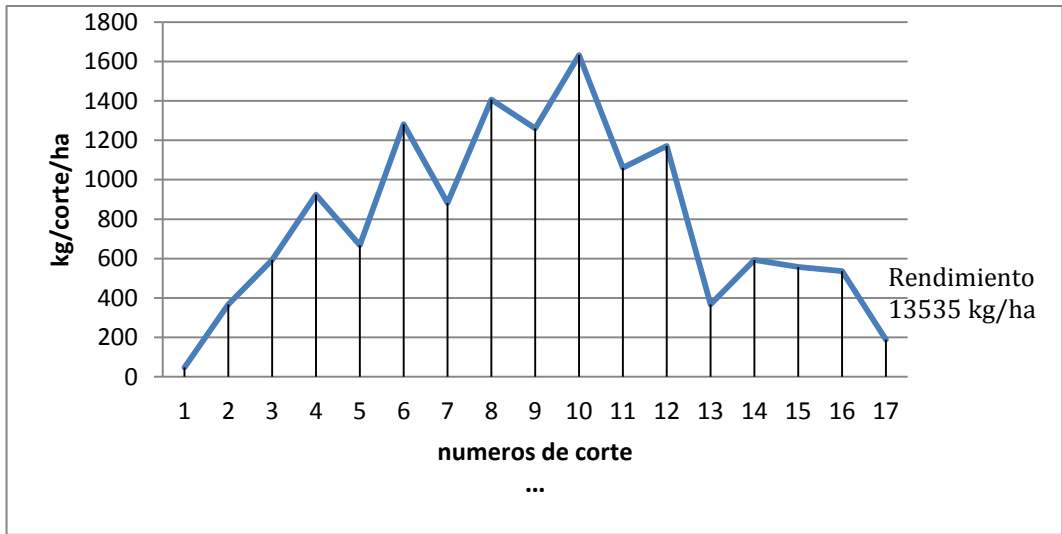


Figura 5. Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Milagro, en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

En la figura cinco se presenta la curva de producción de la variedad Milagro. La curva de producción de esta variedad asciende lenta y uniformemente con un ascenso y descenso cada corte. El pico de producción es en el decimo corte y concluye su ciclo reproductivo con un número de 17 cosechas. Según el comportamiento de la curva de producción de esta variedad se puede considerar que no es una variedad precoz pero si una curva de producción muy regular.

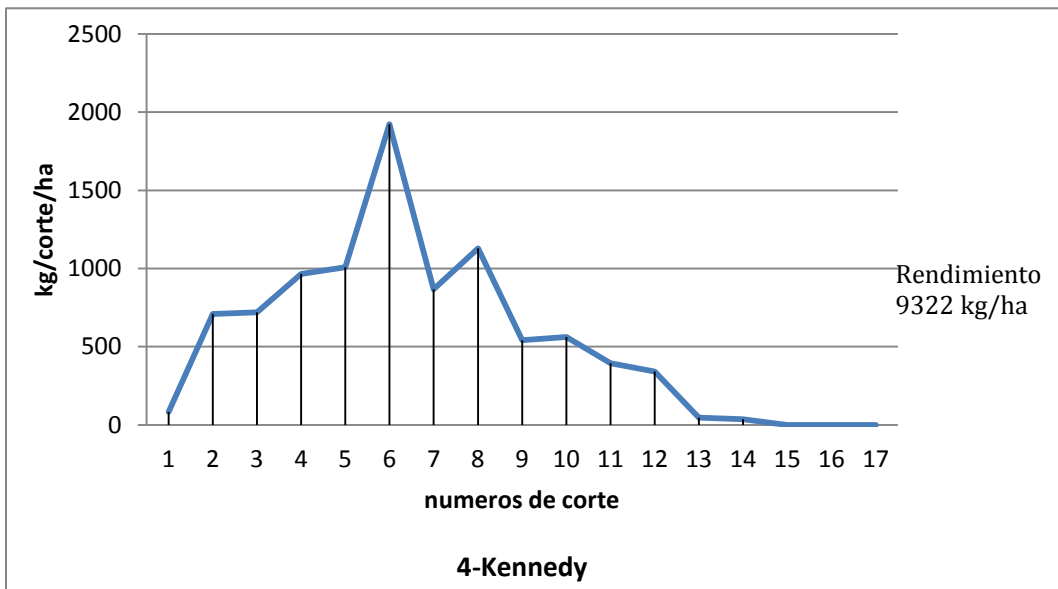


Figura 6. Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Kennedy, en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

En la figura seis se presenta la curva de producción de la variedad Kennedy. La curva de producción de esta variedad asciende rápidamente alcanzando en el corte número seis el pico de producción, este corte sobresale por mucho en la grafica dejando por debajo por mucho al corte anterior y posterior y concluye con su ciclo reproductivo con 14 cosechas. De acuerdo al número de corte en donde se obtiene el pico de producción y el número de cortes se considera una variedad precoz.

En la figura siete se presenta la curva de producción de la variedad Goliat. La curva de producción de esta variedad es poco regular, asciende hasta alcanzar el pico de producción en el corte número seis desde ahí presenta un descenso y se mantiene uniforme en los próximos cinco cortes, no tiene un descenso rápido sino que se mantiene hasta alcanzar un numero de 17 cortes.

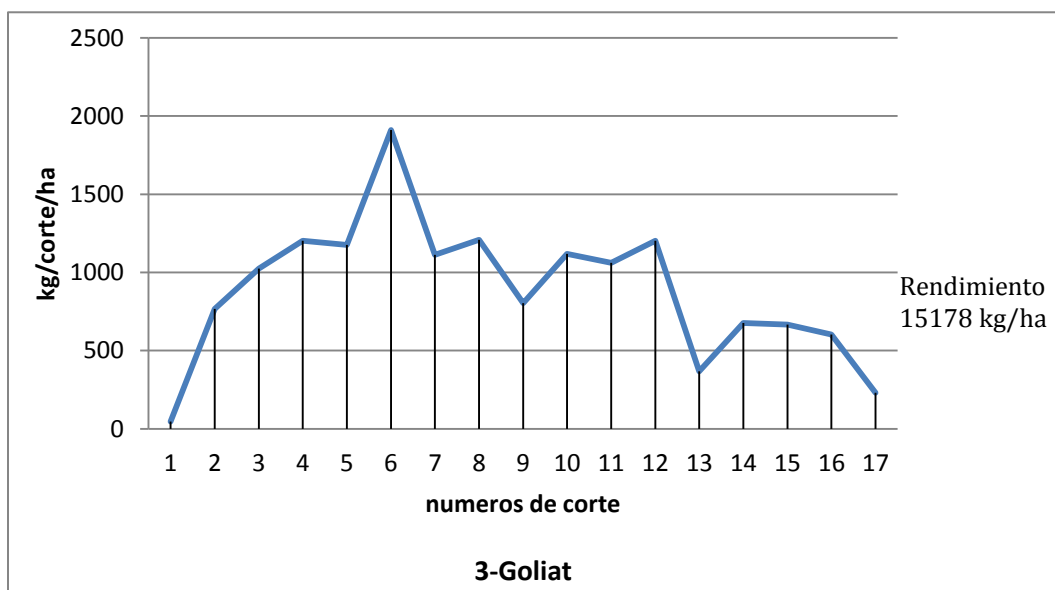


Figura 7. Curva de producción de arveja china en kg/ha de la variedad Goliat, en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

7.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 9. Costos e ingresos de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

T	Factor A	Factor B	Rend. kg/ha	Precio Q	Ingreso Q	Costos Q		Utilidad Q
						Variedad	Progr. fert.	
T1	Mammoth	A	6250.00	6	37500.00	47790.00	4956	-15246.00
T2	Oregon	A	8188.89	6	49133.33	45135.00	4956	-957.67
T3	Milagro	A	12522.22	6	75133.33	45135.00	4956	25042.33
T4	Kennedy	A	8066.67	6	48400.00	45135.00	4956	-1691.00
T5	Goliat	A	14883.33	6	89300.00	47790.00	4956	36554.00
T6	Mammoth	B	8000.00	6	48000.00	47790.00	8452	-8242.00
T7	Oregon	B	7455.56	6	44733.33	45135.00	8452	-8853.67
T8	Milagro	B	12138.89	6	72833.33	45135.00	8452	19246.33
T9	Kennedy	B	8066.67	6	48400.00	45135.00	8452	-5187.00
T10	Goliat	B	14100.00	6	84600.00	47790.00	8452	28358.00
T11	Mammoth	C	7375.00	6	44250.00	47790.00	7965	-11505.00
T12	Oregon	C	8922.22	6	53533.33	45135.00	7965	433.33
T13	Milagro	C	12650.00	6	75900.00	45135.00	7965	22800.00
T14	Kennedy	C	8555.56	6	51333.33	45135.00	7965	-1766.67
T15	Goliat	C	13838.89	6	83033.33	47790.00	7965	27278.33

En el cuadro nueve se detalla el rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados, también el precio promedio por kilogramo en el tiempo actual. Los costos variaron en cuanto a variedad por categorizarse en variedades gigantes y enanas y en los costos de los programas de fertilización utilizada por la formulación y cantidad aplicado. A través de los ingresos y costos se pudo obtener la utilidad por tratamiento.

Cuadro 10. Análisis económico de la evaluación de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

Tratamientos	Factor A	Factor B	RB/C	Rentabilidad
T5	Goliat	A	0.69	69
T10	Goliat	B	0.50	50
T3	Milagro	A	0.50	50
T15	Goliat	C	0.49	49
T13	Milagro	C	0.43	43
T8	Milagro	B	0.36	36
T12	Oregon po II	C	0.01	1
T2	Oregon po II	A	-0.02	-2
T14	Kennedy	C	-0.03	-3
T4	Kennedy	A	-0.03	-3
T9	Kennedy	B	-0.10	-10
T6	Mammoth	B	-0.15	-15
T7	Oregon po II	B	-0.17	-17
T11	Mammoth	C	-0.21	-21
T1	Mammoth	A	-0.29	-29

Mediante el análisis económico en el cuadro diez están ordenados los tratamientos desde el que presentó los mayores resultados al menor y se estableció que el mejor tratamiento fue la combinación de la variedad Goliat con el programa de fertilización A presentando una relación beneficio costo de 0.69 y una rentabilidad de 69%. El segundo tratamiento con mejores resultados es la combinación de la variedad Goliat y el programa de fertilización B con una relación beneficio costo de 0.50 y 50% de rentabilidad. Todos los tratamientos combinados con la variedad Goliat y Milagro presentaron una relación B/C y rentabilidad positiva y solo un tratamiento con la variedad Oregon Po II combinados con los tres programas de fertilización presentaron la relación B/C y rentabilidad positiva. Esto confirma los resultados estadísticos obtenidos que solo existió significancia estadística en las variedades de arveja china.

Los tratamientos combinados con la variedad Kennedy, Mammoth y dos tratamientos con Oregon Po II presentaron resultados negativos que van desde el rango de relación B/C y rentabilidad de -0.20 a -0.29 y -2 a -29 combinados con los tres diferentes

programas de fertilización; indicando que en estos tratamientos no se generan utilidades por las variedades combinadas en ellas.

Cuadro 11. Resumen de variables evaluados de cinco variedades de arveja china con tres programas de fertilización en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, 2014.

T	Rendimiento	Calidad exp	Vida en anaquel		No. de cortes	Rentabilidad
	kg/ha	kg/ha	18° C	4° C		
1	6961	6142	5	21	15	-21
2	9245	8159	6	22	14	-2
3	13608	12532	5	20	17	50
4	9135	8043	6	22	15	-3
5	15766	14908	5	20	17	69
6	8820	8123	5	21	14	-15
7	8489	7308	6	22	14	-17
8	13198	12039	5	20	17	36
9	9119	8065	6	22	13	-10
10	14978	14095	5	20	18	50
11	8237	7423	5	21	13	-21
12	10080	9114	6	22	14	1
13	13797	12858	5	20	17	43
14	9710	8545	6	22	14	-3
15	14789	13770	5	20	17	49

En el cuadro 11 se observa el resumen de todas las variables de este trabajo de investigación, donde se observa que los mejores tratamientos son los que presentaron mejor rendimiento junto con estos un mayor porcentaje de calidad exportable, estos tratamientos fueron 15, 10, 5; en éstos está combinado únicamente la variedad Goliat con los tres programas de fertilización seguidos los tratamientos 13, 3, 8 combinados la variedad Milagro y los tres programas de fertilización; estos tratamientos también presentaron el mayor números de cortes con un total de 17 y los que presentan una rentabilidad positiva. En cuanto a la vida de anaquel los tratamientos no mencionados (1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 14) son los que se presentan con mayores días esto se debe a que sus vainas son más carnosas pero su rendimiento es menor y esto da como resultado una rentabilidad negativa indicando que no se recupera lo que se invierte por su rendimiento.

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis realizado, las pruebas de medias indican que dos variedades de arveja china fueron muy superior en el rendimiento de sus vainas; las variedades fueron Goliat y Milagro con una media de rendimiento de 15,178 y 13,535 kg/ha respectivamente. Sin embargo después de realizada la prueba de medias, estos tratamientos son estadísticamente iguales.

Las variedades que presentaron medias superiores en rendimiento se presentan como variedades con mejores porcentajes de calidad exportable. Después de la clasificación con los estándares de calidad exigidos por las empresas agroexportadoras la variedad Goliat y Milagro presentaron una media de 14,257 y 12,477 kg/ha de calidad exportable; representando un porcentaje de 94% y 92% respectivamente. Sin embargo después de realizada la prueba de medias, estos tratamientos son estadísticamente iguales.

La vida en anaquel fue evaluada a dos temperaturas 4 °C y 18 °C, el tratamiento dos, cuatro, siete, nueve, 12, 14 se presentaron superiores con 22 y seis días respectivamente. Combinados en ella los tres programas diferentes de fertilización y combinados con únicamente la variedad Oregon Po II y Kennedy que conservaron mayor tiempo las características físicas de las vainas por ser más carnosas, por consecuencia se acepta la hipótesis alternativa tres.

Mediante el análisis económico se estableció que los tratamientos que presentaron una media superior son los tratamientos que reportan un mejor resultado económico, el tratamiento cinco (Goliat + programa A) con una relación B/C de 0.69 y rentabilidad de 69%.

IX. RECOMENDACIONES

Según las condiciones edafoclimáticas del lugar de estudio y su adaptabilidad, se recomienda la producción del cultivo de arveja china utilizando las variedades Goliat y Milagro que presentaron un buen potencial de rendimiento, un excelente porcentaje de calidad exportable, mayores relación/beneficio costo y rentabilidad.

Los programas de fertilización no presentaron significancia estadística pero se recomienda que siempre lleve consigo la aplicación de materia orgánica por los múltiples beneficios químicos y físicos tanto para el cultivo como para el suelo.

Se recomienda la evaluación de diferentes fuentes de materia orgánica y dosis para aumentar el rendimiento del cultivo de arveja.

La evaluación de diferentes tipos de materia orgánica para el cultivo de arveja china.

Para una mayor vida en anaquel utilizar las variedades Oregon Po II y Kennedy.

Por los resultados obtenidos de rendimiento y calidad exportable, las variedades Goliat y Milagro son las mejores alternativas de producción de arveja en la zona de estudio.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrosemillas S. A. (2013). Arveja china.

Álvarez, V.; Gustavo, G.; Villatoro, C y Eduardo, H. (1995). Guía práctica para el cultivo de arveja china.

Calderón, B. y Dardón, A. (2000). Manejo integrado del cultivo de arveja china. Guatemala, ICTA / MAGA / FAO.

Calderón, L.; Dardón, D.; Márquez, J.; Del Cid, M. (2000). Manejo Integrado del Cultivo de Arveja China. ICTA-MITAC.

De la Cruz, J. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal.

Disagro. (2005). Manual técnico. Guatemala.

España, G. (1998). Caracterización de los síntomas y estudio de la distribución del hongo *Leptosphaerulina* sp. en el cultivo de arveja china en el altiplano central de Guatemala. ICTA, USAC.

Estrada, L. (2007). Fertilización de arveja china.

Filippi, G. (1993). Evaluación de dos densidades de siembra y respuesta a diferentes programas de fertilización en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) var. Sugar Snap, en el municipio de Santiago Sacatepequez, Departamento de Sacatepequez. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos, Guatemala.

Fuentes, R. (1999). Evaluación de fertilización al suelo con cobertura depolietileno y su efecto sobre mosca minadora y trips en arveja china, (*Pisum sativum*), Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL.

García, C. y Edgar, C. (1992). Manejo racional de plagas en arveja china.

García, C.; Calderón y Álvarez. (1993). Control de trips y mosca minadora para reducir la incidencia de manchas de la vaina en arveja china. Proyecto MIP, ICTA, CATIE, ARF. Guatemala.

Hidropozos S. A. (2010). Estudio hidrogeológico para la selección de un sitio para la perforación de un pozo mecánico para el proyecto de riego Xenimajuyú, Tecpán Guatemala, Chimaltenango.

Insivumeh. (2010). Promedios mensuales y anuales de temperatura máxima en grados centígrados. Estación Santa Cruz Balanya. Insivumeh. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/CHIMALTENANGO/Balanya/Temp%20Maxima%20Pro%20BALANYA.htm>.

Linares, H. (2007). Arveja china. Ficha 31 UE

López, P. (1998). Determinación del agente que causa la lija en las vainas de arveja china. (*Pisum sativum* L) Altiplano central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL.

Lyndon, E. (2012). Producción intensiva de arveja (*Pisum sativum*) var. remate para vaina verde y grano seco en la localidad de San Lorenzo, Jauja. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional del Centro de Perú, Perú.

MacVean, C. y Pérez, R. (1997). Un reconocimiento taxonómico de especies de mosca minadora (*Agromyzidae*) en arveja china del altiplano central de Guatemala. IPM CRPS-CATIE-ICTA, Universidad del Valle de Guatemala.

- Miguel, M. (2006). Diagnóstico de adopción de tecnología para el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L., Fabaceae), Aldea Joya Grande, Zaragoza, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL.
- Nazareno, H. (1989). Leguminosas. Tomo 1. Editorial Multimundo.
- Ramírez, G. (2012) Legumbre imperial. Artículo Prensa libre.
- Rivera, E. (2001). Evaluación de tres sustancias fertilizantes desecantes aplicadas al suelo para reducir la prepupa de mosca minadora Liriomza en Arveja China (*Pisum sativum* L.), Chimaltenango. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Guatemala, URL
- Salisbury, F. y Ross, C. (1998). Fisiología de las plantas.
- Sandoval, J. (2001). Producción orgánica de arveja china en dos localidades del altiplano de Guatemala.
- Sandoval, J. y Sánchez, G. (2007). Manual de pre-inspección para la producción de arveja china y dulce en Guatemala, Guatemala.
- San Juan Agroexprt. (2013). Aseguramiento de calidad e inocuidad.
- Saravia, M. (1988). Cultivo y exportación de arveja china de Guatemala. Facultad de Ciencias Agrícolas. Guatemala, URL.
- Terranova. (2001). Producción Agrícola 1. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia.
- Tisdale, L. y Nelson, W. (1982). Fertilidad de suelos y Fertilizantes. UTEHA. México.

Torrebiarte, C. (1992). La producción de arveja china en Guatemala.

Valenzuela, M. (1997). La diferenciación en el comercio internacional: el caso de la arveja china en Guatemala. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Rafael Landívar (URL). Guatemala.

Ventura, G. (2000). Evaluación de Épocas y Dosis de Fertilización Foliar Sobre el Rendimiento de Chile Chocolate (*Capsicum annun* L) en La Fragua Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC.

Victor, G. (2012). Cultivo de arveja china y dulce. Productor de semillas S. A.

William, M. (2011). Análisis de la cadena de valor del sector agroexportador de arveja china (*Pisum sativum* L, Fabaceae; Fabales) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL

XI. ANEXOS

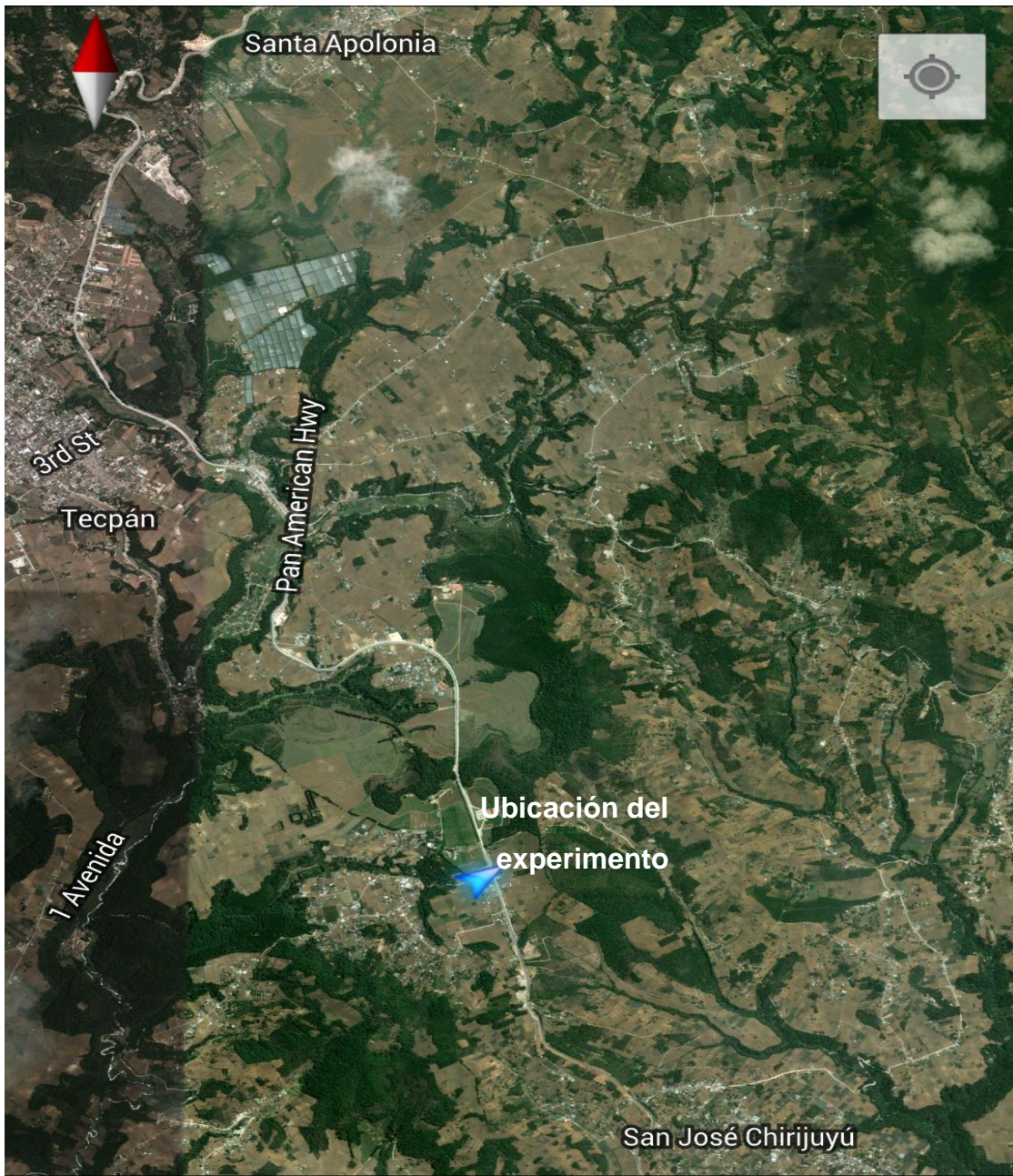


Figura 8. Ubicación del experimento.



Figura 9. Plantación de arveja china.



Figura 10. Vainas del cultivo de arveja china.



Figura 11. 100 vainas por tratamiento para evaluar vida en anaquel.