

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**“EFECTO DE PODAS Y DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE ARVEJA
CHINA (*Pisum sativum* L.) BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS EN LA PAZ
(COMUNIDAD OCOMISTO)”**

JUAN LUIS GOMEZ CALLE

La Paz - Bolivia

2013

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EFECTO DE PODAS Y DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE ARVEJA
CHINA (*Pisum sativum* L.) BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS EN LA PAZ
(COMUNIDAD OCOMISTO)”**

Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

JUAN LUIS GOMEZ CALLE

Asesores:

Ing. Agr. Hugo Bosque Sánchez

Tribunal Examinador:

Ing. Agr. Freddy Porco Chiri

Ing. Agr. René Calatayud Valdez

Ing. Agr. Víctor Paye Huaranca

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

.....

La Paz - Bolivia

2013

*“Cuando se aspira a la realización de grandes cosas, las pequeñas se hacen con felicidad,
pero cuando se aspira solo a hacer las pequeñas, aún éstas se hacen difíciles”*

Dedicatoria

A Dios por haberme permitido llegar a esta instancia y haberme dado salud para lograr este objetivo.

Con amor y respeto a mis padres Juan Gómez I. y Angélica Calle H., por la confianza, el amor y la educación que supieron inculcarme, a mis hermanos Corina, Janeth, Gustavo, Jhovana e Iván y a todos mis tíos por su apoyo incondicional.

Uno en especial a Sonia y Camila que son mis amores.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por brindarme salud, fuerza y valor para completar este trabajo.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por el conocimiento inculcado durante mi vida universitaria.

A mi familia que me apoyo durante todos estos años de estudio, en especial a mis padres Juan Gomez I. y Angelica Calle H. por el sacrificio que hicieron para que pueda estudiar y concluir este trabajo.

A mis hermanos Corina y Bernardo, Janeth y Eduin, Gustavo, Jhovana, Iván por todo el apoyo y la paciencia que tuvieron para conmigo.

A todos mis tíos, primos y sobrinos que me apoyaron a lo largo de mis estudios, GRACIAS!

Un agradecimiento muy especial a mis queridos suegros Isidoro Quispe, Salomé Pérez y a mis cuñados Eduardo Quispe, Vilma Quispe y Álvaro Quispe por la comprensión y apoyo incondicional que me brindaron.

A mi asesor Ing. Hugo Bosque Sánchez por las sugerencias, consejos, la colaboración incondicional, la amistad y la paciencia puesta para que este trabajo de investigación se haya podido concluir.

Mis sinceros agradecimientos a los miembros del Comité Revisor: Al Ing. Agr. Freddy Porco Chiri por compartir todo su conocimiento y sobre todo su amistad.

Al Ing. Agr. René Calatayud Valdez por su tiempo y por las contribuciones a este trabajo de investigación.

Al Ing. Agr. Víctor Paye Huaranca por la colaboración desinteresada.

Al Ing. Agr. Valerio Ticona Mamani por haberme facilitado los ambientes de la carpa solar para la realización de campo de esta investigación.

A mis queridos amigos: Einar Quisberth (†) (cueros), Franz Huallpa (virus), Juan Diego Espinoza (jambao), Jaime Quispe (kayo), José Luis Espejo (jochi), David Guzman (bomba), Raúl Pinto (brutus), Raúl Mamani (conan), Joel Calle (jou), Diego Cruz (pelusa), Juan Paco (chino), Pablo Sinka (cabezas), Williams Maceda (pincho), Emilio Segales, Benjo Quispe, a mis amigas Betty Lopez, Adriana Espinoza, Francis Quijua, Elena Quispe, Rosmery Serrano, gracias por su amistad!

En especial con todo mi amor a Sonia Quispe y a mi bebita Camila por el amor, apoyo, la fuerza y el valor que me brindaron para que pueda concluir este trabajo. Muchas Gracias mis amores!!!

CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE.....	v
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE GRAFICOS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos Específicos	4
2.3 Hipótesis	4
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Origen	5
3.2 Importancia	5
3.3 Taxonomía de arveja china	6
3.4 Variedades cultivadas	7
3.5 Morfología de arveja china	8
3.5.1 Sistema radicular	8
3.5.2 Tallo.....	9
3.5.3 Hojas	9
3.5.4 Flores	9
3.5.5 Fruto	10
3.5.6 Fenología del cultivo de arveja china	10
3.5.6.1 Etapa germinación-emergencia.....	10
3.5.6.2 Etapa de desarrollo vegetativo	10
3.5.6.3 Inicio de floración y cosecha	11
3.6 Requerimientos del cultivo de arveja china	11
3.6.1 Temperatura	11
3.6.2 Humedad	11
3.6.3 Altura	12
3.6.4 Suelo	12
3.6.5 Requerimiento de nitrógeno.....	12

3.6.6	Requerimiento de fósforo.....	12
3.6.7	Requerimiento de potasio	13
3.7	Manejo del cultivo	13
3.7.1	Época de establecimiento de cultivo	13
3.7.2	Propagación	14
3.7.3	Cultivo de plantines por semilla	14
3.7.4	Pre-tratamiento de semillas	14
3.7.5	Preparación de las camas semilleros.....	14
3.7.6	Siembra	15
3.7.7	Densidades de siembra	15
3.7.8	Labores culturales	16
3.7.8.1	Riego	16
3.7.8.2	Fertilización	16
3.7.8.3	Tutores.....	17
3.7.8.3.1	Tipos de tutores	18
3.7.8.4	Eliminación de malezas.....	19
3.7.8.5	Manejo de rastrojos.....	19
3.7.8.6	Asociación de cultivos	19
3.7.8.7	Rotación de cultivos	20
3.7.8.8	Cosecha de arveja china	20
3.7.9	Cosecha y requisitos de calidad de arveja china	21
3.7.9.1	Recolección de campo	21
3.7.9.1.1	Factores ambientales	22
3.7.9.1.2	Factores de mercadeo interno	22
3.7.10	Poscosecha	22
3.7.10.1	Formas de comercializar arveja china	23
3.7.10.1.1	Producto fresco	23
3.7.10.1.2	Producto congelado	23

3.8 Plagas y enfermedades	23
3.8.1 Plagas	23
3.8.1.1 Trips.....	24
3.8.1.2 Mosca minadora.....	25
3.8.1.3 Guzanos trozadores o cortadores	25
3.8.1.4 Áfidos o pulgones.....	25
3.8.2 Enfermedades	26
3.8.2.1 El hongo fusarium sp.....	26
3.8.2.2 El hongo rhizoctonia sp	26
3.8.2.3 El hongo ascochita sp	27
3.8.2.4 El hongo oidium	27
3.8.2.5 Manejo Integrado de las Plagas (MIP)	27
3.9 Poda en arveja china	29
3.9.1 Efectos de la poda en arveja china	30
3.9.1.1 Efectos de poda en fructificación.....	30
3.9.1.2 Efectos de la poda en el crecimiento	30
3.9.2 Efectos fisiológicos de la poda.....	31
3.9.2.1 Efectos en la edad	31
3.10 Distancia de siembra	31
3.11 Ambientes atemperados (Carpa solar).....	32
3.11.1 Material de recubrimiento.	32
3.11.2 Orientación	32
3.11.3 Anhídrido carbónico (CO ₂)	33
3.11.4 Variables micro climáticas en carpa solar	33
3.11.4.1 Temperatura	33
3.11.4.2 Humedad relativa	34
3.11.4.3 Luminosidad.....	34
3.11.4.5 Ventilación	35
IV. MATERIALES Y MÉTODO	36

4.1 LOCALIZACIÓN.....	36
4.1.1 Ubicación geográfica	36
4.1.2 Características agroecológicas de la zona.....	36
4.1.3 Precipitación	36
4.1.4 Temperatura	36
4.1.5 Fisiografía y vegetación	37
4.2 MATERIALES	37
4.2.1 Material vegetal	37
4.2.2 Materiales de campo	37
4.2.3 Material de gabinete	37
4.2.4 Equipos	38
4.3 METODOLOGÍA	38
4.3.1 Procedimiento experimental	38
4.3.1.1 Preparación del terreno.....	38
4.3.1.2 Toma de muestras del suelo	38
4.3.1.3 Análisi físico químico del sustrato.....	39
4.3.1.4 Siembra.....	39
4.3.1.5 Riego	40
4.3.1.6 Poda	40
4.3.1.7 Labores culturales.....	40
4.3.1.8 Temperaturas.....	41
4.3.1.9 Cosecha o recolección	43
4.3.1.10 Post-cosecha	43
4.3.2 Diseño experimental.	43
4.3.2.1 Modelo aditivo lineal.....	43
4.3.2.2 Factores de estudio.....	44
4.3.2.3 Formulación de tratamientos.....	44
4.3.2.4 Croquis de la parcela experimental	45

4.4 Variables de respuesta	45
4.4.1 Días a la emergencia	45
4.4.2 Días a la floración	45
4.4.3 Días a la cosecha	46
4.4.4 Número de flores	46
4.4.5 Número de vainas.....	46
4.4.6 Longitud de vaina	46
4.4.7 Peso de vaina verde	46
4.4.8 Rendimiento	46
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES	47
5.1 Análisis estadístico	47
5.1.1 Días a la emergencia	47
5.1.2 Días a la floración	48
5.1.3 Días a la cosecha	51
5.1.4 Número de flores	54
5.1.5 Número de vainas.....	56
5.1.6 Longitud de vaina	58
5.1.7 Peso verde	61
5.1.8 Rendimiento	62
5.2 Análisis económico	65
5.2.1 Costos parciales	65
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	72
VIII. LITERATURA CITADA	73

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional de 100 gramos de arveja china	6
Cuadro 2. Requerimientos de macro nutrientes para arveja china	17
Cuadro 3. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo	41
Cuadro 4. Croquis de la parcela experimental	45
Cuadro 5. Análisis de varianza para días a la emergencia	47
Cuadro 6. Análisis de varianza para días a la floración	49
Cuadro 7. Análisis de varianza para días a la cosecha	51
Cuadro 8. Análisis de varianza para el número de flores	54
Cuadro 9. Análisis de varianza para número de vainas.....	56
Cuadro 10. Análisis de varianza para longitud de vaina	58
Cuadro 11. Análisis de varianza de efecto simple para interacción de distancia de siembra y poda	59
Cuadro 12. Análisis de varianza para peso verde	61
Cuadro 13. Análisis de varianza para el rendimiento	62
Cuadro 14. Análisis de costos parciales.....	66
Cuadro 15. Análisis de costos, relación Beneficio/Costo.....	69

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo.	42
Gráfico 2. Promedio de días a la floración alcanzada por el cultivo de arveja china en las tres distancias de siembra	50
Gráfico 3. Promedio de días a la cosecha alcanzada por el cultivo de arveja china en podas.	53
Gráfico 4. Promedio de número de flores alcanzada en las tres distancias de siembra	55
Gráfico 5. Promedio de número de vainas alcanzada por el cultivo en podas.	57
Gráfico 6. Efectos simples para la interacción de distancia de siembra y poda	60
Gráfico 7. Promedio de rendimiento alcanzado por el cultivo en distancia de siembra.	64
Gráfico 8. Curva de utilidad neta del cultivo arveja china	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Poda en arveja china	85
Figura 2. Días a la emergencia	85
Figura 3. Tutorado de arveja china.....	86
Figura 4. Días a la floración	86
Figura 5. Días a la cosecha.....	87
Figura 6. Número de flores	87
Figura 7. Número de vainas.....	88
Figura 8. Longitud de vaina.....	88
Figura 9. Peso de vaina	89
Figura 10. Rendimiento de la arveja china	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1. Ubicación Geográfica	78
Anexo 2. Análisis físico-químico de suelo	79
Anexo 3. Registro de temperaturas.....	80
Anexo 4. Registro de datos	81
Anexo 5. Fotos del cultivo	85

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la comunidad de Ocomisto, ubicado en el cantón de Achocalla, de la provincia murillo del departamento de La Paz durante los meses de marzo a abril del 2010 donde se evaluó el efecto de poda; uno sin poda que es el testigo, poda a los 25, 45 y 65 días después de la siembra y distancias de siembra (20, 30 y 40 cm) en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) en carpas solares.

La arveja china es una especie que es de consumo en vaina fresca, a diferencia de la arveja común, ésta no tiene endocarpo (hilo), así mismo es un excelente forraje, por otro lado es un mejorador de suelo por la fijación de nitrógeno atmosférico.

El diseño experimental usado fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con tres bloques y doce tratamientos, el factor de bloqueo fue la temperatura.

Las variables de respuesta fueron: días a la emergencia, días a la floración, días a la cosecha, numero de flores, numero de vainas, longitud de vaina, peso verde y rendimiento, también se llevo a cabo el registro de temperaturas dentro del ambiente.

En cuanto al rendimiento, se pudo observar que la distancia 20 cm es la que obtuvo el mejor rendimiento (34130 kg/ha) y la más baja con (20310 kg/ha) la distancia 40 cm entre plantas.

Desde el punto de vista económico todos los tratamientos reflejaron valores positivos mayores a 1, por lo cual el cultivo se considera rentable, obteniéndose mayores beneficios con el tratamiento T_1 (D_1P_0) un valor de $B/C = 3.90$; notándose también que el menor beneficio económico obtenido fue con el tratamiento T_{10} (D_3P_3) 1.77, concluyendo que todos los tratamientos llegan a cubrir los gastos realizados.

ABSTRACT

The present research was conducted in Ocomisto community, located in the canton of Achocalla, Murillo province of La Paz department during the months of March and April 2010 that evaluated the effect of pruning, one without pruning is the witness, pruning at 25, 45 and 65 days after sowing and planting distances (20, 30 and 40 cm) in the cultivation of snow peas (*Pisum sativum* L.) in greenhouses.

The snow peas is a species which is consumed in fresh pod, unlike common vetch, it has no endocarp (wire), also is an excellent fodder, on the other hand is a soil improver for fixing atmospheric nitrogen.

The experimental design was a randomized complete block with split plot arrangement with three blocks and twelve treatments, the blocking factor was the temperature.

The response variables were: days to emergence, days to flowering, days to harvest, number of flowers, number of pods, pod length, fresh weight and performance, also took out the record of temperature in the atmosphere.

Performance-wise, it was observed that the distance is 20 cm which had the best performance (34 130 kg / ha) and the lowest at (20 310 kg / ha) distance 40 cm between plants.

From the economic standpoint all treatments showed positive values greater than 1, whereby the culture is considered profitable to yield greater benefits in T1 (D1P0) a value of $B / C = 3.90$; noticing the minor benefit also was obtained economic T10 treatment (D₃P₃) 1.77, concluding that all treatments even cover the costs incurred.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen diferentes leguminosas que son consideradas en la dieta diaria para el consumo humano, desde el punto de vista alimenticio, su alto contenido de proteína, digestibilidad, balance de aminoácidos y energía proporcionada por sus carbohidratos, hacen que esta leguminosa sea un alimento de alto valor para la alimentación humana y animal.

Calderón *et al.* (2000), indican que la arveja china (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa de exportación no tradicional en Centro América, y que tiene amplia aceptación en mercados externos como Estados Unidos, Canadá y Europa.

Es cultivada para el consumo de vainas; estas resultan comestibles por no presentar endocarpio (hilo), a diferencia de la arveja que tradicionalmente se consume.

Esta arveja es una leguminosa que tiene vitaminas, minerales y una excelente fuente de fibra, el órgano de consumo es la vaina inmadura. Por otro lado este cultivo por ser leguminosa es un mejorador del suelo por la incorporación de nitrógeno atmosférico por fijación bacteriana.

En la región del Altiplano Norte de Bolivia donde existe una baja producción de leguminosas como las de vaina a campo abierto es debido a condiciones climáticas no favorables y una baja fertilidad de los suelos.

Una alternativa para aumentar la producción de leguminosa es el empleo de carpas solares que permiten una producción intensiva todo el año, donde el principal problema que existe en estos ambientes protegidos (carpas solares) es el alto costo de construcción.

Para solucionar este problema es necesario incentivar la producción de nuevos cultivos como la arveja china que tiene las características necesarias para su desarrollo fisiológico en carpas solares, donde permita obtener beneficios económicos.

La carpa solar, ubicada en la comunidad Ocomisto, cuenta con una extensión de 144 m², cuyo costo de construcción es de 1080 dólares americanos, por consiguiente el metro cuadrado de construcción se valúa en aproximadamente llegando a costar 7.5 dólares americanos el m². La duración proyectada por las características técnicas del material con las que fueron construidas (agrofilm, vigas, sistema de riego) es de aproximadamente 6 años.

Por los elevados costos fijos que implica producir bajo ambientes protegidos, en los espacios reducidos que estos poseen es necesario optimizar los rendimientos de producción de especies promisorias, bajo esta situación se tiene que buscar cultivos rentables, especies de alto valor económico y ciclos vegetativos cortos, tal es el caso de la arveja china.

En tal sentido con el trabajo de investigación se pretende evaluar el comportamiento agronómico de la arveja china bajo tres etapas de poda en tres distancias de siembra donde se pretende optimizar y mejorar el aprovechamiento de los espacios internos de este ambiente protegido.

El trabajo de investigación pretende optimizar e incrementar los rendimientos que se obtienen de las carpas solares con la producción de arveja china, de esta manera obtener mayores recursos. Donde los costos de producción de especies olerícolas tradicionales no cubre los costos de construcción y mantenimiento; por lo que es necesario la incursión de leguminosas que tengan una mayor rentabilidad económica como el presente cultivo, cuya producción goce de buenos ingresos, de creciente aceptación y demanda de mercados internos y externos.

Agronómicamente esta arveja, es una especie que puede ser utilizada en una adecuada rotación de cultivos, ya que como leguminosa puede contribuir al mejoramiento de la fertilidad de los suelos disminuyendo los requerimientos de fertilidad nitrogenada del cultivo subsiguiente ya que otros cultivos no aportan nitrógeno al suelo como este cultivo.

Existe poca información científica sobre este cultivo es por eso que el presente trabajo de investigación generará información científica, la misma servirá de referencia a los productores y a otros sectores involucrados en el tema, ya que estará a disposición para que tengan mayores conocimientos acerca de este cultivo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de poda y distancias de siembra en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) en ambientes protegidos, en la comunidad Ocomisto, La Paz.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar el efecto de las podas en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.).
- Evaluar el efecto de las tres distancias de siembra en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.).
- Comparar la interacción de tres podas y tres distancias de siembra en el comportamiento agronómico de arveja china (*Pisum sativum* L.).
- Analizar costos parciales de los tratamientos.

2.3 Hipótesis

- El efecto de podas en diferentes etapas del desarrollo de la arveja china (*Pisum sativum* L.) son los mismos.
- El efecto de las tres distancias de siembra en arveja china (*Pisum sativum* L.) son similares.
- La interacción de tres podas bajo tres distancias de siembra de la arveja china (*Pisum sativum* L.), no afectan el comportamiento agronómico.
- No existen diferencias en los costos parciales de los tratamientos.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen

Krarpup (1993), señala que es originario de la amplia zona comprendida entre el Mediterráneo, el medio Oriente y el Suroeste de Asia. Es un cultivo muy antiguo; incluso referencias indican que el cultivo de arveja china para fruto (legumbre o vaina), sería previo al orientado a la producción de grano (semilla).

Calderón *et al.* (2000), mencionan que la arveja china es conocida como guisante o chícharo. Esta legumbre es originaria del Mediterráneo y África Oriental, aunque algunos autores señalan que la arveja china es originaria de Europa. Es una leguminosa que se utiliza tanto para el consumo de vaina y grano cuando esté en estado tierno.

3.2 Importancia

La arveja china se cultiva ampliamente con el objeto de aprovechar tanto la semilla como la vaina (Montes, 1993).

Calderón *et al.* (2000), indican que la arveja china es una leguminosa de amplia aceptación en los mercados internacionales, especialmente en Estados Unidos, Canadá y Europa, los mismos que en la actualidad están generando grandes divisas para los productores de Centro América.

El comportamiento de la producción de arveja china en Guatemala se ha mantenido estable desde el año 2001, con una tasa de crecimiento de 1%. Para el año 2006 se estima que el área cultivada es de 3,564 hectáreas con generación de empleo para alrededor de 38,000 personas. La producción es ejecutada por pequeños productores con extensión de terreno promedio de 0.24 hectáreas.

Las vainas presentan un alto contenido de agua, un bajo valor energético y contenidos altos de P, Fe y vitaminas, especialmente B1, siendo además una excelente fuente de fibra.

López (2000), asegura que es una leguminosa rica en carbohidratos, proteínas, vitaminas A, B, C y niacina, cuya importancia se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Valor nutricional de 100 gramos de arveja china

Calorías	106.00	Fósforo (mg)	134.00
Agua (%)	72.60	Hierro (mg)	1.70
Proteínas (g)	7.10	Vitamina (U.I)	383.03
Carbohidratos (g)	18.80	Vitamina B1 (mg)	0.28
Fibra (g)	3.4	Vitamina B2 (mg)	0.18
Cenizas (g)	0.90	Niacina (mg)	2.15
Calcio (mg)	27.0	Vitamina C (mg)	22.30

Fuente: Calderón *et al.* (2000)

3.3 Taxonomía de arveja china

Según Krarup (1993), la clasificación taxonómica a la que corresponde la arveja china (*Pisum sativum* L.) es la siguiente:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Thallobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Rosales
Familia	:	Fabacea
Subfamilia	:	Papillionidae
Genero	:	Pisum
Especie	:	<i>Pisum sativum</i> L.
Nombre común	:	Arveja china

Fuente: Krarup (1993)

3.4 Variedades cultivadas

Según Krarup y Moreira (1998), tanto la calidad como el rendimiento de la semilla son consideradas como excelentes para su cultivo, se siembran las siguientes variedades:

Oregon Sugar Pod: Es una variedad con plantas que alcanzan hasta 1.10 m de alto, produce vainas de 10 cm de largo, con 2 vainas por nudo. Se cosecha a los 70 días después de la siembra. Tiene resistencia a la marchitez común, tolerancia al virus del mosaico, resistencia al mildiú polvoriento y tolerancia al virus de la arveja

Oregon Sugar Pod II: Esta variedad es enana debido a su porte bajo, planta vigorosa, con vainas de 7 a 9 cm de largo y 1.5 cm de ancho con 8 a 10 semillas en cada una. Generalmente se siembra a finales de las épocas lluviosas para obtener una mayor rentabilidad. Su rendimiento es de 90 qq por manzana y se cosecha a los 60 a 90 días.

Macrocorpon: conocida como “comelotodo” en países como Chile, es una especie diploide ($2n = 14$ cromosomas), es una especie anual. Las vainas presentan un alto contenido de agua, un bajo valor energético y contenidos altos de P, Fe y vitaminas, especialmente B_1 , siendo además una excelente fuente de fibra. Las vainas inmaduras se consumen cocidas, como ensalada o en diferentes guisos, y se usan como materia prima para productos congelados (Krarup, 1993).

Mammoth Melting Sugar: conocida como gigante por su porte alto, de vaina grande, alcanzando alturas de 1.90 a 2.20 m, esta variedad se mantiene constante en su producción por dos meses. Produce más que la variedad enana y su costo de producción es más elevado. Se cosecha entre los 60 - 120 días y su rendimiento es de 120 qq, por manzana.

SP- 6. Corresponde a plantas que alcanzan entre 60 a 70 centímetros de altura. Produce vainas de 8 a 10 centímetros de largo de color verde oscuro. Se cosecha a los 65 a 70 días después de la siembra. Tiene resistencia a mildiú polvoriento y virus del enrollamiento de la hoja.

SP- 18. Son plantas de 60 a 70 centímetros de altura. Produce vainas de 8 a 10 centímetros de largo, color verde oscuro. Se cosecha entre los 65 a 70 días después de la siembra. Tiene resistencia a mildiú polvoriento y virus del enrollamiento de la hoja

Sugar Daddy. Es una variedad de arveja dulce que tiene gran demanda por su sabor y color verde obscuro. Alcanza entre 0.7 a 1.10 m de altura, se cosecha a los 85 a 90 días después de la siembra.

Tc-13. Es una variedad de arveja dulce tipo gigante altamente rendidora, se cosecha entre los 70 a los 75 días después de la siembra. Es susceptible a mildiú polvoriento.

3.5 Morfología de arveja china

Krarp (1993), menciona que la morfología general es similar a la de arveja común, excepto en las vainas: éstas no poseen pergamino, sino un endocarpio tierno, y presentan un menor contenido de fibras y más lento desarrollo de las semillas. La ausencia de pergamino determina que la legumbre al madurar sea indehiscente y que las valvas se presenten arrugadas sobre las semillas, las que son variadas en forma y color.

3.5.1 Sistema radicular

Krarp (1993), afirma que al ocurrir la emergencia de las plantas, la radícula ya presenta algunas raíces secundarias; este sistema habitualmente logra un buen

crecimiento antes de que ocurra el despliegue de la tercera hoja. La radícula, posteriormente continúa creciendo hasta transformarse en raíz pivotante.

Esta, si bien puede alcanzar 1 m de profundidad, lo normal es que no penetre más allá de 50 cm. A partir de las raíces secundarias, que incluso pueden llegar hasta la profundidad alcanzada por la raíz pivotante, se origina una cobertura densa de raíces terciarias.

3.5.2 Tallo

Krarpur (1993), sostiene que el tallo principal, que es hueco y muy delgado en la base, va engrosándose progresivamente hacia la parte alta; dependiendo de la precocidad del cultivar, puede emitir desde 6 hasta más de 20 nudos vegetativos por planta. El sistema caulinar habitual presenta un tallo indeterminado, trepador, que puede alcanzar 2 m de altura, aunque hoy en día existen cultivares de hábito arbustivo y de baja altura.

3.5.3 Hojas

Byron (1996), afirma que en cada uno de los primeros dos nudos, y en forma alterna, se desarrolla una hoja rudimentaria de tipo escamoso, denominada bráctea trífida. Estas hojas escamosas, que son pequeñas e insignificantes, se encuentran reducidas a un pecíolo rudimentario; estas últimas se presentan unidas, en el caso del primer nudo, y libres entre sí en el segundo. Las brácteas mencionadas van gradualmente desintegrándose, hasta llegar a desaparecer luego que las plantas desarrollan su cuarta a quinta hoja verdadera.

3.5.4 Flores

Byron (1996), menciona que la flor de arveja es típica papilionada, ya que se asemeja a una mariposa cuando los pétalos se desenvuelven, presentando una

simetría bilaterales, son axilares, hermafroditas, de color blanco en la mayoría de las variedades, pero existen de color lila.

3.5.5 Fruto

Byron (1996), considera que 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 6 a 12 centímetros de largo. Las semillas pueden ser redondas, lisas o rugosas cuando ya están deshidratadas o secas.

3.5.6 Fenología del cultivo de arveja china

Calderón y Dardón (1994), afirman que 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.

3.5.6.1 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 4 a 6 días después de la siembra.

3.5.6.2 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 de la siembra.

3.5.6.3 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 floreciendo. Desde el 73 momento de la floración hasta que la vaina está lista para cosecharla, transcurren de 9 a 11 días. Como característica especial para cosecharla puede tomarse que los granos empiezan a formarse y las caras de las vainas se encuentran casi pegadas. Las vainas deformes y con manchas deben desecharse.

3.6 Requerimientos del cultivo de arveja china

3.6.1 Temperatura

Calderón *et al.* (2000), mencionan que este cultivo crece en temperaturas que oscilen los 10 a 24 °C, cuando las temperaturas son muy elevadas las flores llegan a abortar, así mismo cuando las temperaturas son muy bajas la vaina no crece lo suficiente. Por otro lado, el autor señala que es una planta resistente al clima frío y poco resistente a la sequía. Se desarrolla en clima templado.

Salgueiro *et al.* (1995), indica que la arveja china puede producirse en valles, trópico, subtrópicos en los que experimenta un desarrollo adecuado produciendo vainas de buena calidad y con alto rendimiento.

3.6.2 Humedad

Calderón y Dardón (1994), manifiestan que la humedad del suelo que requiere el cultivo de arveja china está comprendida entre el 80 - 90 por ciento.

Salgueiro *et al*, citado por Condori (2004), menciona que la temperatura optima media para su mejor desarrollo en ambiente atemperado oscila entre los 18 – 21 °C, como promedio, aunque puede soportar máximas de 25 a 30 °C y como mínimas de 15 °C.

3.6.3 Altura

Calderón y Dardón (1994), agregan que la arveja china se desarrolla en alturas comprendidas entre los 1500 – 2400 m.s.n.m.

3.6.4 Suelo

Calderón y Dardón (1994), indican que el cultivo de arveja china puede adaptarse a diferentes tipos de suelos, a excepción de los muy compactados. Prefiere los suelos sueltos arenosos y de estructura no compacta (bien drenados) con un pH entre 6 a 7.

3.6.5 Requerimiento de nitrógeno

Calderón *et al*, (2000), indican que la arveja china requiere para una buena formación de vainas, una fertilización nitrogenada en un nivel de 63 kg/ha.

3.6.6 Requerimiento de fósforo

Calderón *et al*. (2000), sostienen que la disponibilidad de fósforo asimilable en el uso tiene aún mayor importancia sobre la planta ya que el 60% va a la vaina y el 25% al follaje, el resto hacia la valva. La planta de arveja china se distingue por su alta tasa de absorción de fósforo de forma poco soluble cerca del 50-80% de la cantidad de fósforo de la planta está en las raíces, cuyo requerimiento es de 95 kg/ha.

3.6.7 Requerimiento de potasio

Calderón *et al.* (2000), indican que el potasio ejerce importante papel en el desarrollo sobre las leguminosas como se ha indicado ya, los abonos potásicos independientemente de su acción directa sobre las plantas ejercen una influencia indirecta sobre el cultivo al determinar en cierto modo de la acción de los abonos fosfatados y la fijación del nitrógeno libre atmosférico obtenido por la simbiosis radicular, cuyo requerimiento es de 106 kg/ha.

3.7 Manejo del cultivo

Calderón *et al.* (2000), señalan que la demanda de vainas de la arveja china se ha incrementado año tras año, especialmente por su exquisitez, estableciéndose nuevas plantaciones de este cultivo, para alcanzar y satisfacer la demanda de este cultivo.

3.7.1 Época de establecimiento de cultivo

Calderón *et al.* (2000), indican que la época de establecimiento en campo es muy importante. El mercado estará dispuesto a comprar las vainas y ponerle un precio de acuerdo a la estación del año, por lo tanto los agricultores establecerán sus cultivos de acuerdo a este factor y también por el ataque de plagas. Por ejemplo se podrá establecer los cultivos en los meses secos como junio, julio, agosto por tanto el precio será mayor y el ataque de plagas será menor así como los controles. Así mismo, en la época lluviosa que comprende los meses de enero, febrero y marzo los precios en los mercados serán menores y los costos de producción serán mayores por los diferentes ataques de plagas y el uso de diferentes controles.

En el caso particular de las heladas en áreas donde se cultiva arveja china, la mejor época de siembra está comprendida entre los meses de septiembre a marzo, por el contrario la siembra en los meses comprendidos entre mayo y agosto las

heladas caerán de manera importante sobre las vainas y esto incidirá en la economía del agricultor.

3.7.2 Propagación

Krarp (1993), señala que el único sistema de propagación es por medio de la semilla botánica, preferentemente certificada, con un alto porcentaje de germinación, viabilidad y pureza.

3.7.3 Cultivo de plantines por semilla

Calderón *et al.* (2000), mencionan que el cultivo de plantines por semillas es una tecnología simple y tiene algunas ventajas definidas, este método produce un gran número de plantines que requiere bajos costos.

3.7.4 Pre-tratamiento de semillas

Calderón *et al.* (2000), indican que antes de la siembra las semillas deben ser puestas en el agua por un lapso de 48 a 72 horas.

3.7.5 Preparación de las camas semilleros

Calderón *et al.* (2000), indican que las camas semilleros, deben ser establecidas en lugares cerrados de una parcela de plantación. Este lugar debe ser conveniente para el transporte y facilidad de irrigación, antes de la preparación de los semilleros, una cantidad suficiente de estiércol de corral debe ser aplicada sobre la tierra, después arar a una profundidad de 20 a 25 centímetros, generalmente las camas semilleros deben tener una medida de 10 m de largo por 2 m de ancho. Esta medida es conveniente manipular y regar.

3.7.6 Siembra

Álvarez y Calderón (1993), señalan que la perforación en surcos es de 4 cm de ancho por 2.5 cm de profundidad. El espaciamiento de las perforaciones es de 1.25 m entre surcos y colocando sobre el surco una semilla a 5 cm. Con las variedades gigantes, las distancias deben ampliarse a 1.80 m. Si la distancia entre surcos es menor se tendrá dificultad de tránsito de los agricultores por otro lado el menor espaciamiento entre semillas provocara un microclima que facilitará la proliferación de hongos. Las semillas son sembradas en los huecos y cubiertos con 1 a 2 cm de tierra.

García y Calderón (1993), indican que los plantines de arveja china son débiles, entonces no deben ser sembrados profundamente. Si la superficie del suelo llega a secarse y ponerse dura, los plantines no llegan a brotar apropiadamente y se sofocan bajo la superficie de la tierra.

Calderón y Dardón (1994), mencionan que para evitar la muerte de los plantines por efecto de la luz solar fuerte se hace necesario cubrir los plantines con paja para conservar la humedad ambiente o algún tipo de sombra.

Calderón *et al.* (2000), señalan que como promedio se espera que la emergencia de la plántula sea en 5 días aunque esto depende de la fertilidad del suelo y humedad.

3.7.7 Densidades de siembra

Sandoval *et al.* (1998), menciona que al utilizar distancias de hileras entre 50 a 70 cm, un 30 a 60% de las plantas en los cultivares semitardíos logra producir entre 1.0 y 1.5 ramas basales como promedio; el resto, en tanto, no produce ramas. Al emplear menores distancias entre hileras (20 a 30 cm), se reduce significativamente la cantidad de plantas que logra ramificar. En los cultivares precoces, por otra parte,

la producción de ramas es menor (10 a 30% de las plantas), llegando casi a cero al utilizar distancias de 15 a 20 cm entre hileras.

Calderón *et al.* (2000), señalan que las distancias recomendadas en la variedad *Pisum sativum* variedad Oregon Sugar Pod están entre los 0.05 m entre plantas y 1.25 m entre surcos.

3.7.8 Labores culturales

3.7.8.1 Riego

El riego es un factor de sanidad y vigor muy importante. Con una adecuada humedad el cultivo será más resistente a plagas y enfermedades. Si el cultivo llega a tener una excesiva aplicación de agua puede llegar a producir el ataque de enfermedades fungosas que atacan raíces, tallos, follaje y vainas.

Calderón *et al.* (2000), afirman que por otro lado, la falta de humedad provocara poco aprovechamiento de nutrientes del suelo y la proliferación de plagas y enfermedades. También provocara el aborto de flores y mal formaciones de vainas. Entonces el riego debe realizarse con frecuencia de tal manera que no exista déficit en el suelo. También afirma que uno de los sistemas de riego más recomendados es por aspersión, debido a la homogeneidad que proporciona este riego.

3.7.8.2 Fertilización

Calderón *et al.* (2000), afirman que la fertilización es un aspecto muy importante ya que una planta bien nutrida le proporciona resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

Fuentes (1995), añade que antes de aplicar cualquier nutriente al suelo, se debe efectuar un análisis del mismo con el fin de determinar qué elementos son importantes para un desarrollo adecuado.

Calderón y Álvarez (1993). Además es recomendable la aplicación de fertilizantes orgánicos como los estiércoles de origen animal previamente deshidratados.

Calderón *et al.* (2000), sostiene que como complemento se recomienda la aplicación de reguladores de crecimiento como el Ácido Indolacético (AIA), en Ácido Naftalnelacético (ANA), el Ácido Indolbutírico, que estimulen un buen desarrollo vegetativo, buena floración y cuaje de frutos.

Cuadro 2. Requerimientos de macro nutrientes para arveja china

Elemento	Kg/ha
Nitrógeno (N)	63
Fósforo (P ₂ O ₅)	95
Potasio (K ₂ O)	106

Fuente: Calderón *et al.* (2000)

Fuentes (1993), recomienda en caso de no tener un análisis de suelo, la aplicación de tres dosis de fertilizantes: al momento de la siembra 909 kg/ha de 15-15-15 ó 10-24-10, la segunda 30 días después de la siembra con 584 kg/ha de nitrato de calcio, la tercera al momento de la floración de 584 kg/ha de nitrato de potasio.

3.7.8.3 Tutores

Maroto (1990), indica que el tutorado consiste en reforzar artificialmente la estructura de la planta para facilitar algunas labores culturales (podas, tratamientos sanitarios, cosecha), para lograr un adecuado desarrollo y buena productividad

debido a un mayor desarrollo en verticalidad, mejor aprovechamiento del suelo, menores pérdidas de cosecha, mayor calidad de productos, mayor ventilación entre plantas. Para esta operación se usan cintas plásticas, palos, cañas, alambres o mallas plásticas. Cuando la planta tiene zarcillos o son volubles, trepan (poroto, arveja, etc.), en caso contrario pueden ser atadas a los tutores (tomate, pepino).

3.7.8.3.1 Tipos de tutores

Tutorado horizontal

Maroto (1990), Se utilizan en cultivos como el pimiento o berenjena mediante una o varias redes o mallas de hilo o alambre galvanizado, colocadas horizontalmente sobre dos hileras de plantas. Estas redes se sujetan en estacas de madera o hierro. Las plantas cuando crecen se introducen por las aberturas de la malla y quedan apoyadas en la red sin necesidad de atar los tallos. La anchura de la cuadrícula de estas redes es de 15 cm de lado; la anchura de la malla debe ser tal que cubra por completo las líneas de las plantas que tengan que proteger.

Tutorado vertical

Maroto (1990), menciona que se realiza por medio de hilos plásticos o alambres que cuelgan de la estructura del invernadero; estos tutores se sujetan por la parte superior al techo o a un bastidor hecho con alambres y apoyado en una estructura realizada con maderas y cañas. Por la parte inferior se atan al cuello de los tallos o a unos alambres que se sujetan en el suelo siguiendo las líneas de las plantas. Por cada una de las guías que tenga la planta se coloca verticalmente un hilo tutor.

Calderón y Dardón (1994), señalan que en un estudio efectuado en Chimaltango, Guatemala, utilizaron postes de bambú como tutores con una distancia de 5 metros sobre el surco, a los que se coloca cuatro pitas por planta con el fin de guiar las ramas primarias y secundarias del cultivo.

Sandoval *et al.* (1998), indican que el tutoraje se puede realizar con hilo de polipropileno (rafia) sujetado a la zona basal de la planta y de otro a un alambre situada a determinada altura por encima de la planta (1.8 – 2.4 m sobre el suelo).

3.7.8.4 Eliminación de malezas

Calderón *et al.* (2000), mencionan que las malezas en muchos casos son hospederas de plagas y enfermedades especialmente si estas pertenecen a la misma familia del cultivo.

Salguero e Hilije (1992), afirman que es necesaria la eliminación de toda maleza que se encuentre dentro del cultivo. Existen estudios que demuestran que la mayor competencia se da a los 40 días después de la siembra. Sin embargo, es importante dejar completamente libre de malezas dentro del cultivo de arveja china con el objeto de evitar daños en las vainas y que las mismas puedan tener acceso a mercados internos y externos.

3.7.8.5 Manejo de rastrojos

Calderón *et al.* (2000), aseveran que la eliminación oportuna de rastrojos de cosechas anteriores minimiza la incidencia de plagas al nuevo cultivo. Es muy común observar que los agricultores dejen rastrojos de no solo de arveja china sino también otros cultivos, como a estos no se aplica ningún tratamiento químico (insecticidas, herbicidas, acaricidas, nematicidas, etc.), la ocurrencia de plagas es menor.

3.7.8.6 Asociación de cultivos

Calderón *et al.* (2000), señalan que la asociación de arveja china con otros cultivos es una práctica muy común por otra parte de los agricultores es así que se asocia con cultivos como lechuga, brócoli, frijol, tomate y otros.

Calderón *et al.* (2000), sostienen que los agricultores indican que esta práctica no les causa ningún inconveniente más al contrario le proporciona mayores beneficios económicos. Sin embargo, se ha demostrado que esta práctica provoca problemas en la locomoción de los propios agricultores y posibles accidentes.

Fuentes (1999), asevera que otro problema evidenciado, es que se asocia arveja china con otro producto de exportación (en caso de países exportadores) como el brócoli, que al atraer plagas y enfermedades, y también la aplicación indiscriminada de fertilizantes químicos como de plaguicidas, estos dejan residuos al cultivo de arveja china como también a otros cultivos.

3.7.8.7 Rotación de cultivos

Calderón *et al.* (2000), mencionan que es muy recomendable la rotación de cultivos, con el objeto de cortar los ciclos de plagas y enfermedades. Es muy común observar que los agricultores cultiven arveja china por el lapso de 5 a 7 años continuos lo que ha provocado que los propios agricultores ya no quieran sembrar arveja china por el ataque de *Fusarium oxysporum*. Por tanto es muy recomendable diversificar con otros cultivos como el brócoli, lechuga, remolacha entre otros.

Sandoval *et al.* (1998), indican que se debe practicar la rotación de cultivos con plantas que no sean atacadas o poco apetecidas por la mosca blanca como ser: maíz, sorgo, caña de azúcar, pimentón, cebolla, ají, etc.

3.7.8.8 Cosecha de arveja china

Calderón *et al.* (2000), indican que la cosecha se realiza cuando las vainas presentan un color verde carnosos, el mismo que se debe cosechar preferentemente en las mañanas ya que si se realiza en las tardes la vaina pierde nutrientes.

Sandoval *et al.* (1998), señalan que las vainas al alcanzar el estado de madurez óptima para consumo en verde, comienzan a demostrar un leve arrugamiento exterior, el cual va aumentando rápidamente.

3.7.9 Cosecha y requisitos de calidad de arveja china

AGEXPRONT (2001), menciona que todos los agricultores realizan la clasificación de la arveja en el campo. En esta clasificación se pierde de 3 a 5% de la producción total, la clasificación debe realizarse en la sombra, aspecto que generalmente lo realizan las mujeres. Normalmente se realiza en construcción rustica como galeras ubicadas en las mismas parcelas de cultivo.

Fuentes (1999), asevera que entre los requisitos de buena calidad se tiene que el tamaño de la vaina debe ser entre 7 y 9 cm de largo, de preferencia con 2.5 cm de ancho. El producto debe ser fresco, vainas bien despuntadas, de color verde oscuro, vainas sin manchas, vainas no torcidas y además no lastimadas por manejo y transporte.

AGEXPRONT (2001), señala que la mala calidad se denota por presencia de mancha verde y blanca originada por el insecto trips. Otros aspectos de la mala calidad los representa el tamaño muy pequeño o muy grande, golpe mecánico debido al mal manejo del transporte, mal despuntado representado cuando se corta más de lo necesario.

3.7.9.1 Recolección de campo

Según el Comité de Arveja China (1995), la recolección de la arveja china como todo producto fresco, necesita de una cuidadosa recolección en el campo. Durante la cosecha se deben tomar en cuenta dos factores principales.

3.7.9.1.1 Factores ambientales

Comité de Arveja China (1995), afirman que la cosecha se realiza tanto en invierno como en verano, aunque durante la época lluviosa se tendrá un mayor porcentaje de rechazo (producto que no llena los requisitos de exportación). Otro factor importante es la temperatura ambiental, mientras más alta sea, mayor será la temperatura que tenga la vaina en el momento de su cosecha y por ende un menor tiempo de vida del producto, teniendo que hacer uso de sistemas de pre-enfriamiento y cuartos fríos para eliminar este calor de la vaina y alargar la vida del producto.

3.7.9.1.2 Factores de mercadeo interno

Comité de Arveja China (1995), señalan que el mercado interno se refiere a la compra y distribución del producto dentro el país, hacia las potenciales empresas exportadoras; teniendo que considerar en éste los centros de acopio, mercados nocturnos y la accesibilidad a estos, la disponibilidad de transporte y carreteras a las áreas de producción, ya que muchas de ellas son inaccesibles en vehículo, por lo cual se hace necesario en muchos casos que los pequeños productores trasladen su producto en condiciones inapropiadas, afectando considerablemente la calidad de la arveja.

3.7.10 Poscosecha

AGEXPRONT (2001), señala que la vaina se descaliza y se selecciona, siendo la selección más estricta que en campo y considerando varios aspectos. A nivel general los aspectos incluyen no sobremadurez de vainas, no malformaciones, no vainas quebradas o torcidas, sin quemaduras por frío, sin pudriciones, libres de manchas, lastimaduras, etc. Las vainas deben estar frescas o turgentes, firmes, planas y de un largo de 7 a 9 cm. 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 10%.

Gordón (1998), asevera que la calidad depende tanto del contenido de azúcar y la textura, para que se obtenga un tonelaje máximo por hectárea.

3.7.10.1 Formas de comercializar arveja china

Toro (1996), menciona que existen dos maneras en las que se puede comercializar la arveja, esto dependerá del mercado a exportar.

3.7.10.1.1 Producto fresco

Toro (1996), sostiene que en los últimos años los vegetales frescos han tenido un gran auge en los Estados Unidos y es aquí donde radica la gran importancia de la comercialización de la arveja en esta forma. Su proceso consiste en clasificar, enfriar y empacar en cajas de 5-10 lb a granel o en bandejas. El método de transporte se realiza por vía aérea, cuando la arveja está en un precio elevado; por su costo de transporte.

3.7.10.1.2 Producto congelado

Toro (1996), menciona que la arveja congelada se exporta principalmente a Europa, ya que su rendimiento y duración es mayor. Uno de los factores para exportarla congelada radica en la distancia y el sistema de distribución que utilizan en Europa, ya que de Holanda e Inglaterra distribuyen al resto de Europa. Por lo general se exportan en cajas de 5 lb.

3.8 Plagas y enfermedades

3.8.1 Plagas

Calderón *et al.* (2000), afirma que el ataque de plagas influye directamente sobre el desarrollo de la arveja, y sus rendimientos, además todos aquellos que

causan problemas sintéticos a la vaina que son causa de rechazo por parte del mercado.

García y Calderón (1992), mencionan que los efectos de las plagas pueden minimizarse con la aplicación de labores culturales como ser rotación de cultivos, uso de variedades resistentes, adecuada fertilización, tutores y buen manejo de guías.

3.8.1.1 Trips

Álvarez y Calderón (1993), aseveran que se ha identificado varias especies de trips dentro del cultivo de la arveja china; sin embargo, únicamente dos especies de trips (*Thysanoptera sp*) causan daño a la vaina de arveja china, estos son: Trips tabaco y *Frankimiella occidentales*.

Fuentes (1999), señala que los daños que causan los trips es por la oviposición que realizan precisamente sobre la vaina de arveja; esta se manifiesta con la aparición de protuberancias abultadas alas que se les da el nombre común de “roncha”, “piquete de zancudo” lija o mancha verde; estos son de color verde y blanco, apareciendo sobre la vaina dándole una apariencia desagradable.

Fuentes (1999), sostiene que otro tipo de daño es el causado por la alimentación de los trips, este se manifiesta con la aparición de pequeñas lesiones de forma alargada, rectangulares de color negro; estos aparecen distribuidos sobre la superficie de la vaina.

García y Calderón (1993), indican que este daño es provocado por el hábito de alimentación del trips, que posee un aparato bucal rudimentario “raspador chupador”; que al observarse bajo el microscopio, las manchas parecen como lesiones superficiales sobre la epidermis a manera de raspado observándose de 3 a 4 líneas de diferente largo. En ninguno de los casos se observó que las manchas aumentaran de tamaño.

3.8.1.2 Mosca minadora

García y Calderón (1993), afirma que la mosca minadora (*Agromizidae sp.*) es un insecto considerado hasta hace poco tiempo una plaga secundaria. Sin embargo, actualmente es de mucha importancia económica. Así mismo, el autor señala que el uso indiscriminado de plaguicidas produce rápidamente resistencia de las minadoras a los insecticidas además que elimina los enemigos naturales de ésta, lo que influye aumentando las poblaciones del insecto.

Estudios realizados por el autor, revelan que los daños causados por la mosca minadora a la arveja china son generalmente en hojas, tallos y vainas.

Los daños son producidos por las hembras en el haz de las hojas, produciendo picaduras de color claro las mismas que son ovopositadas en un 10 – 15 por ciento de las heridas. Como consecuencia, se originan galerías producidas por las larvas en forma de serpentina.

3.8.1.3 Gusanos trozadores o cortadores

Calderón *et al.* (2000), indican que la arveja china es afectada por dos especies principales: *Agrotis sp* y *Spodóptera sp.*

El autor señala que estas plagas que se encuentran debajo de la superficie del suelo, las mismas que en el día son imposibles observarlas, en tanto que en la noche salen para alimentarse cortando tallos, hojas, provocando daños en los cogollos y el inicio de la floración, ya que estas aparecen cuarenta días después de la siembra.

3.8.1.4 Áfidos o pulgones

Calderón *et al.* (2000), mencionan que la especie que se encuentra con frecuencia en las plantaciones de arveja china es *Myzus persicae*.

El mismo autor señala que los daños causados son en el haz y el envés, también es común encontrarlos posados sobre las vainas tiernas, tallos y zarcillos, succionando savia y líquidos vitales a su vez transmitirles virus en la vaina, provocando clorosis, marchites, encrespamiento del follaje, desarrollo de fumagina y la muerte de la planta.

3.8.2 Enfermedades

Calderón *et al.* (2000), afirman que las enfermedades fungosas inciden sobre el rendimiento de la vaina, debido a que estas son fácilmente detectables en el campo al momento de la cosecha. El problema radica en que casos severos causa pérdidas cuantiosas a los agricultores.

3.8.2.1 El hongo fusarium sp.

Álvarez y Calderón (1993), mencionan que este hongo afecta a la planta principalmente en la etapa de floración debida al cambio de etapa vegetativa y reproductiva lo que aprovecha el hongo. Los autores señalan que el daño se manifiesta con clorosis en forma ascendente hasta provocar la marchites y la muerte de la planta.

3.8.2.2 El hongo rhizoctonia sp

AGEXPRONT (2001), sostiene que se manifiesta con mayor frecuencia cuando las plantas están recién emergidas, éstas se quiebran en el punto donde está la infección y mueren.

En la mayoría de los casos la infección no es tan severa y las plantas pueden recuperarse. Sin embargo el vigor es seriamente afectado e incide en el rendimiento, si el hongo ataca la primera raíz difícilmente la planta se recupera.

3.8.2.3 El hongo ascochita sp.

Agrios (2001), manifiesta que este hongo ataca principalmente al follaje de la arveja, sin embargo, también ataca flores, tallos, vainas y raíces. Se trata de un hongo imperfecto, debido a que no presenta su estado sexual.

García y Calderón (1992), aseveran que la sintomatología consiste en la aparición de manchas circulares de color café en las hojas con un halo claro; con frecuencia se observa la aparición de varios puntos negros dentro de las manchas, los cuales son picnidias o cuerpos fructíferos del hongo.

3.8.2.4 El hongo oidium

Calderón *et al.* (2000), indican que el hongo *Erysiphepisi* en su estado asexual produce cleistotecios y conidios.

Los autores mencionan que los síntomas se inician con manchas muy pequeñas de color amarillo en el haz de las hojas; conforme avanza la infección las manchas son cubiertas por un polvo de color blanquecino; siendo éste una mezcla de conidias y el micelio del hongo.

3.8.2.5 Manejo Integrado de las Plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) consiste en la implementación de diferentes prácticas, de las que se obtienen soluciones económicamente viables y duraderas. Estas prácticas se orientan a prevenir los problemas que puedan ocasionar las plagas. Existen cuatro componentes que deben formar parte del manejo integrado de plagas:

- A. La identificación de las plagas y el daño que causan,
- B. Inspección en la plantación,

- C. Contar con guías de acción en el control de la plaga,
- D. Utilización de métodos de prevención y control.

Calderón *et al.* (2000), mencionan que la identificación es muy importante pues el agricultor muchas veces atribuye el daño a un organismo diferente del causante. Tal el caso de los tripsidos en arveja china que durante mucho tiempo los agricultores lo atribuyeron a un hongo. La inspección de las plantaciones consiste en realizar monitoreos, que sirven para predecir si la presencia de un organismo pueda pasar a constituirse en plaga. Se evalúa la presencia de especies plaga, organismos benéficos, etapa fenológica del cultivo, condiciones climáticas y otros.

La utilización de métodos de prevención y control no se enmarca únicamente en el uso de productos químicos, sino de otras alternativas de control, tales como:

- a) Control cultural.** Este tipo de control reduce la incidencia y severidad de los daños de las plagas. Un ejemplo lo constituye la época del año en la cual se tiene el cultivo en el campo. Muchos agricultores siembran en los meses de septiembre y octubre que es cuando hay menos ocurrencias de plagas.

Calderón *et al.* (2000), afirman que si el cultivo se establece de enero a marzo la presencia de plagas será mayor. Asimismo durante la época lluviosa se agudizará el ataque por concepto de hongos. Lo mismo sucede con el caso de las heladas las cuales son más frecuentes en los meses de diciembre y enero. Otros aspectos importantes del control cultural incluyen el mantener el cultivo limpio de malezas, brindar una adecuada fertilización al cultivo, el manejo de rastrojos, la adecuada humedad, manejar la densidad de siembra (0.05 m de distancia entre plantas y de 1.25 a 1.80 m entre surcos), el tratar de realizar asocio de cultivos, la rotación de cultivos en el terreno, entre otras.

- b) Control etológico.** Consiste en el uso de distintos dispositivos químicos o físicos que afectan el comportamiento de los insectos, como las trampas de

feromonas, el uso de atrayentes y repelentes. De esta manera se pueden capturar y matar las plagas. En este sentido la utilización de trampas amarillas ha dado buenos resultados en la captura de los insectos plaga.

- c) Control biológico.** Este se conoce también con el nombre de biocontrol y es una táctica muy importante e incluye la utilización de seres vivos y sus productos para el control de plagas. Se incluye las variedades resistentes de arveja, la liberación de insectos estériles, uso de feromonas, utilización de enemigos naturales de las plagas o bien las aspersiones con microorganismos benéficos tales como *Bacillus thuringiensis* por ejemplo.

- d) Control químico.** Es la táctica común de combatir las plagas en arveja china. Los resultados obtenidos con la utilización de estos productos son desalentadores, debido a la resistencia que desarrollan las plagas. Tratándose de un cultivo de exportación en arveja china se cuenta con una cantidad limitada de productos. Lo anterior debido a que únicamente pueden ser utilizados productos que cuenten con registro de Protección Ambiental.

- e) Control legal.** Este tipo de control consiste en legislar ciertas prácticas y como consecuencia, éstas serán de carácter obligatorio y todo aquel que no los cumpla, debe ser sancionado de acuerdo a lo que la ley establezca.

Dentro de las prácticas que podrían legislarse están la destrucción de rastrojos; debido a que es común observar los restos de cosecha en el campo, abandonados sin ningún tipo de tratamiento y que únicamente sirven para reproducir gran cantidad de plagas para diferentes tipos de cultivos.

3.9 Poda en arveja china

Calderón *et al.* (2000), mencionan que la poda en arveja china es una forma de incrementar los rendimientos de vaina en longitud, ancho, peso, número de

vainas. Los autores agregan que el tipo de poda aplicado fue de despunte, es decir, realizar el corte entre el último y penúltimo brote foliar.

3.9.1 Efectos de la poda en arveja china

Calderón *et al.* (2000), mencionan que los efectos de la poda en arveja china son muy variables de acuerdo a las variables en estudio.

3.9.1.1 Efectos de podas en fructificación

Calderón *et al.* (2000), mencionan que la poda en arveja china se realizan con el fin de aumentar el rendimiento de fructificación y no así de la materia verde. Los autores señalan también que la poda puede llegar a retrasar la fructificación. Así mismo, en un estudio efectuado en Guatemala se realizaron podas en dos etapas de desarrollo, una a los 30 días y la otra a los 45 días después de la siembra, en donde se constataron que el tratamiento 1 la fructificación comenzó a los 60 días después de la siembra presentando un retraso de 8 días en la cosecha. En tratamiento 2, la cosecha se realizó a los 68 días, presentando un retraso de 16 días, lo que demuestra que las podas inciden en los días de fructificación.

3.9.1.2 Efectos de la poda en el crecimiento

Montoya (1993), señala que si bien la poda tiene resultados efectivos en la fructificación, no será así en el crecimiento, ya que al reducir la capacidad fotosintética, llega a incidir en el crecimiento de la planta.

Wittrock citado por Chura (2004), señala que la poda aparte de estimular a la fructificación y desarrollo de frutos en algunas hortalizas como el zapallo, también tiene el objeto de controlar el crecimiento de la planta.

Para Calderón y Dardón (2000), la poda en arveja china depende básicamente de la variedad, y el hábito de crecimiento de la planta, ya que en plantas indeterminadas, el efecto de la poda provocará una detención del crecimiento tal es el caso de la variedad Oregon sugar.

3.9.2 Efectos fisiológicos de la poda

Montoya (1993), menciona que la poda acarrea distintos efectos fisiológicos en arveja china, aunque esto está determinado por la fertilidad y la edad.

3.9.2.1 Efecto en la edad

Montoya (1993), señala que el momento de iniciar las podas depende de la variedad y de lo que se pretende conseguir. El autor señala también que cuando se efectúa la poda a muy temprana edad provoca retardos en el crecimiento. Así como la poda en una edad tardía puede provocar abortos de flores y malformaciones de frutos.

3.10 Distancia de siembra

Según Moreno (1994), todo lo que se ha dicho al respecto a la asociación y por la necesidad del espacio vital para las diversas especies de hortalizas, deberá tener mucho cuidado al determinar las distancias que deben observarse para sembrar plantas o trasplantarlas de manera de garantizar las mismas, sea que se trate de cultivo especializado o no, el espacio suficiente para una vegetación libre y sin estorbos y estará siempre estrechamente ligada a las características de las diversas plantas.

Moreno (1994), asevera que además el conocimiento previo del número de plantas que han de cultivarse en un determinado pedazo de terreno, constituye un reto valioso si se considera que en la práctica se necesita disponer tempestivamente,

con el menor gasto posible de mayor superficie laborable, o por exceso de plantas reducidas o adquiridas respecto a la disponibilidad respectivo del terreno.

3.11 Ambientes atemperados (Carpa solar)

Hartmann (1990), describe que la carpa solar es una construcción más sofisticada que las de los otros ambientes atemperados. Su tamaño es mayor y permite la producción de cultivos más delicados.

Hartmann (1990), menciona que respecto a la producción de hortalizas bajo invernadero se puede realizar durante todo el año y almacigar algunos de los cultivos en cajones dentro de las carpas solares para su posterior trasplante. El mismo autor indica que esta versatilidad hace su uso más aceptable y popular que otros.

Bernat *et al.* Mencionado por Chura (2004), menciona que la carpa solar facilita el mantenimiento de algunos parámetros físicos. En efecto la temperatura, humedad relativa, porcentaje de dióxido de carbono y otros, brindan condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas que se cultivan en su interior.

3.11.1 Material de recubrimiento.

Hartmann (1990), indica que los más importantes son: de vidrio, calamina plástica y polietileno (agofilm); este último resulta el más económico y de mayor difusión en el mercado interno.

3.11.2 Orientación

Hartmann (1990), afirma que la lámina de protección transparente o techo de un ambiente atemperado, en el hemisferio sur debe orientarse hacia el norte, con el objeto de captar mayor cantidad de radiación solar. De esta manera, el eje longitudinal esté orientado de este a oeste.

La orientación de las carpas solares en el altiplano boliviano es determinante para aquellas carpas solares que son mayores a 7 m de ancho, menores a esto no son determinantes esto en carpas solares de tipo capilla o túnel.

3.11.3 Anhídrido carbónico (CO₂)

Hartmann (1990), señala que la atmósfera del ambiente atemperado está compuesto de humedad, anhídrido carbónico y otros gases que son indispensables para el crecimiento de las plantas, las que necesitan por lo menos 0.03% de CO₂ en el aire para desarrollarse normalmente; un flujo entre el 0.50 y 1% es óptimo.

El mismo autor menciona que la principal fuente de carbono para las plantas es la atmósfera y, aproximadamente, un 50% del peso seco de ellas corresponde al carbono, razón por la cual es importante controlar la cantidad de CO₂ en el aire del ambiente atemperado.

3.11.4 Variables micro climáticas en carpa solar

Serrano, citado por Cajías (2007), menciona que las condiciones óptimas para el desarrollo de cualquier especie cultivable dentro de las carpas solares, dependen principalmente de cuatro variables: temperatura, humedad, luminosidad y ventilación.

3.11.4.1 Temperatura

Hartmann (1990), asevera que la temperatura interior de un ambiente protegido depende en gran parte del efecto del invernadero. Este se crea por la radiación solar que llega a la construcción y por la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento que evitan la radiación calorífica.

Serrano mencionado por Cajías (2007), señala que la temperatura influye en las funciones vitales vegetales: transpiración, respiración, crecimiento, floración, fructificación. Las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0 y 70 °C. Fuera de estos límites casi todos los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente.

3.11.4.2 Humedad relativa

Hartmann (1990), afirma que la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la humedad relativa fluctúa entre 30 y 70%, debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan, en humedad por encima de 70%, la incidencia de enfermedades es un serio problema.

Serrano mencionado por Cajías (2007), indica que la humedad de la atmósfera del invernadero interviene en la transpiración, en el crecimiento de los tejidos, en la fecundación de las flores y en desarrollo de plagas y enfermedades.

3.11.4.3 Luminosidad

Hartmann (1990), menciona que un ambiente atemperado debe captar la máxima radiación solar posible y procurar que esta llegue al terreno de cultivo y a los colectores de calor. Las plantas responden a la parte visible de la energía solar y buscan permanentemente la luminosidad. Es por ello que en el diseño de un ambiente atemperado se deben minimizar las áreas de cultivo que reciban sombra, ya que en estas las plantas crecen lentamente, son débiles y susceptibles a enfermedades e insectos.

El mismo autor indica que la luminosidad en los cultivos se puede comprobar por la diferencia de peso de los productos que han sido cultivados con diferente intensidad de luz. Esta diferencia de peso se produce porque las plantas que crecen a la sombra son privadas de suficiente luz para la fotosíntesis, que es el proceso por

el cual las plantas transforman el anhídrido carbónico y el agua en materia orgánica, oxígeno y energía, mediante la acción de la luz.

3.11.4.4 Ventilación

Hartmann (1990), asevera que el intercambio de aire entre el interior de un ambiente atemperado y la atmósfera exterior, es fundamental para incorporar dióxido de carbono, controlar la temperatura, humedad relativa y mezclar el aire.

Serrano citado por Cajías (2007), menciona que la ventilación es muy importante porque por este medio se regula la temperatura, humedad relativa, el contenido de anhídrido carbónico y el oxígeno, mediante el intercambio de aire al interior, debido a la baja densidad de aire caliente dentro del invernadero y como consecuencia del flujo de aire desde al ambiente externo, reguladas mediante ventanas laterales, frontales o centrales.

Cuando se trata de ventilación natural, la superficie de ventilación está en función de las dimensiones del invernadero y de la ubicación de las ventanas, si estas son laterales o frontales deberá equivaler al 15% de la superficie cubierta, si tuviera ventilación cenital y lateral, las cenitales deberán equivaler al 10% de la superficie del invernadero, manteniéndose el 15% en las ventanas laterales.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 LOCALIZACIÓN

4.1.1 Ubicación geográfica

El trabajo experimental se llevó a cabo en la comunidad de Ocomisto, ubicado en el cantón de Achocalla, de la Provincia Murillo del departamento de La Paz. Situada a 16° 31' de Latitud Sur y 68° 18' de Longitud Oeste a una altitud de 3900 m.s.n.m. (Ver anexo 1).

4.1.2 Características agroecológicas de la zona

Posee una capa arable que varía entre 15 a 20 cm, donde se observa indicios de erosión hídrica y eólica en diferentes grados.

Existen aguas superficiales en posos poco profundos y con regular potencial hídrico, que permite asegurar el riego.

4.1.3 Precipitación

Existe una precipitación pluvial con un promedio anual de 460 mm, de los cuales cerca del 60% tienen lugar en los meses de diciembre a febrero. Tormentas de granizo causan pérdidas con mayor frecuencia de cosechas es una de cada 10 años (SENAMHI 2010).

4.1.4 Temperatura

La temperatura promedio anual varía de 10 °C en verano y 7.4 °C en invierno. Las temperaturas varían en función a la época del año, registrándose temperaturas bajas en los meses de mayo, junio e incluso julio (SENAMHI 2010).

4.1.5 Fisiografía y vegetación

La topografía de la zona muestra una planicie con pequeñas ondulaciones, cuya pendiente natural está dirigida hacia el suroeste, mostrando algunas áreas donde se producen inundaciones de corta duración, dando origen a pequeños bofedales. La vegetación silvestre está compuesta principalmente de gramíneas con poco desarrollo vegetativo, tales como la paja brava, pasto pluma y pequeños arbustos de thola, malváceas, ortigas, vicia, muña.

4.2 MATERIALES

4.2.1 Material vegetal

Faiguenbaum citado por Cajías (2007), indica que la variedad Oregon sugar pod II, botánicamente presenta la semilla en forma globosa o angular y un diámetro de 3 a 5 mm germina entre los 10 a 12 días después de siembra, sigue su desarrollo hasta florear entre los 45 a 50 días y el periodo de cosecha inicia alrededor de los 60 días el cual dura 5 ó 6 semanas aproximadamente; dependiendo del clima en que se ubique la cosecha.

4.2.2 Materiales de campo

- Estacas
- Cinta métrica
- Herramientas de campo
- Marbetes
- Material para el tutoraje

4.2.3 Material de gabinete

- Computadora

- Papelería
- Discos compacto
- Cuaderno de registro

4.2.4 Equipos

- Cámara fotográfica
- Termómetro de máximas y mínimas
- Vernier
- Balanza de precisión

4.3 METODOLOGÍA

4.3.1 Procedimiento experimental

4.3.1.1 Preparación del terreno

En la tercera semana de febrero se procedió a la preparación del suelo, se consideró un riego superficial antes de la preparación misma del terreno, posteriormente se llevó a cabo una remoción, mediante roturado, incorporación de material orgánico como abono, posteriormente una nivelación y trazado de las unidades experimentales.

4.3.1.2 Toma de muestras del suelo

Para el análisis físico-químico del suelo se tomaron muestras al azar empleando el método zigzag, evitando tomar muestras en una franja de 50 cm hasta el borde de la parcela. Se tomó 10 submuestras, formando una sola muestra compuesta posteriormente mediante cuarteo se obtuvo la muestra representativa aproximadamente de 1 kg para su respectivo análisis en laboratorio.

4.3.1.3 Análisis físico y químico del sustrato

Las muestras de sustrato sustraídas antes de la siembra del cultivo de arveja china, presentan los siguientes valores, mismos que se observan en el anexo 2, estos datos nos permiten la interpretación del nivel de fertilidad del suelo sobre la base del análisis de laboratorio, los cuales se evalúan a continuación según tablas de interpretación de la fertilidad del suelo descrito por Chilón (1997).

La textura del suelo fue Franco Arcilloso (FY), la cual nos permite inferir que los suelos son apropiados para el cultivo de la arveja china como reporta (Calderón y Dardón, 1994), quienes mencionan que el cultivo de arveja china puede adaptarse a diferentes tipos de suelos, a excepción de los muy compactados.

Según el análisis químico del sustrato se tiene un **pH** de 6.5 la cual es considerada ligeramente ácido, según (Krarup, 1993), la arveja china crece en suelos que presenten un pH comprendido entre 5.6 – 6.8; Calderón y Dardón (1994), mencionan que el pH óptimo está entre 6.0 a 7.0.

La conductividad eléctrica (C.E.) en el sustrato fue 0.206 mMhos/cm, este valor nos indica que no hay problemas de sales según (Chilón, 1997).

El análisis químico del sustrato preparado para el cultivo no presenta grava, la capacidad de intercambio catiónico bajo, saturación de bases alta, materia orgánica media, nitrógeno total medio, fósforo alto y potasio medio, por tanto se concluye, que es un suelo que va desde media a alta fertilidad; esta interpretación se realizó según la tabla de interpretación de fertilidad de suelos (Chilón, 1997).

4.3.1.4 Siembra

La primera semana de marzo durante los tres primeros días se procedió a la siembra directa dejando dos semillas, de acuerdo a las distancias predeterminadas,

se llevó acabo de acuerdo al cronograma y según en el trabajo de investigación las distancias fueron:

$D_1 = 0.5$ m entre surco y 0.20 m entre planta

$D_2 = 0.5$ m entre surco y 0.30 m entre planta

$D_3 = 0.5$ m entre surco y 0.40 m entre planta

4.3.1.5 Riego

Se utilizó cintas de riego con una distancia de 30 cm entre emisor y un caudal de 0.002 l/min o 1.2 l/h de cada emisor, el riego se realizó día por medio durante el mes de marzo que era el periodo de emergencia, después de realizó tres días por semana durante dos horas.

4.3.1.6 Poda

La poda se realizó con el uso de tijeras desinfectadas con alcohol al 96%. Las podas se efectuaron entre el penúltimo y antepenúltimo brote foliar, los días que se realizaron fueron los siguientes:

P_1 poda $_1 = 25$ días después de la siembra (25 de marzo)

P_2 poda $_2 = 45$ días después de la siembra (14 de abril)

P_3 poda $_3 = 65$ días después de la siembra (4 de mayo)

4.3.1.7 Labores culturales

Se realizó aporques para airear el terreno y cubrir las raíces de los tallos en dos oportunidades, la primera en la fase inicial de crecimiento de la planta; y la segunda, en la etapa de floración.

También se realizó el desmalezado de forma manual, arrancando de la raíz a las plantas indeseables, que compiten con el cultivo por el agua, luz, nutrientes lo cual disminuye su rendimiento.

El tutorado se realizó una vez que las plántulas han alcanzado alturas entre los 15 – 20 cm de altura es decir, transcurridos un mes después de la siembra, colocando hilos por encima de la planta, atadas a las vigas del techo de la carpa solar con el objeto de permitir un desarrollo vertical de la arveja china.

4.3.1.8 Temperaturas

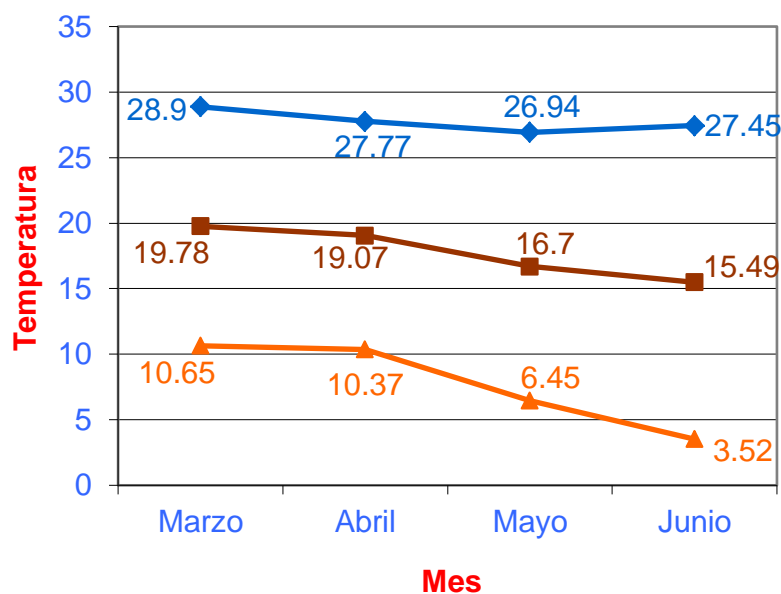
El registro de la toma de datos de la temperatura se realizó de 10:15 a 10:30 a.m., se utilizó un termómetro de máxima y mínima, en la parte central del cultivo a una altura de 50 cm.

Este registro comprendió un periodo de cuatro meses de trabajo de campo, comprendidos entre el 1 de marzo al 30 de junio del 2010, a una altura de 0.5 metros sobre el nivel del suelo, los datos se encuentran incluidos en anexos.

Cuadro 3. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo

TEMPERATURA	MES			
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máxima °C	28.90	27.77	26.94	27.45
Media °C	19.78	19.07	16.70	15.49
Mínima °C	10.65	10.37	6.45	3.52

Gráfico 1. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ciclo del cultivo.



En el gráfico 1, se puede observar que la temperatura promedio más elevada fue de 28.90 °C que se presentó en el mes de marzo el cual se encontraba en la parte central del cultivo.

La temperatura promedio baja, se registró en el mes de junio la cual fue de 3.52 °C. Las temperaturas máximas registradas fueron mayores a las recomendadas en la revisión de literatura.

Calderón *et al.* (2000), mencionan que este cultivo crece en temperaturas que oscilen los 10 a 24 °C, cuando las temperaturas son muy elevadas las flores llegan a abortar, así mismo cuando las temperaturas son muy bajas la vaina no crece lo suficiente. Por otro lado, el autor señala que es una planta resistente al clima frío y poco resistente a la sequía. Se desarrolla en clima templado.

4.3.1.9 Cosecha o recolección

La recolección se realizó en forma manual y de manera escalonada cada semana de manera muy cuidadosa para no bajar la calidad del producto.

4.3.1.10 Post-Cosecha.

Una vez realizada la toma de datos correspondientes a la producción y calidad de la cosecha, se preparó las vainas de arveja china para su posterior comercialización en el mercado local, con el correspondiente pesado y embolsado de dicho producto.

4.3.2 Diseño experimental.

El diseño experimental de acuerdo a la ubicación de las carpas solares y la ubicación de los tratamientos, se empleó el diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas bloqueándose la gradiente de temperatura por la distribución de las ventanas y la caída del alero (Rodríguez, 1991).

4.3.2.1 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Media general

β_j = Efecto de j-ésimo bloque

α_i = Efecto de i-ésima distancia de siembra

ε_{ij} = Error de la parcela principal

δ_k = Efecto de k-ésima poda

$(\alpha\delta)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre los dos factores

ε_{ijk} = Error experimental

4.3.2.2 Factores de estudio

Factor D = distancia de siembra (parcela grande)

- D_1 = 0.5 m entre surco y 0.20 m entre plantas
- D_2 = 0.5 m entre surco y 0.30 m entre plantas
- D_3 = 0.5 m entre surco y 0.40 m entre plantas

Factor P = poda (parcela pequeña)

- P_0 poda $_0$ = sin poda
- P_1 poda $_1$ = 25 días después de la siembra
- P_2 poda $_2$ = 45 días después de la siembra
- P_3 poda $_3$ = 65 días después de la siembra

4.3.2.3 Formulación de tratamientos

Se obtendrán 12 tratamientos, que serán la interacción de ambos tratamientos

- $T_1 = D_1 P_0$ = 20 cm, sin poda
- $T_2 = D_1 P_1$ = 20 cm con poda a los 25 días después de la siembra
- $T_3 = D_1 P_2$ = 20 cm con poda a los 45 días después de la siembra
- $T_4 = D_1 P_3$ = 20 cm con poda a los 65 días después de la siembra
- $T_5 = D_2 P_1$ = 30 cm con poda a los 25 días después de la siembra
- $T_6 = D_2 P_2$ = 30 cm con poda a los 45 días después de la siembra
- $T_7 = D_2 P_3$ = 30 cm con poda a los 65 días después de la siembra
- $T_8 = D_2 P_0$ = 30 cm, sin poda
- $T_9 = D_3 P_2$ = 40 cm con poda a los 45 días después de la siembra
- $T_{10} = D_3 P_3$ = 40 cm con poda a los 65 días después de la siembra
- $T_{11} = D_3 P_0$ = 40 cm, sin poda
- $T_{12} = D_3 P_1$ = 40 cm con poda a los 25 días después de la siembra

4.3.2.4 Croquis de la parcela experimental

Cuadro 4. Croquis de la parcela experimental

B L O Q U E	I	D ₁				D ₂				D ₃				6 m		
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁			
	II	D ₂				D ₃				D ₁						
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂			
	III	D ₃				D ₁				D ₂						
		P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃			
			8 m				24 m				Área total 144 m ²					
			Parcela grande				1.5 m				Área del bloque 36 m ²					
											Área parcela grande 12 m ²					
										Área parcela pequeña 3 m ²						

4.4 Variables de respuesta

4.4.1 Días a la emergencia

Se determinó a través de la observación directa de cada unidad experimental, tomando en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que más del 60% de las plántulas de una unidad experimental emergen a la superficie del terreno.

4.4.2 Días a la floración

Se determinó el número de días que transcurrió desde la siembra hasta la formación del 60% de flores de las plantas de un tratamiento.

4.4.3 Días a la cosecha

Se contó los días desde la siembra hasta el momento de la cosecha en cada uno de los tratamientos.

4.4.4 Número de flores

Se registró el número de flores presentes en cada planta y el total por tratamiento, dos veces por semana.

4.4.5 Número de vainas

Se contó el número de vainas formadas por planta y el total de vainas por tratamiento al momento de la cosecha.

4.4.6 Longitud de vaina

Empleando el vernier se midió el diámetro de las vainas por tratamiento. Se llevó a cabo este registro en intervalos de cuatro días.

4.4.7 Peso de vaina verde

Se realizó el pesado de cada vaina, el total de vainas por planta y el total de vainas por tratamiento.

4.4.8 Rendimiento

Se determinó al pesar todas las vainas del total de las cosechas de cada unidad experimental en relación con su área, expresada en gramos por metro cuadrado.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los objetivos de este presente trabajo de investigación fue establecer el efecto de las podas y distancias de siembra en el cultivo de la arveja, es decir encontrar la poda y la distancia de siembra más apropiada a fin de establecer la mayor producción y rendimiento, además de estudiar la interacción entre ambos.

5.1 Análisis estadístico

El presente trabajo de investigación se realizó con tres podas y su testigo, tres distancias de siembra, por lo cual se obtuvo doce tratamientos, tres bloques que hicieron un total de treinta seis unidades experimentales.

5.1.1 Días a la emergencia

En el cuadro 5, se observa el análisis de varianza para días a la emergencia cuando estas se encontraban al 60%. Donde se puede apreciar el coeficiente de variación de 14.39%, siendo menor que 30% el cual se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad.

Cuadro 5. Análisis de varianza para días a la emergencia

FV	GL	SC	CM	F	PF
Bloque	2	8	4	0.14	0.87Ns
Dist.	2	56	28	1.00	0.44 Ns
ERROR	4	112	28		
TOTAL	8	176			

C.V. = 14.39%

Ns = No Significativo

* = Significativo

No se tiene diferencias significativas en los bloques, lo que indica que las fluctuaciones de temperatura al interior del invernadero no afectaron a la variable días a la emergencia, lo cual nos indica que el ensayo fue homogéneo para todos los tratamientos

Calderón *et al.* (2000), mencionan que este cultivo crece en temperaturas que oscilen los 10 a 24 °C, por otro lado, el autor señala que es una planta resistente al clima frío y poco resistente a la sequía. Se desarrolla en clima templado.

No se encontraron diferencias significativas en distancias de siembra, lo que indica que las tres distancias de siembra emergieron al mismo tiempo esto posiblemente a que se sembró a una misma profundidad de siembra y a una humedad adecuada del suelo.

Las plántulas de arveja emergieron a los 7 días en promedio después de la siembra, esto se determinó con la aparición del 60% de plántulas por encima de la superficie del suelo, Toro, (1996), señala que 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 cinco a ocho días después de la siembra.

5.1.2 Días a la floración

En el cuadro 6, se observa el análisis de varianza para días a la floración, esta variable se tomó cuando aproximadamente el 60% de las plantas de cada unidad experimental estaban en floración y su coeficiente de variación es de 2.39% siendo menor que 30%, lo cual indica que se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad.

Cuadro 6. Análisis de varianza para días a la floración

FV	GL	SC	CM	F	PF
Bloque	2	27.0555	13.5277	1.51	0.3242 Ns
Dist.	2	340.055	170.027	19.01	0.0091 *
Bloque*Dist.	4	35.7777	8.9444		
Poda	3	12.2222	4.0740	1.02	0.4066 Ns
Dist.*Poda	6	198.944	3.3240	0.83	0.5601 Ns
ERROR	18	71.8333	3.9907		
TOTAL	35	506.888			

C.V. = 2.39%

Ns = No Significativo

* = Significativo

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para esta variable, expresan que no existen diferencias estadísticas significativas en bloques, lo que indica que la gradiente de temperatura dentro de la carpa solar no afecto a la variable días a la floración.

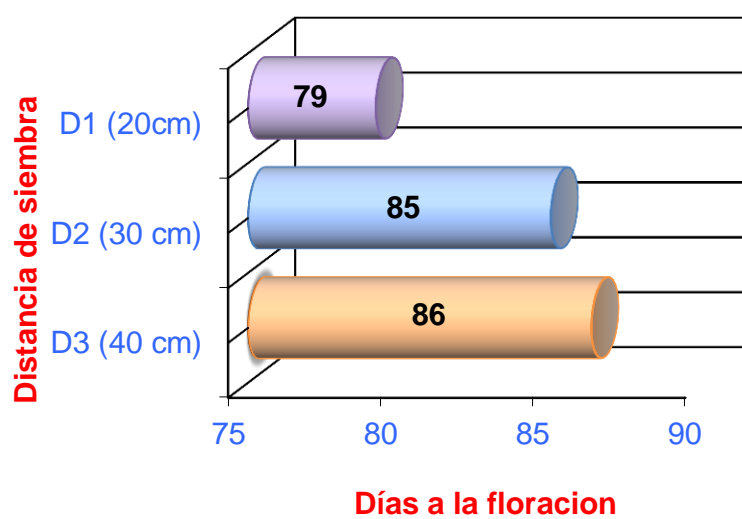
No se encontró diferencias significativas en podas para esta variable, esto debido a sus características genéticas, la etapa de floración es influenciada por condiciones ambientales, fertilidad de suelo y manejo, como la siembra se realizó el mismo día esto no influyo en la variable días a la floración, Rodríguez (1991), menciona que la floración está más ligada a procesos fisiológicos, y que las reacciones fisiológicas van íntimamente ligada a factores que caracterizan un clima, suelo o bien limitan las posibilidades de floración.

El análisis de varianza también indico que no existen diferencias estadísticas significativas en la interacción de los factores de podas y distancias de siembra, lo

cual indica que estos factores se comportan de forma independiente para los días a la floración.

Se encontró diferencias significativas en distancias de siembra, por lo cual para este factor se realizó la prueba de Duncan al 5% para la comparación de medias.

Gráfico 2. Promedio de días a la floración alcanzada por el cultivo de arveja china en las tres distancias de siembra



De acuerdo a la gráfica 2, días a la floración, en el factor distancias de siembra observamos que existen diferencias significativas, la floración temprana se dio en la distancia de 20 cm con 79 días y la más tardía fue en la distancia de 40 cm con 86 días después de la siembra. Dentro de este factor distancia de siembra observamos que a menor distancia de siembra, la floración es más temprana.

La D_1 (20 cm), tuvo menor número de días a la floración, puesto que como se menciono era la que tenía mayor población de plantas a comparación de las distancias D_2 y D_3 , por lo que las plantas tenían más temperatura. Al respecto

Álvarez y Calderón (1993), señalan que si la distancia entre surcos es menor se tendrá mayor número de plantas, por otro lado el menor espaciamiento entre semillas provocara un microclima que facilitará la floración.

Dentro de este factor distancia de siembra observamos que a menor distancia de siembra la floración es temprana, el cultivo de arveja china comienza a florecer a partir del nudo 9 y 10. Sobrino (1992) indica que la mayoría de los cultivares de arveja producirán las primeras flores en los nudos 9 a 11 generalmente.

5.1.3 Días a la cosecha

En el cuadro 7, se observa el análisis de varianza para días a la cosecha, donde el coeficiente de variación es 2.66% lo que indica que los datos obtenidos son confiables, encontrándose en los límites aceptables.

Cuadro 7. Análisis de varianza para días a la cosecha

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calc.	P. F.
Bloque	2	2.6667	1.3333	0.26	0.7816 Ns
Dist.	2	12.5000	6.2500	1.23	0.3835 Ns
Bloque* dist	4	20.3333	5.0833		
Poda	3	296.972	98.990	18.12	0.0001 *
Dist*Poda	6	57.9444	9.6574	1.77	0.1627 Ns
Error	18	98.3333	5.4629		
TOTAL	35	488.750			

C.V. = 2.66%

Ns = No Significativo

* = Significativo

El análisis de varianza nos indica que no se encontró diferencias significativas en los bloques, lo que indica que la temperatura al interior de la carpa solar no tuvo significancia en esta variable de estudio.

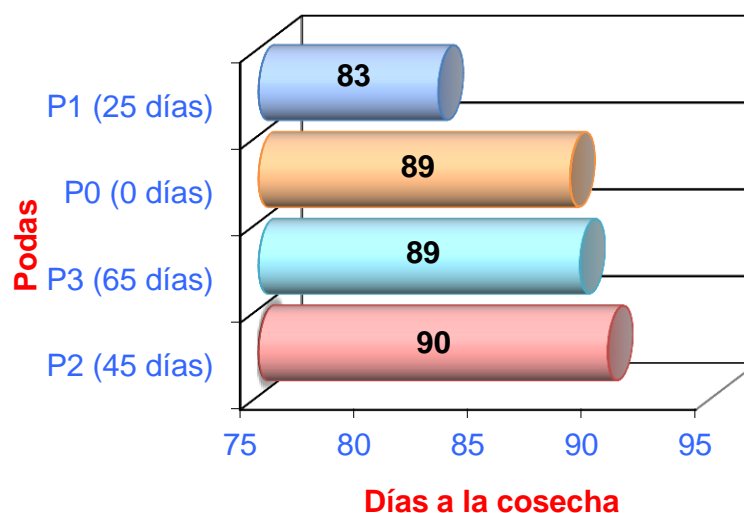
En cuanto al factor distancia de siembra no se encontraron diferencias significativas, el cual demuestra que este factor no influyo en los días a la cosecha.

En la interacción de estos factores, se observó que tampoco existen diferencias significativas, lo que nos indica que estos factores se comportan de forma independiente, por tanto estos factores se pueden utilizar indistintamente en el cultivo.

El hecho de que no hubiese significancia en estos factores, probablemente se debió a que las podas fueron adecuados en cada una de las etapas del cultivo, de lo contrario se habrían presentado las observaciones hechas por Gudiel citado por Kantuta (2004,) el cual señala que ante la deficiencia de una buena poda se presenta en la planta un desarrollo mínimo, con amarillamiento progresivo. El efecto de distancias de siembra sobre los días a la cosecha nos muestra claramente según el análisis estadístico que no existe diferencia significativa, por tanto las distancias de siembra tampoco influyen en el número de días a la cosecha.

Si se encontró estadísticamente diferencias significativas en el factor podas, para un mejor análisis se realizó la prueba de Duncan al 5% para la comparación de medias.

Grafico 3. Promedio de días a la cosecha alcanzada por el cultivo de arveja china en podas.



Respecto al efecto de podas en el número de días a la cosecha Grafico 3, por la prueba de Duncan, se demostró que estadísticamente son diferentes entre sí, obteniendo en la P_1 (25 días) por la poda aplicada fueron superiores, con 83 días de la siembra hasta la cosecha en promedio, y el que registra el mayor tiempo fue la P_2 (45 días) con 90 días desde el momento de la siembra a la cosecha.

De los resultados obtenidos anteriormente, la diferencia en los días a la cosecha en las podas aplicadas, se atribuye fundamentalmente a que el corte realizado provoca un retardo tanto en el inicio como en la finalización de la cosecha, al respecto Maroto (1995) señala que con la poda se permite obtener rendimientos aceptables, pero a nivel fisiológico puede presentar retraso.

La diferencia con respecto a las podas P_3 (65 días) fue porque a esta la poda se realizó durante la etapa de floración del cultivo y la P_2 (45 días) la poda se realizó en la fase juvenil de la planta y al comienzo de la floración, Montoya (1993), el autor señala también que cuando se efectúa la poda a muy temprana edad provoca retardos en el crecimiento.

Las diferencias probablemente se deban también al corte realizado provocando un retardo tanto en el inicio como en la finalización de la cosecha.

5.1.4 Número de flores

En el cuadro 8, se observa el análisis de varianza para el número de flores. Donde se puede apreciar el coeficiente de variación de 5.40%, siendo menor que 30%, lo que indica que se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el número de flores

FV	GL	SC	CM	F	PF
Bloque	2	138.1667	69.0833	0.41	0.6868 Ns
Dist.	2	2502.1667	1251.0833	7.48	0.0445 *
Bloque*Dist.	4	668.6667	167.1667		
Poda	3	162.7778	54.2592	1.44	0.2654 Ns
Dist.*Poda	6	376.7222	62.7870	1.66	0.1881 Ns
ERROR	18	680.5000	37.8056		
TOTAL	35	4529.0000			

$$C.V. = 5.40\%$$

Ns = No Significativo

* = Significativo

No se tiene diferencias significativas en los bloques, lo que indica que las fluctuaciones de temperatura al interior de la carpa solar no afectaron la variable número de flores.

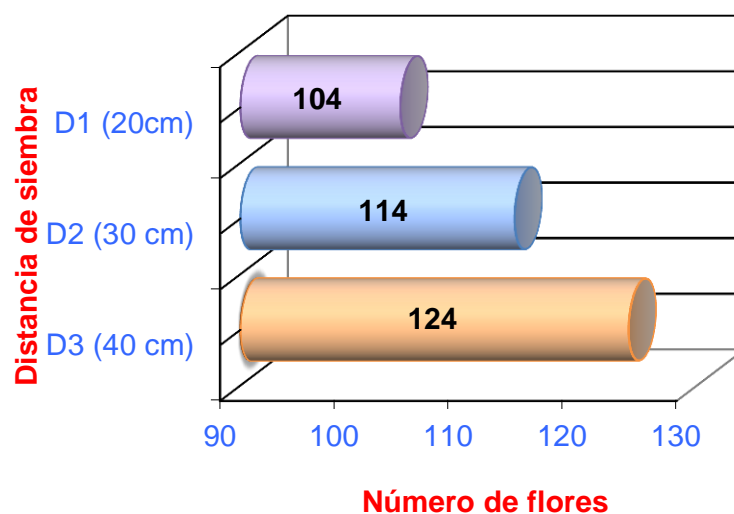
El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas al 5% de probabilidad, por efecto de la poda al variable número de flores, mostrándose de

esta manera que la aplicación de la poda en los tratamientos no afecta al comportamiento fisiológico de la arveja.

Se encontró diferencias significativas en distancias de siembra, por lo cual para este factor se realizó la prueba de Duncan para la comparación de medias.

La interacción de los factores poda y distancias de siembra resulto ser también no significativo, mostrando que estos factores no se influyen mutuamente, por lo tanto, no hay un efecto modificador.

Grafico 4. Promedio de número de flores alcanzada en las tres distancias de siembra



La distancia D₃ (40 cm) tiene mayor número de flores existiendo una diferencia de 10 flores con la distancia D₂ (30 cm) y una diferencia de 20 flores con la distancia D₁ (20 cm).

En el grafico 4, se observa que el mayor número de flores está en la D₃ (40 cm) con 124 flores, esta diferencia quizá se deba a que la distancia les favoreció en el desarrollo de las plantas ya que estas no competían por nutrientes, luz y aireación.

En cambio la D₁ (20 cm) con 104 tuvo el menor número de flores, en el cual existió mayor competencia entre plantas, este comportamiento posiblemente se deba a que las plantas no tuvieron el mejor aprovechamiento de los nutrientes, aireación y luz.

Según Ruiz (1993) una alta densidad de plantación significa un efecto competitivo entre plantas sembradas por luz, agua, nutrientes, espacio físico, tanto sobre la superficie como debajo de la planta.

5.1.5 Número de vainas

En el cuadro 9, se observa el análisis de varianza para el número de vainas. Donde se observa el coeficiente de variación de 7.32%, lo que indica que los datos están dentro de los límites aceptados.

Cuadro 9. Análisis de varianza para número de vainas

FV	GL	SC	CM	F	PF
Bloque	2	102.7222	51.3611	0.66	0.5641 Ns
Dist.	2	264.0556	132.0278	1.70	0.2916 Ns
Bloque*Dist.	4	309.9444	77.4861		
Poda	3	278.0833	92.6944	2.63	0.0221*
Dist.*Poda	6	314.1667	52.3611	1.49	0.2384 Ns
ERROR	18	634.0000	35.2222		
TOTAL	35	1902.9722			

$$CV = 7.32\%$$

Ns = No Significativo

* = Significativo

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para esta variable, expresan que no existen diferencias estadísticas significativas en bloques, lo que

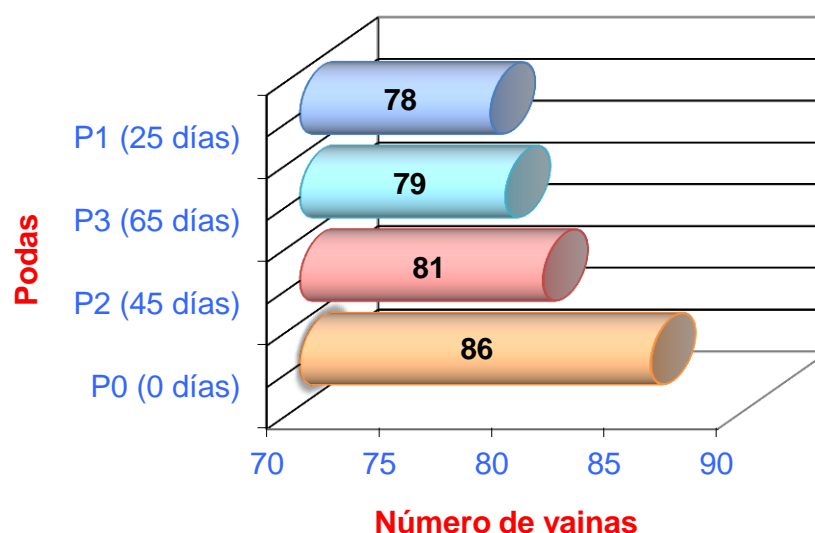
indica que la gradiente de temperatura dentro de la carpa solar no afecto a la variable días a la floración.

No existen diferencias significativas por efecto de las podas mostrándose de esta manera que las distancias de siembra no afectan al comportamiento fisiológico del cultivo.

En el análisis de varianza realizado para ésta variable también mostro ser no significativo en la interacción de estos dos factores. Lo que muestra que cada factor es independiente en sus funciones dentro la planta en lo que se refiere a número de vainas.

Si se encontró diferencias significativas en las podas, vale decir que el número de vainas presentes difiere principalmente por las podas y no de manera significativa por influencia del medio ambiente ni las distancias de siembra, para lo cual se realizó la prueba de Duncan al 5%.

Gráfico 5. Promedio de número de vainas alcanzada por el cultivo en podas.



En el gráfico 5, observamos que la poda P_0 (0 días) el número de vainas fue mayor con 86 vainas por planta y la menor cantidad de vainas tuvo la P_1 (25 días)

con 78 vainas reportando una diferencia de 8 vainas, esto posiblemente a que la eliminación de brotes se realizó a los 25 días, en plena etapa de desarrollo de la planta. Serrano mencionado por Gareca (2005), señala que con los desbrotes o podas se intenta encauzar el desarrollo vegetativo de la parte aérea de la planta limitando el número de tallos en los vegetales y por tanto la cantidad de número de vainas.

5.1.6 Longitud de vaina

En el cuadro 10, se observa el análisis de varianza para longitud de vaina. Donde se puede observar que el coeficiente de variación es de 7.79% y al ser menor que 30% se encuentra dentro del parámetro de confiabilidad.

Cuadro 10. Análisis de varianza para longitud de vaina

FV	GL	SC	CM	F	PF
Bloque	2	12.5872	6.2936	4.36	0.0990 Ns
Dist.	2	5.7089	2.8544	1.98	0.2530 Ns
Bloque*Dist.	4	5.7778	1.4444		
Poda	3	3.7911	1.2637	2.38	0.1038 Ns
Dist.*Poda	6	9.6156	1.6026	3.01	0.0321 *
ERROR	18	9.5683	0.5316		
TOTAL	35	47.0489			

$$C.V. = 7.79\%$$

Ns = No Significativo

* = Significativo

En el análisis de varianza para la variable longitud de vaina, se determinó que no se encontraron diferencias significativas para los bloques lo que indica que no existieron diferencias en las fluctuaciones de temperatura al interior del invernadero.

En la variable longitud de vaina en arveja china por efecto de las podas no se observa diferencias significativas, lo que quiere decir que con las podas realizadas no presenta diferencias en el comportamiento fisiológico en la longitud del fruto.

Ninguna de las podas y las distancias de siembra influyen en la longitud de vaina de la arveja, es decir que se pueden utilizar indistintamente, también se puede señalar que el tamaño de las vainas es un aspecto netamente de cada variedad, al respecto Rodríguez (1991), menciona que esta es prácticamente la variabilidad de las especies dentro de una población.

Al respecto Montoya (1993), menciona que la supresión de brotes provoca una mayor traslocación de nutrientes, agua y minerales, lo que conduce a una mejor abastecimiento de la materia verde y rendimiento en longitud de vaina.

Se encontraron diferencias significativas en la interacción de distancia de siembra y poda por lo cual se realizó prueba de efecto simple.

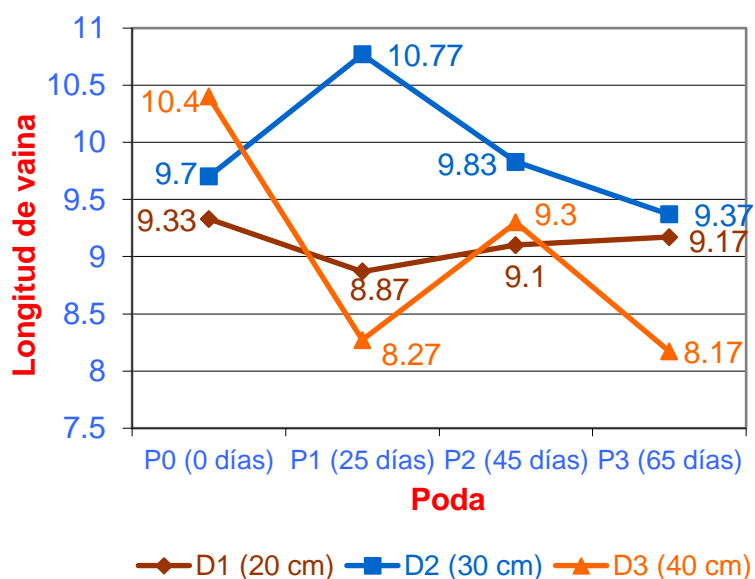
Cuadro 11. Análisis de varianza de efecto simple para interacción de distancia de siembra y poda

FV	GL	SC	CM	F	PF
SCA (P0)	2	1.76	0.88	0.06	6.94 Ns
SCA (P1)	2	10.22	5.11	0.35	6.94 Ns
SCA (P2)	2	0.86	0.43	0.03	6.94 Ns
SCA (P3)	2	2.48	1.24	0.09	6.94 Ns
B*D	4	57.78	14.44		
SCB (D1)	3	0.34	0.11	0.21	3.16 Ns
SCB (D2)	3	3.24	1.08	2.03	3.16 Ns
SCB (D3)	3	9.83	3.28	6.17	3.16 *
ERROR	18	95.68	0.53		

El cuadro 11, de análisis de varianza para efectos simples se puede ver que existe dependencia de todas las interacciones puesto que las diferencias no son significativas.

Se puede observar que, existen diferencias significativas para las distancias de siembra, por lo que se puede afirmar con el 5% de error que el efecto de la distancia de siembra es dependiente al efecto de la poda, es decir que la longitud de vaina en la distancia de siembra D_3 (40 cm), en prioridad dependen del factor poda, por ello el presente trabajo de investigación se manifestó como mejor interacción la distancia 40 cm, con lo cual obtuvo mayor promedio de longitud de vaina.

Grafico 6. Efectos simples para la interacción de distancia de siembra y poda



En el grafico 6, se puede observar que la P_1 (25 días) fue la que presento una longitud de vaina de 10.77 cm con la D_2 que obtuvo un promedio de 9.3 cm con las otras dos distancias de siembra, la P_3 (65 días) fue la que obtuvo una longitud de vaina menor con un promedio de 8.90 cm, esto fue posiblemente debido a que estas no desarrollaron todos sus nudos reproductivos debido a la poda, y el crecimiento de la vaina es mejor cuando esta se encuentra en alturas elevadas, basándose en que los primeros nudos reproductivos van siendo sombreados por las nuevas hojas que se van desarrollándose en los nudos más altos y por otra parte a medida que avanza

el desarrollo de las plantas, tanto la radiación solar como las temperaturas van siendo cada vez más altas.

La P₀ (0 días) es la que obtuvo 10.40 cm de longitud, comparando con P₁ (25 días) lo cual hace una diferencia de 0.37 cm esto debido a que P₀ no tuvo poda a comparación de las demás con podas.

Según Montoya (1993) la poda se realiza para controlar el crecimiento de la planta sin embargo permite el desarrollo de la longitud y precocidad de la vaina.

Las tres distancias de siembra con la interacción de podas llegaron a una longitud de vaina adecuada para su comercialización ya que los rangos requeridos en el mercado son de 6 a 11 cm, donde todas alcanzaron este rango, Fuentes (1999), asevera que entre los requisitos de buena calidad se tiene que el tamaño de la vaina debe ser entre 7 y 9 cm de largo, de preferencia con 2.5 cm de ancho

5.1.7 Peso verde

Cuadro 12. Análisis de varianza para peso verde

FV	GL	SC	CM	F	PF
Bloque	2	17.8105	8.9053	7.58	0.0636 Ns
Dist.	2	4.8905	2.4453	2.08	0.2400 Ns
Bloque*Dist.	4	4.6978	1.1744	1.30	
Poda	3	4.1697	1.3899	1.54	0.3084 Ns
Dist.*Poda	6	6.2294	1.0382	1.15	0.3763 Ns
ERROR	18	16.2983	0.9054		
TOTAL	35	54.0963			

C.V. = 15.64%

Ns = No Significativo

* = Significativo

En el cuadro 12, se observa el análisis de varianza efectuado para los factores: poda, distancias de siembra e interacción entre estos factores, se observó que no existe diferencia significativa alguna, presentando un coeficiente de variación de 15.64%, encontrándose dentro de los límites de confiabilidad.

El análisis de varianza para esta variable mostró que ninguna de las podas y distancias de siembra influyen en el peso verde, es decir, que se pueden utilizar indistintamente, también podemos señalar que el peso de las vainas es un aspecto netamente de cada variedad, al respecto Rodríguez, citado por Kantuta (2004) menciona que esta es prácticamente la variabilidad de las especies dentro de una población.

5.1.8 Rendimiento

En el cuadro 13, se observa el análisis de varianza para el rendimiento, donde se aprecia el coeficiente de variación 19.68% lo que indica que los datos son confiables y se encuentra dentro de los límites de confiabilidad.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el rendimiento

FV	GL	SC	CM	F	PF
Bloque	2	409827263.166	204913631.583	4.46	0.0958Ns
Dist.	2	1148295300.500	574147650.250	12.50	0.0190*
Bloque*Dist.	4	183757363.333	45939340.833		
Poda	3	149851623.416	49950541.138	1.76	0.1904Ns
Dist.*Poda	6	182230514.833	30371752.472	1.07	0.4152Ns
ERROR	18	510230131.500	28346118.416		
TOTAL	35	2584192196.750			

C.V. = 19.68%

Ns = No Significativo

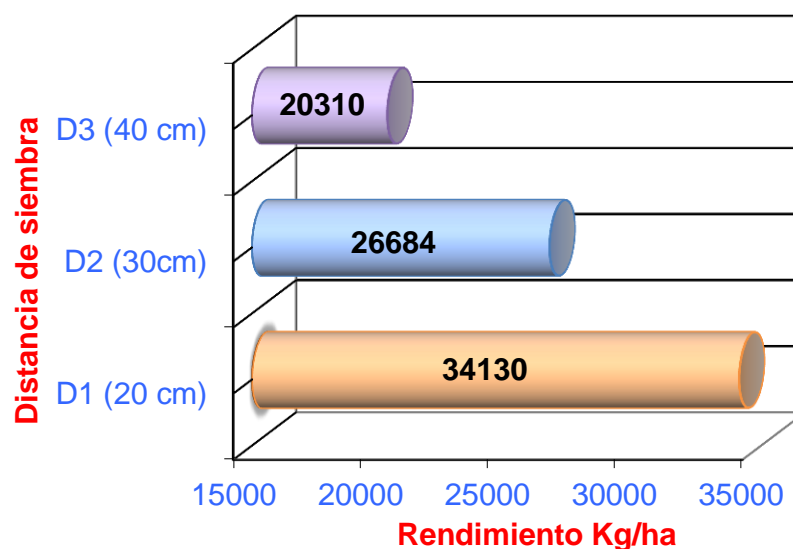
* = Significativo

Según el análisis de varianza, en el rendimiento se reportó que no existen diferencias significativas a un 5% de probabilidad para el factor bloque, es decir que la temperatura al interior de la carpa solar no tuvo influencia en el rendimiento. También se observa que el factor poda no presenta diferencias significativas, es decir, que no hay variaciones al aplicar las podas en las plantas de arveja, el cual no incide en el rendimiento de vaina verde. Esto demuestra que se trata de una variable que no responde de manera directa al rendimiento por planta.

El análisis de varianza, también mostró que la interacción de estos factores poda y densidad de siembra no afectan al rendimiento de vaina verde por planta, en este caso sin poda o con la poda a los 25, 45 o 65 días no inciden en la variable rendimiento de vaina verde.

En la variable de respuesta rendimiento, hay una diferencia significativa en las distancias de siembra esto debido que cada distancia tenía su determinada población de plantas, además que se atribuye a que las distancias de siembra en el cultivo determina un mejor desarrollo de las mismas para su normal desarrollo y en las condiciones en las que se produce el cultivo, en este caso en carpas solares. Para un mejor análisis se realizó la comparación de media.

Grafico 7. Promedio de rendimiento alcanzado por el cultivo en distancia de siembra.



Como se puede observar en el grafico 7, la diferencia del rendimiento se debe a la distancia que existe entre plantas. En la D_3 la distancia es de 40 cm entre plantas como resultado se tiene un menor número de frutos 20310 kg/ha, debido que la población de plantas en esta distancia es menor.

En cambio en D_1 la distancia es de 20 cm entre plantas el cual tiene el mejor rendimiento con 34130 kg/ha, con esta distancia de siembra hay mayor cantidad de plantas, por la cual se deduce que a mayor población de plantas mayor número de frutos.

Quiroz, citado por Belmonte (2011), reporta que con la elección de una determinada distancia entre surcos y densidad de siembra debe tratarse de obtener una óptima población, es decir la utilización completa de la capacidad productiva de suelo capaz de nutrir un número determinado de individuos por unidad de superficie.

En este caso la distancia de siembra más apropiada para el cultivo de arveja china es de 20 cm entre plantas y 50 cm entre surcos obteniéndose con esta distancia un mejor rendimiento.

5.2 Análisis económico

5.2.1 Costos parciales

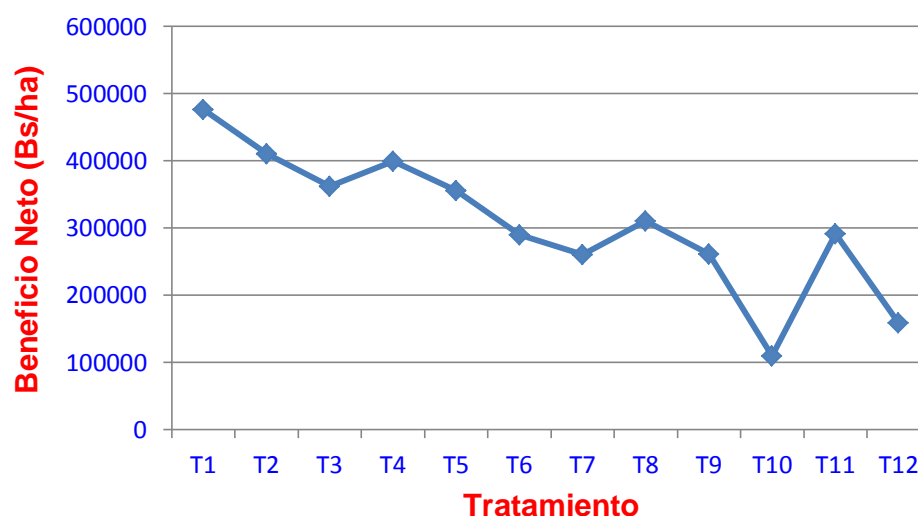
El cuadro 14, muestra los costos parciales de los distintos tratamientos, los cuales se realizaron en base a los rendimientos promedios de poda en las tres distancias de siembra, tomando en cuenta el precio por peso verde de vaina, en el mercado que a la fecha de obtención del producto fue de 20 bolivianos por kilogramo de arveja china.

Cuadro 14. Análisis de costos parciales

DETALLE	TRATAMIENTO											
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
	D ₁ P ₀	D ₁ P ₁	D ₁ P ₂	D ₁ P ₃	D ₂ P ₁	D ₂ P ₂	D ₂ P ₃	D ₂ P ₀	D ₃ P ₂	D ₃ P ₃	D ₃ P ₀	D ₃ P ₁
Rdto. (Tn/ha)	37.70	34.12	31.26	33.45	29.80	25.89	24.20	26.84	23.67	14.75	25.16	17.65
15 %	5.65	5.12	4.69	5.02	4.47	3.88	3.63	4.03	3.55	2.21	3.77	2.65
Rdto. Ajustado	32.04	28.99	26.57	28.43	25.33	22.01	20.57	22.82	20.12	12.54	21.39	15.01
Precio (Bs/Kg)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Beneficio Bruto (Bs/ha)	640764	579972	531471	568650	506634	440164	411366	456348	402447	250807	427720	300107
Costo Variable:												
Material vegetal												
Semilla	46156	46156	46156	46156	30767	30767	30767	30767	23067	23067	23067	23067
Materia orgánica	22222	22222	22222	22222	22222	22222	22222	22222	22222	22222	22222	22222
Tutorado												
Hilos	9611	9611	9611	9611	6411	6411	6411	6411	4800	4800	4800	4800
Clavos	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
Riego	11556	11556	11556	11556	11556	11556	11556	11556	11556	11556	11556	11556
Mano de obra												
Prep. de terreno	14778	14778	14778	14778	14778	14778	14778	14778	14778	14778	14778	14778
Siembra	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411
Aporque	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411
Desmalezado	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411
Poda		4933	4933	4933	4933	4933	4933	4933	4933	4933	4933	4933
Cosecha	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411	7411
Análisis de suelo	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
Costo Total Variable	135323	140256	140256	140256	121667	121667	121667	116734	112356	112356	107423	112356
Costo Total Fijo (carpa solar)	29167	29167	29167	29167	29167	29167	29167	29167	29167	29167	29167	29167
Beneficio neto (Bs/ha)	476274	410549	362048	399227	355800	289330	260532	310447	260924	109284	291130	158584
Relación B/C	3.90	3.42	3.14	3.36	3.36	2.93	2.73	3.13	2.84	1.77	3.13	2.12

Para el rendimiento ajustado se utilizó el 15% de ajuste para compensar el rendimiento obtenido en la parcela experimental con el rendimiento del productor, que de acuerdo a las reglas propuestas por el CIMMYT (1988), debe ajustarse los rendimientos medios del 5 al 30%, dependiendo de las condiciones en las que se realizó el trabajo.

Gráfico 8. Curva de utilidad neta del cultivo arveja china



El gráfico 8, muestra la curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto según sus costos y beneficios. La curva es la representación gráfica de la variación de los beneficios en relación a los costos asociados a cada tratamiento.

En la curva de beneficios netos se puede observar que el tratamiento $T_1 = D_1P_0$, es más rentable que los demás tratamientos, esto debido a que presenta el mayor rendimiento, seguido por $T_2 = D_1P_1$, mientras que el $T_{10} = D_3P_3$ se observa que tiene poca rentabilidad en comparación a los demás tratamientos.

Para los costos variables, se tomó en cuenta los insumos que fueron costo de semilla, abonado, tutorado, la mano de obra, la cual tiene comprendida todas las

actividades realizadas en el área experimental y el riego utilizado durante todo el ciclo del cultivo. Así mismo dentro de los costos fijos esta la carpa solar.

La relación beneficio-costo B/C es un indicador económico el cual indica que por cada boliviano invertido cuanto se gana y resulta de la división del beneficio bruto entre los costos totales (costos variables y fijos)

Dónde:

$B/C > 1$ es rentable

$B/C = 1$ sin utilidad

$B/C < 1$ no es rentable

El tratamiento ($T_1 = D_1P_0$) es la que tuvo la mejor rentabilidad con 476274 Bs/ha, seguido por $T_2 = D_1P_1$ con 410549 Bs/ha, y la rentabilidad más baja se obtuvo en el tratamiento ($T_{10} = D_3P_3$) el cual tiene 109284 Bs/ha, esta diferencia es debido a que en esta distancia se encuentra una menor población de plantas y se realizó la poda, el cual posiblemente afecto el desarrollo normal de la planta.

El cuadro 15, nos muestra que el $T_1 (D_1P_0)$, es el que tiene mayor Relación Beneficio/Costo con 3.90, lo cual nos indica que por Bs 1 invertido, genera un retorno de 3.90 bolivianos por cada hectárea; seguido por el $T_2 (D_1P_1)$ con 3.42 bolivianos.

Por otro lado también se puede observar que el $T_{10} (D_3P_3)$ tiene menor rentabilidad con una Relación Beneficio/Costo de 1.77, lo que nos permite deducir que todos los valores obtenidos son mayores a 1, por lo tanto no existen pérdidas y el agricultor obtiene beneficios en todos los tratamientos.

Cuadro 15. Análisis de costos, relación Beneficio/Costo

Tratamiento	Ingreso Bruto	Costo Total	Ingreso Neto	Rel. B/C
T ₁ (D ₁ P ₀)	640764	164490	476274	3.90
T ₂ (D ₁ P ₁)	579972	169423	410549	3.42
T ₃ (D ₁ P ₂)	531471	169423	362048	3.14
T ₄ (D ₁ P ₃)	568650	169423	399227	3.36
T ₅ (D ₂ P ₁)	506634	150834	355800	3.36
T ₆ (D ₂ P ₂)	440164	150834	289330	2.92
T ₇ (D ₂ P ₃)	411366	150834	260532	2.73
T ₈ (D ₂ P ₀)	456348	145901	310447	3.13
T ₉ (D ₃ P ₂)	402447	141523	260924	2.84
T ₁₀ (D ₃ P ₃)	250807	141523	109284	1.77
T ₁₁ (D ₃ P ₀)	427720	136590	291130	3.13
T ₁₂ (D ₃ P ₁)	300107	141523	158584	2.12

Como se puede observar en el cuadro 15, todos los tratamientos son económicamente rentables y que en ningún tratamiento se obtuvo pérdida, estos resultados, enfatizan que algunas densidades de siembra y poda en los ensayos de los tratamientos son prometedoras, pero no necesariamente son indicios suficientes para recomendar a los agricultores, estos estudios realizados sirven como referencia, sin embargo, su rentabilidad del cultivo permite incentivar, la necesidad de valorar e investigar con profundidad la producción a una tecnología apropiada.

Los resultados obtenidos pueden ser justificados, primero porque esta investigación: el cultivo fue desarrollado bajo carpa solar, también el área considerado que sin duda tiene una mejor posibilidad de manejo y control de factores que intervienen en la producción del cultivo como la humedad, riego, mejor distribución de abono utilizado y manejo apropiado.

Así también se justifica su factibilidad económica y social en el lugar que realizó la investigación, los costos obtenidos son producto de una regla de tres que se dio entre el cálculo total de la superficie trabajada en el estudio y la conversión directa a hectáreas.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La gradiente de temperatura al interior de la carpa solar, no influyo de manera significativa a ninguna de las variables de respuesta, por lo tanto las podas ni las distancias de siembras fueron afectadas por la temperatura.
- Para la variable días a la emergencia no se tiene diferencias significativas en los bloques ni así la distancia de siembra, lo que indica que las fluctuaciones de temperatura al interior del invernadero no afectaron a la variable días a la emergencia, por lo que las tres distancias de siembra emergieron al mismo tiempo.
- En la variable días a la floración, la distancias de siembra D_1 (20 cm) floreció a los 79 días, la que más días a la floración tuvo fue D_3 (40 cm) con 86, esto debido a que la distancia entre surcos por ser menor tuvo mayor número de plantas, por lo tanto el menor espaciamiento entre plantas provocó un microclima que facilitó la floración.
- Respecto a días a la cosecha se encontró diferencias significativas en las podas, vale decir que los días a la cosecha difieren principalmente por la poda, la P_1 (25 días) es la que obtuvo el mejor promedio con 83 días desde el momento de la siembra hasta la cosecha.
- En lo que se respecta al número de flores por planta, las podas utilizadas en el experimento, no presentan diferencias significativas, reflejando esto, que la cantidad de flores es similar con las podas, el mismo comportamiento se demuestra en la interacción entre los dos factores los cuales no presentaron diferencias significativas. En cuanto al comportamiento de las distancias de siembra, se encontraron diferencias entre estas, remarcando que a mayor

distancia de siembra el número de hojas es mayor, por lo tanto, el que mejor resultado mostró fue con la distancia de siembra D_3 (40 cm) con una cantidad de 124 flores en comparación de la D_1 (20 cm) con 104 flores que es la obtuvo menor cantidad de flores.

- Para el número de vainas por planta, se demuestra que el tratamiento que no tuvo poda fue la que presentó mayor número de vainas con 86, en relación a la poda 25 días con 78 vainas, el cual obtuvo el menor número de vainas.
- En cuanto a la longitud de vaina no se encontraron diferencias significativas en podas ni en distancias de siembra. Pero si existe diferencia significativa en la interacción entre los dos factores; para la variable de respuesta solo se tuvo efecto en el conjunto de podas y distancias de siembra para longitud de vaina, donde el tratamiento cinco (distancia de siembra 30 cm y poda a los 25 días) es la que mejor rendimiento en longitud de vaina obtuvo con 10.77 cm, y el menor con 8.17 con la distancia 40 cm y poda a los 65 días.
- Respecto a la variable peso de vaina verde, no se encontraron diferencias significativas en podas, distancias de siembra, ni en la interacción entre ambos factores de estudio, lo que demuestra que estos factores no influyen al peso de vaina.
- En cuanto a la variable rendimiento, se pudo observar que la distancia 20 cm es la que obtuvo el mejor rendimiento (34130 kg/ha) y la más baja con (20310 kg/ha) la distancia 40 cm entre plantas.
- Desde el punto de vista económico todos los tratamientos reflejaron valores positivos mayores a 1, por lo cual el cultivo se considera rentable, obteniéndose mayores beneficios con el tratamiento T_1 (D_1P_0) un valor de $B/C = 3.90$; notándose también que el menor beneficio económico obtenido fue con el tratamiento T_{10} (D_3P_3) 1.77, concluyendo de esta manera que todos los tratamientos llegan a cubrir los gastos realizados, además de obtener de estos un beneficio económico adicional.

VII. RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se establece las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar la primera distancia de siembra entre plantas de 20 cm que es con la que mejores resultados se obtuvo.
- Se recomienda evaluar el efecto de la poda en diferentes épocas, etapas fisiológicas del cultivo y bajo otra metodología experimental.
- Utilizar la poda de 25 días después de la siembra, ya que esta fue la que mejor se adecuó al cultivo de arveja china en la calidad de vainas en carpas solares.
- Realizar estudios tomando en cuenta otros factores de estudio por ejemplo niveles de fertilización, tipos de tutoraje, sistemas de riego.
- Realizar un estudio de mercado de este cultivo, para determinar si una producción a mayor escala tendría una aceptación favorable en el mercado nacional ya que solo tiene una respuesta en el mercado extranjero.
- Realizar trabajos de investigación con otras variedades de arveja china esto para obtener mayor información sobre este cultivo.

VIII. LITERATURA CITADA

AGRIOS, G. 1991. Manual de Fitopatología. Edit. LIMUSA. México. P 37

AGEXPRONT. 2001. Guía de Buenas Prácticas de Manufactura para Plantas Empacadoras de Vegetales Frescos. Arveja china, Snow Peas. Un Producto de Guatemala. Documento Informativo. 6p.

AGEXPRONT. (Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales, Gt) S.f. Arveja china: Un Producto de Guatemala. Guatemala. (Documento Informativo)

ALVAREZ, G. y CALDERON, E. 1993. Efecto de Dos Densidades de Siembra en Dos Arreglos Espaciales en Arveja China (*Pisum sativum*). Manejo Integrado de Plagas en Arveja China, Fase II: 1992-1993. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. p 8-11

BELMONTE, J. 2011. Efecto de las Distancias de Siembra y las Dosis de Ácido Giberélico en la Producción de Coliflor Híbrido (*Brassicaoleracea*L.var. *botrytis* L.) en Ambiente Protegido. Tesis Para Optar el Grado de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

BERNAT, C. VICTORIA, J. JIMENEZ. 1987. Invernaderos. Barcelona España. Editorial AEDOS. pp 5-13.

BYRON, C. 1996. Estudio del Desarrollo de las Exportaciones de la Arveja China y el Brócoli en Guatemala en Base a la Producción en Pequeña Escala RUTA III-GEXPRONT.

- CALDERÓN L. DARDÓN D. 1994. Efecto de Podas en Dos Etapas de Desarrollo en el Cultivo de la Arveja China, Disciplina de Protección Vegetal. ICTA. 1994. Chimaltenango, Guatemala.
- CALDERÓN L. DARDÓN D. MARQUÉZ J. y DEL CID M. 2000. Manejo Integrado de Arveja China (*Pisum sativum* var.). Ministerio de Agricultura; Ganadería y Alimentación (M.A.G.A.), Instituto de Ciencia, Tecnología y Agricultura (I.C.T.A.), Misión Técnica Agrícola de la República China (M.I.T.A.G.) 1ra. Ed. Guatemala, Septiembre de 2000. s.n.t. 33p.
- CHILÓN E. 1997. Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Ediciones CIDAC. La Paz – Bolivia. pp 170 – 185.
- CONDORI V. 2004. Uso de Extractos Vegetales para el Control del Oídium (*Erysiphepolygoni*) en el Cultivo de la Arveja Plana (*Pisum sativum Saccharatum*), Bajo Ambientes Atemperados. Tesis para Optar el Grado de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.
- CHURA D. 2004. Efecto de Podas en Zapallo, Tesis para Optar el Grado de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.
- FUENTES, R. 1999. Evaluación de Fertilización con Cobertura de Polietileno y su Aspecto Sobre Mosca Minadora, Trips en Arveja China en Chimaltenango. Tesis para Optar el Grado de Ing. Agr. Universidad Rafael Landivar. 21p.
- GARCIA, E. y CALDERON, L. 1992. Manejo Racional de Plagas en Arveja China. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF, Guatemala. Pp 20.

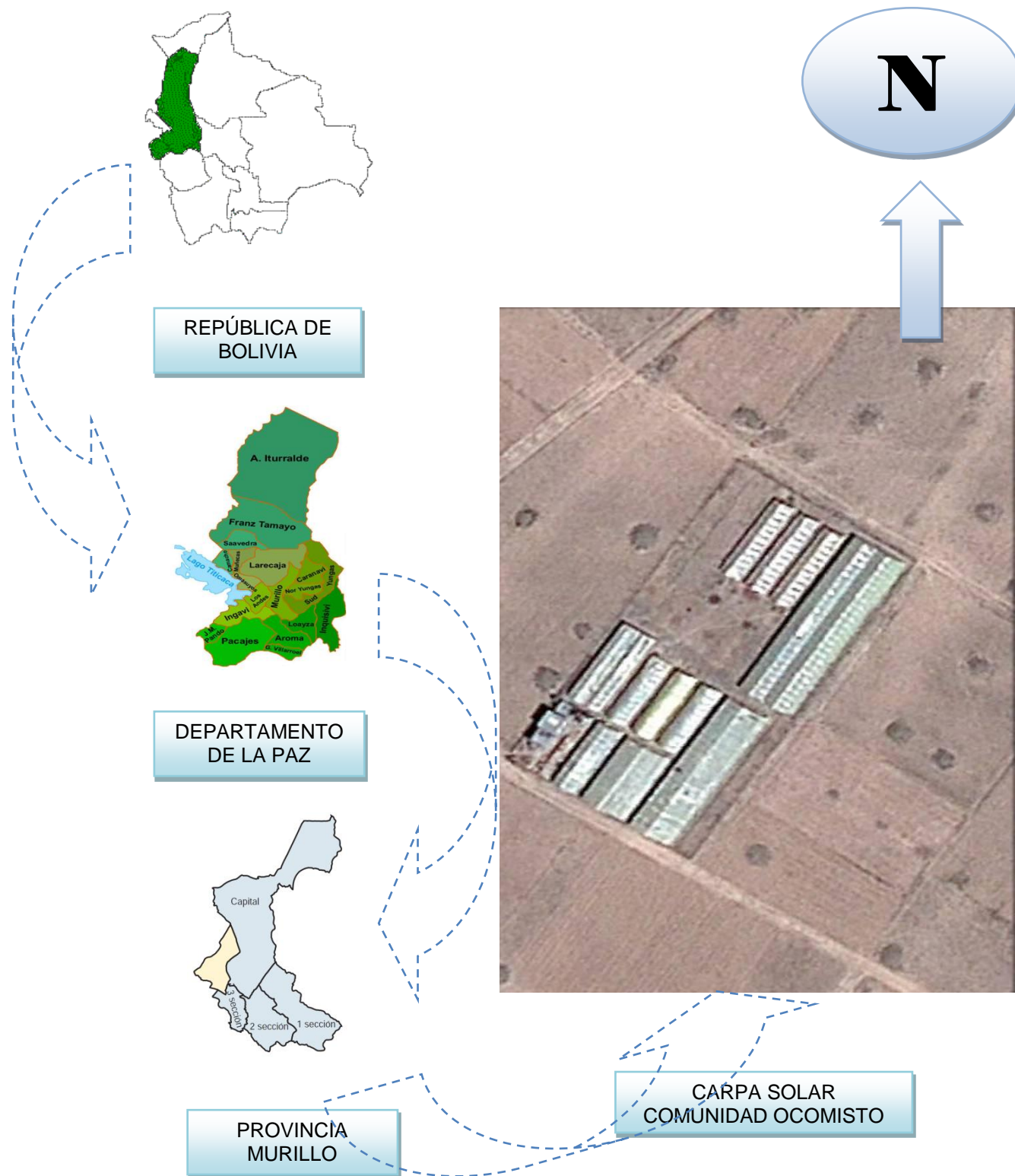
- GARCIA, E. y CALDERON, L. 1993. Evaluación de Diferentes Métodos para el Control de Hongos del Suelo en Arveja China. Fase I: 1991-1992. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF, Guatemala. Pp 83-89
- GARECA, R. 2005. Efecto de la Densidad y Poda en el Cultivo de Pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en Ambiente Protegido Provincia Los Andes. Tesis para Optar el Grado de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.
- GORDON, H. 1998. Horticultura. A. G.T. editorial. S. A. México.
- HARTMANN, F.1990. Invernaderos y Ambientes Controlados. La Paz Bolivia. Editorial Cesym. 120 p
- KANTUTA, R. 2004. Efecto de Distancias de Siembra y Niveles de Fertilización para la Producción de Semilla de Arveja en Valle de Cochabamba. Tesis para optar el grado de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.
- KRARUP, C. 1993. Cultivo de Arveja China. En: H. Faiguenbaum (ed.). Curso: Producción de Leguminosas Hortícolas y Maíz Dulce. P. U. Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. de Ciencias Vegetales, Santiago, Chile. 24-53 p.
- KRARUP, C. y Moreira. 1998. Hortalizas de Estación Fría. Biología y diversidad cultural. P. Universidad Católica de Chile. VRA. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile.
- MAROTO, J. 1990. Elementos de Horticultura General. Mundi Prensa. Madrid.
- MONTOYA, O. 1993. La Poda de los Árboles Forestales. Ed. Mundi Prensa, Madrid España, 1993. pág. 15, 17, 23, 28, 30, 31, 45 y 47

- MORENO, P. 1994. Evaluación de Siete Nuevos cultivares de Arveja (*Pisum sativum* L.) para Consumo en Verde. Memoria de Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 57p.
- SALGUEIRO, V. e HILJE, L. 1992. Técnicas de Manejo Integrado de Plagas de Mosca Blanca. Proyecto IPM-ICTA-CATIE.
- SANDOVAL, J. CALDERON, L. SANCHES, y SELLAR, S. 1998. Prácticas de Manejo Integrado en los Cultivos de Arveja China y Dulce en Guatemala. Revista Agricultura, Año I, No 4. Guatemala, pp. 53-56.
- SERRANO, C. 1979. Cultivo de Hortalizas en Invernadero. Barcelona España. Primera Edición. Edit. AEOS. 189p
- SENAMHI. 2010. Boletín Agroclimatológico. M.T.C.A.N. La Paz, Bolivia.
- TORO, I. 1996. Efecto de Distintos Espaciamientos Entre la Hilera en Tres Cultivares de Arveja (*Pisum sativum* L.) Memoria de Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago, Chile 89p.
- VALVERDE, J. 1998. Plantas Útiles del Litoral Ecuatoriano. Eco Ciencia, ECORAE, 312 pp.

Anexos

Anexo 1

UBICACIÓN GEOGRÁFICA



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

 INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
 UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

 INTERESADO: *LUIS GOMEZ CALLE*
 PROCEDENCIA: *Dpto. LA PAZ. Pvcia. MURILLO. Comunidad*
OCOMISTO. UMSA. Facultad de Agronomía

 N° SOLICITUD: *076 / 2010*
 FECHA DE RECEPCION: *25 / Febrero / 2010*
 FECHA DE ENTREGA: *12 / Marzo / 2010*
 N° Factura: *3174 - 10*

N° Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCIL LA %	LIMO %	CLASE TEXTUR A	GRABA %	CARBO NATOS LIBRES	pH En agua 1:5	pH en KCl1N 1:5	C.E mmhos/cm 1:5	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)						SAT. BAS.	M.O. %	N Total %	P Asimilable ppm	
											Al+H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
401 / 2010	Muestra de suelo	32	36	32	FY	0.0	P (Rev.)	6.5 (Rev.)	5.7 (Rev.)	0.206	0.15	4.01	0.59	0.38	0.30	5.29	5.44	97.2	3.49	0.17	49.75 (Rev.)

OBSERVACIONES,-

 P Asim
 C.E.
 C.I.C.
 T.B.I.

 Cationes de Cambio: Calcio, magnesio y potasio extraidos con acetato de sodio 1 N. Sodio extraído con acetato de amonio 1N.
 Fosforo Asimilable.
 Conductividad eléctrica en deciSiemens por metro.
 Capacidad de Intercambio Catiónico.
 Total de Bases de Intercambio.

CARBONATOS LIBRES

 A Ausente
 P Presente
 PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

 F : Franco
 L : Limoso
 A : Arenoso
 Y : Arcilloso
 YA : Arcilloso Arenoso
 FYA : Franco Arcilloso Arenoso

 FA : Franco Arenoso
 AF : Arenoso Franco
 FY : Franco Arcilloso
 YL : Arcilloso Limoso
 FYL : Franco Arcilloso Limoso
 FL : Franco Limoso


 RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA

Anexo 3

REGISTRO DE TEMPERATURAS

Días	MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	Minima	Máxima	Minima	Máxima	Minima	Máxima	Minima	Máxima
1	9	25	12	30	12	27	3	33
2	11	26	10	29	12	27	4	30
3	10	22	8	25	11	24	4	28
4	11	26	12	23	9	24	2	31
5	11	25	11	29	10	21	4	32
6	9	27	11	21	9	19	2	26
7	9	24	9	26	6	23	3	27
8	10	26	12	27	7	25	6	36
9	14	32	8	24	9	21	6	31
10	9	30	11	22	6	31	4	25
11	10	31	12	30	5	20	2	27
12	9	32	10	36	5	31	4	28
13	13	30	9	32	6	29	5	29
14	12	26	11	35	5	30	2	30
15	10	33	12	32	4	31	2	27
16	9	32	9	23	3	26	4	25
17	9	31	12	26	8	28	3	30
18	11	27	11	24	4	26	2	26
19	12	32	9	27	9	27	3	26
20	10	32	7	25	4	26	7	35
21	13	26	9	31	6	28	3	30
22	9	33	11	34	5	27	1	32
23	11	30	11	29	6	24	4	26
24	11	29	9	34	7	28	6	24
25	12	35	12	23	6	33	2	23
26	14	27	8	26	4	28	2	23
27	11	28	11	27	5	33	3	19
28	10	26	9	33	4	25	4	27
29	12	36	12	23	5	32	4	22
30	9	29	13	27	3	28	3	21
31	10	28			5	33	5	22
Promedios	10.65	28.90	10.37	27.77	6.45	26.94	3.52	27.45

Anexo 4

REGISTRO DE DATOS

DÍAS A LA FLORACIÓN

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	79	79	77
	P1	80	77	78
	P2	83	79	81
	P3	79	80	78
D2	P0	84	86	84
	P1	86	87	84
	P2	81	89	86
	P3	83	84	85
D3	P0	88	89	84
	P1	86	90	86
	P2	81	89	88
	P3	85	87	82

DÍAS A LA COSECHA

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	90	82	83
	P1	82	82	82
	P2	93	89	91
	P3	88	91	90
D2	P0	93	93	86
	P1	82	84	83
	P2	90	91	88
	P3	89	88	91
D3	P0	91	90	90
	P1	81	84	86
	P2	92	89	90
	P3	86	90	89

NÚMERO DE FLORES

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	109	104	97
	P1	96	106	92
	P2	108	99	97
	P3	107	130	97
D2	P0	115	120	122
	P1	115	107	120
	P2	110	107	118
	P3	111	106	118
D3	P0	130	130	124
	P1	116	124	122
	P2	133	129	118
	P3	129	124	108

NÚMERO DE VAINAS

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	87	81	73
	P1	83	74	80
	P2	76	68	81
	P3	76	83	77
D2	P0	85	83	88
	P1	70	85	76
	P2	70	84	78
	P3	83	84	74
D3	P0	81	90	102
	P1	66	84	88
	P2	88	92	90
	P3	78	78	79

LONGITUD DE VAINA

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	9.4	9.3	9.3
	P1	8.4	9.7	8.5
	P2	10.1	9	8.2
	P3	10.9	8.8	7.8
D2	P0	12.1	8.8	8.2
	P1	11.7	9.7	10.9
	P2	10.8	9.2	9.5
	P3	11.1	8.5	8.5
D3	P0	11.5	9.5	10.2
	P1	8	8.3	8.5
	P2	9.5	9.2	9.2
	P3	8.8	7.4	8.3

PESO DE VAINA VERDE

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	6.6	5.9	6.1
	P1	5.2	6.9	5.4
	P2	6.9	5.8	4.3
	P3	7.6	5.7	3.9
D2	P0	9.4	5.6	3.8
	P1	8.5	6.9	7.1
	P2	7.4	5.6	6.9
	P3	7.1	5.5	5.4
D3	P0	7.4	6.8	5.6
	P1	6.2	4.6	5.7
	P2	6.7	5.9	6.2
	P3	5.7	3.8	4.8

RENDIMIENTO

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	43848	35721	33507
	P1	31374	39294	31680
	P2	40356	29376	24057
	P3	45144	35109	20097
D2	P0	42840	22908	14784
	P1	31500	30090	27816
	P2	26880	23184	27612
	P3	30378	22680	19536
D3	P0	25920	26100	23460
	P1	17160	15120	20680
	P2	25080	22540	23400
	P3	18330	10920	15010

RENDIMIENTO AJUSTADO al 15%

Distancia	Poda	BLOQUE		
		I	II	III
D1	P0	37271	30363	28481
	P1	26668	33400	26928
	P2	34303	24970	20448
	P3	38372	29843	17082
D2	P0	36414	19472	12566
	P1	26775	25577	23644
	P2	22848	19706	23470
	P3	25821	19278	16606
D3	P0	22032	22185	19941
	P1	14586	12852	17578
	P2	21318	19159	19890
	P3	15581	9282	12759

Anexo 5

FOTOS DE ARVEJA CHINA



Figura 1. Poda en la arveja china



Figura 2. Días a la emergencia



Figura 3. Tutorado de arveja china



Figura 4. Días a la floración



Figura 5. Días a la cosecha



Figura 6. Número de flores



Figura 7. Número de vainas

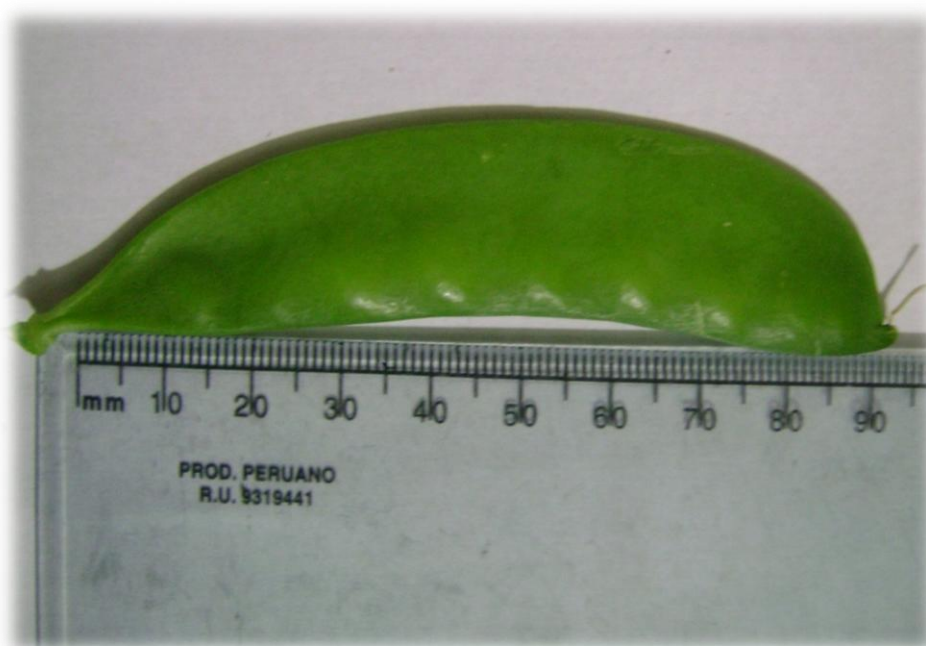


Figura 8. Longitud de vaina



Figura 9. Peso de vaina



Figura 10. Rendimiento de la arveja china