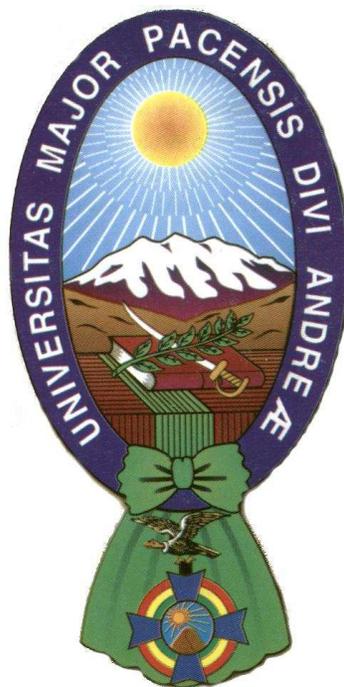


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO VARIEDADES DE  
ARVEJA (Pisum sativum L.) CON MANEJO ECOLÓGICO EN LA  
LOCALIDAD DE COROICO**

**BEATRIZ CONDORI CUEVA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2005**

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

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO VARIEDADES DE ARVEJA  
(*Pisum sativum* L.) CON MANEJO ECOLÓGICO EN LA LOCALIDAD DE  
COROICO**

*Tesis de Grado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**BEATRIZ CONDORI CUEVA**

**Tutores:**

Dr. Melicio Siles Cano

Ing. Rogelia Ticona

**Asesores:**

Ing. M.Sc. Tereza Ruiz Díaz Luna Pizarro

Ing. Ramiro Ochoa Torrez

**Comité Revisor:**

Ing. Félix Rojas

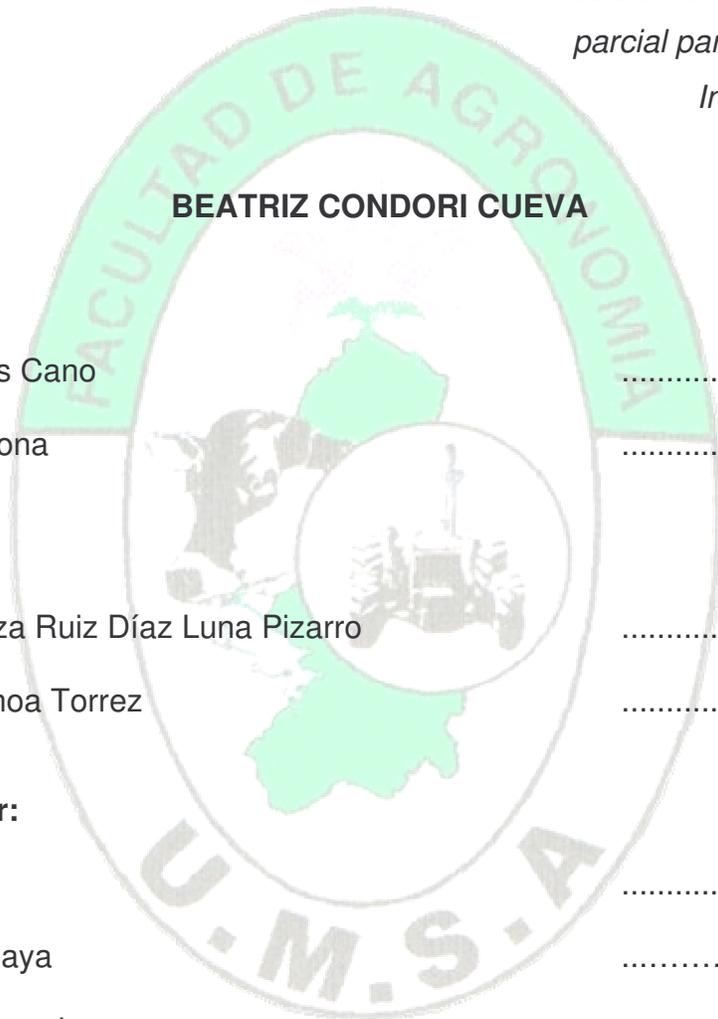
Ing. Isidro Callizaya

Ing. René Calatayud

**APROBADA**

**Decano:**

Ing. M.Sc. Ing. Jorge Pascuali Cabrera



*DEDICATORIA:*

*Con eterno agradecimiento por su amor y apoyo incondicional a mis amados padres Leandro Condoni y Juana Cueva.*

*A mis hermanos Néstor, Edwin, Estela y Sofía por su incentivo y cariño.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más infinito agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A la UMSA; Facultad de Agronomía y al plantel docente a quienes debo mi formación profesional.

A I Servicio Departamental Agropecuario SEDAG – La Paz, por apoyar la realización del trabajo de investigación.

A los miembros del comité Asesor profesor Ing. Ramiro Ochoa por sus acertados consejos, apoyo y paciencia en la realización del trabajo de tesis; Ing. M.Sc. Tereza Ruiz Díaz Luna Pizarro por sus observaciones acertadas y apoyo; Dr. Melicio Siles por sus observaciones acertadas y por la provisión del material vegetal.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Félix Rojas Ponce, Ing. Isidro Callizaya e Ing. René Calatayud por sus acertadas observaciones para la conclusión de redacción del trabajo de investigación.

A mis compañeros de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), generación 2003, por su amistad y compañía. Al Ing. Abraham Quelca por su colaboración y apoyo incondicional.

A mis amigos: Zenaida, Elizabeth Blanco, Silbia, Paulina, Sholeh, Alejandro y Roberto por su apoyo y compañía durante la realización del trabajo de campo.

## CONTENIDO

INDICE GENERAL .....	i
INDICE DE CUADROS .....	iv
INDICE DE FIGURAS .....	v
INDICE DE ANEXOS .....	vi
RESUMEN .....	vii

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. Objetivo general .....	2
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
1.2. Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Importancia del cultivo de arveja .....	4
2.2. Producción Mundial y Nacional de arveja .....	4
2.2.1. Cultivo de arveja en Bolivia .....	5
2.3. Origen de la arveja .....	6
2.4. Composición .....	6
2.5. Taxonomía y morfología .....	7
2.6. Características morfológicas de la planta .....	7
2.7. Variedades botánicas .....	9
2.7.1. Precocidad .....	10
2.8. Fisiología del cultivo .....	10
2.9. Condiciones ecológicas para el cultivo de arveja .....	12
2.9.1. Clima .....	12
2.9.2. Temperatura y fotoperiodo .....	12
2.9.3. Humedad y precipitación .....	13
2.9.4. Suelo y pH .....	13
2.10. Introducción de variedades .....	14

2.11.	Agricultura Ecológica .....	15
2.12.	Principios generales de la agricultura ecológica.....	15
2.13.	Manejo del cultivo de arveja .....	16
2.13.1.	Preparación del terreno.....	16
2.13.2.	Siembra.....	16
2.13.3.	Fertilización.....	16
2.13.4.	Labores Culturales.....	17
2.13.5.	Plagas y enfermedades .....	18
2.13.6.	Uso de productos preventivos para enfermedades y plagas en la agricultura ecológica.....	20
3.	LOCALIZACIÓN .....	21
3.1.	Ubicación geográfica .....	21
3.2.	Clima.....	21
3.3.	Topografía y Suelo.....	21
3.4.	Flora y fauna.....	22
3.5.	Diversificación agrícola.....	23
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1.	Materiales .....	24
4.1.1.	Material genético.....	24
4.1.2.	Material de campo.....	24
4.2.	Metodología .....	25
4.2.1.	Diseño Experimental.....	25
4.2.2.	Características del campo experimental.....	26
4.2.3.	Procedimiento de campo .....	26
4.2.4.	Variables de respuesta .....	32
4.2.5.	Análisis estadístico.....	36
4.2.6.	Análisis económico de costos parciales.....	36
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	37
5.1.	Datos climáticos y edáficos.....	37
5.1.1.	Temperatura.....	37
5.1.2.	Precipitación.....	38
5.1.3.	Humedad.....	38
5.1.4.	Muestreo y análisis de suelo.....	39
5.2.	Análisis de características agronómicas.....	40

5.2.1.	Rendimiento en vaina verde .....	40
5.2.2.	Días a la de emergencia .....	42
5.2.3.	Días a la floración .....	43
5.2.4.	Días a la madurez en vaina verde .....	45
5.2.5.	Altura de planta .....	47
5.2.6.	Número de ramas por planta .....	49
5.2.7.	Número de vainas por planta .....	50
5.2.8.	Longitud de vainas .....	52
5.2.9.	Número de granos por vaina.....	53
5.2.10.	Tamaño de grano.....	55
5.2.11.	Peso de 100 semillas .....	56
5.2.12.	Presencia de enfermedades .....	58
5.2.13.	Acame .....	60
5.2.14.	Vigor.....	61
5.3.	Análisis económico de costos parciales .....	61
6.	CONCLUSIONES .....	64
7.	RECOMENDACIONES.....	66
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	67
9.	ANEXOS.....	72

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1.	Producción mundial de arveja verde (2001 – 2002) .....	5
Cuadro 2.	Producción Nacional de arveja (2001- 2002).....	6
Cuadro 3.	Valor nutricional de la arveja por 100 g de parte comestible .....	7
Cuadro 4.	Variedades mejoradas de arveja .....	24
Cuadro 5.	Análisis de varianza para rendimiento en vaina verde (kg/ha) .....	40
Cuadro 6.	Análisis de varianza para días a la emergencia.....	42
Cuadro 7.	Análisis de varianza para días a la Floración.....	44
Cuadro 8.	Análisis de varianza para días a la madurez en vaina verde.....	45
Cuadro 9.	Análisis de varianza para altura de planta .....	47
Cuadro 10.	Análisis de varianza para número de ramas por planta.....	49
Cuadro 11.	Análisis de varianza para número de vainas por planta .....	50
Cuadro 12.	Análisis de varianza para longitud de vainas .....	52
Cuadro 13.	Análisis de varianza para número de granos por vaina .....	54
Cuadro 14.	Análisis de varianza para tamaño de grano.....	55
Cuadro 15.	Análisis de varianza para peso de 100 semillas .....	57
Cuadro 16.	Características agronómicas presentadas por las 6 variedades en la localidad de Coroico.....	58
Cuadro 17.	Análisis de varianza para número de plantas afectadas por <i>Septoria pisi</i> ....	59
Cuadro 18.	Grado de plantas afectadas por <i>Septoria pisi</i> .....	60
Cuadro 19.	Presupuesto Parcial .....	62
Cuadro 20.	Análisis de dominancia .....	62
Cuadro 21.	Análisis Marginal (T.R.M.).....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Municipio de Coroico y localización del experimento (UDAPE 2005).....	22
Figura 2.	Emergencia y marbeteado de plantas de arveja.....	28
Figura 3.	Primer deshierbe y aporque en el cultivo de arveja .....	29
Figura 4.	Controles mecánicos para la <i>Leptopobia</i> y las aves (feromonas y embaderamiento).....	30
Figura 5.	Ataque de la <i>Septoria pisi</i> y acame de las plantas de arveja.....	31
Figura 6.	Cultivo de arveja en floración y madurez en vaina verde .....	32
Figura 7.	Temperaturas registradas durante el ensayo .....	37
Figura 8.	Precipitación registrada durante el ensayo .....	38
Figura 9.	Humedad relativa (%) .....	39
Figura 10.	Prueba de Duncan para rendimiento en vaina verde (kg/ha) .....	41
Figura 11.	Prueba de Duncan para días a la emergencia.....	43
Figura 12.	Prueba de Duncan para días a la Floración.....	44
Figura 13.	Prueba de Duncan para días a la madurez en vaina verde.....	46
Figura 14.	Prueba de Duncan para altura de planta .....	47
Figura 15.	Incremento de altura en 6 variedades de arveja (cm).....	48
Figura 16.	Prueba de Duncan para número de ramas por planta.....	50
Figura 17.	Prueba de Duncan para número de vainas por planta .....	51
Figura 18.	Prueba de Duncan para longitud de vainas .....	53
Figura 19.	Prueba de Duncan para número de granos por vaina .....	54
Figura 20.	Prueba de Duncan para tamaño de grano.....	56
Figura 21.	Prueba de Duncan para peso de 100 semillas .....	57
Figura 22.	Prueba de Duncan para número de plantas afectadas por <i>Septoria pisi</i> .....	59
Figura 23.	Vigor (potencialidades de rendimiento y aceptación) .....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Datos climáticos de siete años de la localidad de Coroico (1996 – 2002).....	73
Anexo 2.	Croquis del ensayo .....	73
Anexo 3.	Datos climáticos registrados durante el ensayo.....	73
Anexo 4.	Análisis de suelo de la Localidad de Coroico, comunidad San Pedro de la Loma.....	74
Anexo 5.	Respuesta promedio de las variedades mejoradas de arveja sobre 9 localidades de la zona de Sacaba, Cochabamba (1999 – 2000) .....	74
Anexo 6.	Alturas de plantas registradas cada 15 días (cm).....	74
Anexo 7.	Promedios generales de las variables de respuesta .....	75
Anexo 8.	Costos variables de 6 variedades de arveja con manejo ecológico .....	76
Anexo 9.	Vista del cultivo .....	77
Anexo 10.	Vista del cultivo al inicio de floracion.....	77
Anexo 11.	Cultivo de arveja con trampas atrayentes.....	78
Anexo 12.	Diferencias en la altura de las diferentes unidades experimentales .....	78

## RESUMEN

La presente investigación se efectuó en la gestión agrícola 2004 en la Estación experimental de Coroico, cuyo clima y topografía corresponden a una conformación típica de los Yungas, para esta zona subtropical se definió el periodo invernal como el más apropiado para establecer el cultivo. En el ensayo fueron evaluados cinco variedades de arveja seleccionadas por el Centro de investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP) mas una variedad local “criolla”.

Todas las actividades desde laboreo hasta la cosecha en el cultivo se enmarcaron dentro de una agricultura ecológica, excluyendo el uso de productos químicos contaminantes para el medio ambiente.

Los objetivos planteados fueron los siguientes: Evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con manejo ecológico en la localidad de Coroico del Departamento de La Paz, determinar la variedad de mejor comportamiento agronómico con características deseadas para su comercialización y realizar el análisis económico de costos parciales de las variedades con manejo ecológico.

El diseño experimental usado fue Diseños de Bloques al Azar, con 4 repeticiones y 6 tratamientos. La unidad experimental estuvo constituida por 6 surcos de 3.5 m de largo espaciados a 45 cm. El análisis de varianza se realizó mediante el programa estadístico de SAS (Statistical Analysis System) versión 8.0, las variables de respuesta evaluadas fueron: Rendimiento en vaina verde (kg/ha), días a la emergencia, días a la floración, días a la madurez en vaina verde, altura de planta (cm), número de ramas por planta, número de vainas por planta, longitud de vaina (cm), número de granos por vaina, tamaño de grano (cm), peso de 100 semillas (g), área foliar (cm<sup>2</sup>), presencia de enfermedades, acame, vigor y análisis económico.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que las variedades mejoradas presentaron comportamientos agronómicos superiores con respecto al de la variedad local. En general todas las variedades registraron porcentajes de plantas afectadas por Septoria mayores al 50%, de igual forma todas fueron susceptibles al acame.

Los rendimientos obtenidos en vaina verde por las variedades mejoradas provenientes del CIFP fueron superiores a la de la variedad local, siendo las más diferenciadas por sus altos rendimientos las variedades Pairumani – 3 y Pea5 – 002 – 17 con 5970.5 y 4828 kg / ha.

El análisis económico mostró que las variedades Pairumani – 1 y Pea5 – 002 – 17 se proyectan como alternativas interesantes, sin embargo se recomienda la variedad Pairumani – 3 que presenta una tasa de retorno marginal de 5352.8 y una relación de beneficio costo de 1.92 con respecto a la variedad Pea5 – 002 – 17, que registra una relación de beneficio costo de 1.38.

## 1. INTRODUCCIÓN

La arveja es una Fabaceae, que contribuye considerablemente con proteína vegetal (6.3 g en arveja verde por 100 g), calorías, vitaminas y minerales (Infoagro 2003), por lo cuál se proyecta como una fuente alternativa para la alimentación humana y animal, primordialmente para países en vías de desarrollo como Bolivia, Perú y otros países de Sudamérica.

En Bolivia, el cultivo de arveja en vaina verde y grano seco ocupa el segundo lugar entre las principales hortalizas cultivadas, así para la gestión 2003 se registró una producción de 23558 t /año a nivel nacional y de 5959 t /año en el departamento de La Paz, aproximadamente la superficie de cultivo de esta leguminosa es de 13000 ha, lo que significa un rendimiento promedio de 1.98 t / ha. El cultivo de la arveja es mas difundido en Valles Interandinos y Altiplano, donde la mayor parte de la producción se encuentra en manos de los pequeños agricultores bajo un sistema de agricultura tradicional y de subsistencia, el área de producción se halla integrada principalmente por los departamentos de Cochabamba, La Paz, Chuquisaca y Potosí (MAGDR 2003)

La localidad de Coroico se considera como una zona de alto potencial para la producción ecológica y el desarrollo del cultivo de la arveja, esto se atribuye a la presencia de un medio ecológico variable y benéfico. Esta zona presenta un clima semi – cálido, con una precipitación de 1800 mm/año, suelos de textura media moderadamente profundos, las temperaturas medias son de 18 a 20 °C y no se registran heladas, lo que propicia y favorece la producción de arveja, sin embargo en la zona no se aprovechan estas ventajas, así actualmente el cultivo de esta fabaceae en la zona es de manera esporádica, con uso de una variedad “criolla” de bajo rendimiento susceptible a enfermedades como la *Septoria* y *Ascochyta pisi*.

Actualmente, la producción ecológica va cobrando gran importancia a nivel mundial, en tal sentido la demanda y apertura de mercados europeos de comercialización para productos ecológicos certificados crece.

En Bolivia desde 1991 se va promoviendo la producción, transformación, comercialización y consumo de productos ecológicos, de tal forma que hoy en día se cuenta con una gama diversa de productos como: café, quinua y derivados, fréjol, amaranto, maca, etc., para exportaciones libres de agroquímicos y tóxicas (AOPEB 2005)

De acuerdo a los factores anteriormente descritos, se advierte la necesidad de impulsar la producción ecológica además de dotar al agricultor de material vegetal de calidad, en su caso de semilla de arveja. Gracias a trabajos realizados por el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP), se han desarrollado variedades arveja de altos rendimientos, acorde con las necesidades del productor y consumidor boliviano.

Sin embargo el comportamiento de estas variedades no es conocida en la localidad de Coroico, por lo que el presente estudio se constituye como una fase inicial de introducción a la zona, pretendiendo posibilitar a futuro la selección de variedades de mejor comportamiento agronómico, que mejoren la calidad alimentaría de la zona y brinden beneficios económicos para los agricultores.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de arveja con manejo ecológico en la Localidad de Coroico.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el comportamiento agronómico de las cinco variedades con relación a la variedad local.
- Determinar la variedad de mejor comportamiento agronómico con características deseadas para la comercialización.
- Realizar el análisis económico de costos parciales de las variedades con manejo ecológico.

### **1.2. Hipótesis**

- Las variedades estudiadas no presentan diferencias en su comportamiento agronómico con relación a la variedad local.
- Las variedades de arveja no muestran diferencias en su comportamiento agronómico.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Importancia del cultivo de arveja

FAO (1992) afirma que la arveja conocida con los nombres de guisante o chícharo, es una especie anual que ocupa un área de cultivo de gran extensión a nivel mundial, su importancia radica fundamentalmente en los múltiples usos y fines como: Grano fresco en vaina, enlatado, congelado, abono verde, etc.

La arveja se constituye como uno de los cultivos principales que encabeza un sistema de producción agrícola rotativo, por su capacidad de mejorar la estructura del suelo incorporando gran cantidad de nitrógeno atmosférico al suelo en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*.

La fijación biológica del nitrógeno es una de las alternativas más viables para recuperar N en el ecosistema se estima que 175 millones de t/año se fijan biológicamente, del cual el 70% va al suelo y de este, el 50% proviene de asociaciones nodulares como las causadas por *Rhizobium* (Infoagro 2003)

### 2.2. Producción Mundial y Nacional de arveja

Según la FAO (2003) la difusión e importancia de la producción de arveja trasciende a nivel mundial (Cuadro 1), son los países Asiáticos los primeros productores con producciones de hasta 3800000 t en el caso de la India para la gestión 2002 y la China con 1661280 t para el mismo año, en tanto que Bolivia, se sitúa entre los últimos productores de esta fabaceae figurando en el puesto 25 con 27444 t después de Chile, registrándose un descenso en la producción con relación al año 2001 en el cual tenía 30307 t/ha.

**Cuadro 1. Producción mundial de arveja verde (2001 – 2002)**

País	Producción en t / año	
	2001	2002
India	3800000	3800000
China	1541280	1661280
Estados Unidos	885000	787715
Francia	388000	352013
Reino Unido	283425	280013
Chile	32000	32500
Bolivia	30307	27444
Filipinas	29000	29000

Fuente: FAO 2003

### 2.2.1. Cultivo de arveja en Bolivia

Las diversas ecoregiones de Bolivia propician y favorecen una producción de arveja continua en diferentes épocas para su consumo como grano seco y vaina fresca. La cantidad de agricultores involucrados en el cultivo de arveja es considerable, los mismos están distribuidos en los Valles Interandinos y el Altiplano de los departamentos de Cochabamba, Potosí, Tarija, La Paz, Chuquisaca y Oruro (Milán y Moreira 1996)

Según datos estadísticos de MAGDR (2003), la producción de arveja en el país para la gestión 2003 fue de 23.558 t /año, esta producción procede principalmente de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Oruro, Tarija, Chuquisaca, Potosí y Santa Cruz (Cuadro 2)

En alusión a la producción de otras fabaceae, la arveja es el cuarto cultivo principal, siendo sus antecesoras la soya (*Glycine max*) con 1.550.802 t /año, haba (*Vicia faba*) con 59.230 t /año y fréjol y poroto (*Phaseolus vulgaris*) 32.352 t /año (MAGDR 2003).

**Cuadro 2. Producción Nacional de arveja (2001- 2002)**

País	Producción en t / año	
	2001	2002
La Paz	6003	5959
Cochabamba	6593	6572
Oruro	208	199
Potosí	3715	3653
Tarija	2358	2351
Santa Cruz	519	519
Chuquisaca	4284	4305
Beni	0	0
Pando	0	0
Total	23680	23558

Fuente: Dirección de Estadísticas. DGDR – VMDDR – MACA 2003

### 2.3. Origen de la arveja

El origen de la arveja es desconocido, se cree que procede de Europa y Asia Occidental; señalando su centro de origen el suroeste de Asia, es una hortaliza muy antigua conocida desde antes de Cristo y se considera a Etiopía como centro probable de los tipos de arveja usados como hortalizas (Casseres 1983 y Davies 1989).

### 2.4. Composición

IICA (2002) describe a la arveja como una hortaliza muy rica en proteínas, hidratos de carbono y sales minerales, debido a esto se la recomienda su uso en el tratamiento de diferentes dolencias así como el empleo en personas convalecientes y anémicas (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Valor nutricional de la arveja por 100 g de parte comestible**

Componentes	Cantidad
Agua (%)	78
Proteínas (g)	6.3
Grasas (g)	0.4
Hidratos de carbono (mg)	14.4
Fibra (mg)	2
Cenizas (g)	0.9
Calcio (mg)	26
Fósforo (mg)	116
Hierro (mg)	1.9
Sodio (mg)	2
Potasio (mg)	316
Vitamina A (U.I.)	640
Tiamina (mg)	0.35
Riboflavina (mg)	0.14
Niacina (mg)	2.9
Acido ascórbico (mg)	27
Calorías (cal)	84
Agua (%)	78

Fuente: Infoagro 2003

## 2.5. Taxonomía y morfología

Lobo (1989) describe a la arveja de acuerdo a la siguiente secuencia taxonómica:

Familia	: Fabaceae
Subfamilia	: Papilionoideae
Tribu	: Vicieae
Genero	: <i>Pisum</i>
Especie	: <i>sativum</i>

## 2.6. Características morfológicas de la planta

IICA (2002) indica que la arveja es una planta anual, herbácea y trepadora; un sistema radicular poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante

que puede llegar a ser bastante profunda también presenta en las raíces nódulos que encierran bacterias del género *Rhizobium*, capaces de transformar el nitrógeno atmosférico, que las plantas no pueden utilizar, en nitrato ( $\text{NO}_3$ ), el cual sí puede utilizar.

Con Tallos huecos redondos o angulosos, con o sin ramificaciones y de longitud variable, la ramificación puede ser laxa, semicompacta, compacta o muy compacta, en general, la planta tiene un tallo dominante (Vigliola 1992).

Las plantas de arveja tienen una tendencia a ramificar basalmente a partir de los primeros nudos que son aquellos en que se desarrollan las brácteas trífidas, la cantidad de plantas que llegan a emitir ramas dependerá básicamente de aspectos genéticos, de la fertilidad del suelo del abastecimiento hídrico y de la densidad de la población (Ríos 1994).

Las hojas son alternas, compuestas, paripinadas con 1 – 3 pares de folíolos que terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento (Vigliola 1992).

La inflorescencia es racimosa, con brácteas foliáceas, que se insertan por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas, las flores son muy variables, pero constan de un cáliz (verticilo floral externo) con cinco sépalos y una corola con 5 pétalos. Suelen tener 10 estambres (piezas florales masculinas) que pueden estar todos soldados en una única estructura o dispuestos en dos grupos, uno de nueve y otro de uno (Maroto 1995).

El fruto es una legumbre o vaina, de forma y dimensiones variables y de semillas globulosas o cúbicas, lisas o rugosas donde cada vaina contiene entre 4 a 12 semillas, los de semilla lisa son más tempranos y resistentes, pero las variedades rugosas tienen sabor más dulce. La mayor parte de los cultivares presentan en la

cara interna de sus valvas una formación tisular esclerenquimatosa o pergamino (Vigliola 1986).

## 2.7. Variedades botánicas

Infoagro (2003) menciona que dentro la especie es posible distinguir tres variedades botánicas:

- ***Pisum sativum* L. ssp. sativum Var Macrocarpon Ser.**

Es preferida por el consumo de sus valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio, esta última estructura conocida también como pergamino, correspondiente a un tejido de fibras esclerenquemáticas ubicada en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan en su mayoría flores de color blanco púrpura, entre los nombres más comunes e importantes utilizados para denominar a esta variedad están: Comelotodo, arveja china, snow pea, china pea, pois mange – tout, etc.

- ***Pisum sativum* L. ssp. sativum var. sativum**

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros estos se destinan directamente al consumo humano o para procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan en su mayoría flores de color blanco. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están: arveja guisante, garden pea, green pea, canning pea, pois, etc.

- ***Pisum sativum* L. ssp. sativum var. arvense (L.) Poir.**

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales son utilizados en la alimentación humana o animal. Los cultivares usados con fines

forrajeras corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son usualmente de color púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes: arveja seca, arveja forrajera y field pea.

### 2.7.1. Precocidad

De acuerdo a la fecha de iniciación de su ciclo de cultivo Gispert (1986) y Maroto (1995) agrupan a las variedades como: Precoces a los 45 días, semiprecoces a los 60 días, semitardíos a los 75 días y tardías de 90 a 120 días.

## 2.8. Fisiología del cultivo

Según Vigliola (1992) el cultivo presenta 4 etapas en su desarrollo que son:

- **Germinación y emergencia:** La germinación es hipogea, los cotiledones quedan bajo tierra. Consta de dos fases una de absorción e incremento de volumen y la otra de absorción lenta de agua con la emergencia de la radícula, del epicotilo entre los cotiledones, la plúmula se mantiene curvada (protegida), se endereza y sale la primera hoja: (emergencia).
- **Desarrollo vegetativo:** Las dos primeras hojas son pequeñas, con dos órganos estipulares y una lamina central pequeña. Las hojas 3 a 5, tienen un par de folíolos y un zarcillo terminal. Las hojas 6 y 7 – 8 también poseen un par de folíolos y tres zarcillos; las hojas 8 a 11, dos pares de folíolos y cinco zarcillos y a partir de la hoja 12 aumenta el número de zarcillos y folíolos. Durante el crecimiento vegetativo se produce la nodulación a nivel radical. Las poblaciones nativas de *Rhizobium* son adecuadas, en general, para asegurar una nodulación efectiva.

- **Floración:** Se inicia unos 20 días antes que se visualicen flores en el ápice, si las flores se forman en las yemas axilares más que en el meristemo apical, las plantas son indeterminadas en su hábito de crecimiento. Cualquier daño en el ápice, en el momento de la iniciación de la floración, redundaría en la pérdida de futuras flores ello ocurre 30 – 40 días antes de la apertura de la primera flor.
- **Fructificación y maduración:** La antesis (periodo de liberación de polen de las anteras) se da después de la polinización y posiblemente, la fecundación. Unos días más tarde, la corola muere y la legumbre comienza a alargarse y se identifica como una vaina chata hasta que se inicia el llenado de las semillas. Durante el crecimiento de la semilla los cotiledones se transforman en un enorme reservorio de proteínas, almidón y fosfato, consumiendo el endosperma. La legumbre del verde amarillo claro, pasando del estadio de arveja verde al de arveja seca, con valores de 12 – 14 % completa el proceso de maduración.

Los granos que durante los primeros días crecen muy lentamente entran muy pronto en una fase de rápido crecimiento la cual se manifiesta mediante el abultamiento de las vainas, este se va haciendo cada vez mayor produciendo el crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde (Ríos 1994)

Las vainas de los primeros nudos reproductivos luego de lograr una primacía en el crecimiento sufren un retraso hasta el estado de madurez en verde, una menor tasa de crecimiento que aquellas vainas que lo hacen en una posición mas alta, esto debido a que los primeros nudos reproductivos van siendo sombreados por las nuevas hojas que se van desarrollando en los nudos más altos y por otra parte que a medida que avanza el desarrollo de las plantas, tanto la radiación solar como las temperaturas van siendo cada vez más altas, estos hechos permiten en definitiva que se vaya produciendo una relativa concentración en la madurez de las vainas

dentro de las partes reduciéndose así las diferencias de tiempo ocurridos entre la floración del primer nudo reproductivo y de los siguientes (Legumino 2002)

## **2.9. Condiciones ecológicas para el cultivo de arveja**

### **2.9.1. Clima**

La arveja es una hortaliza de climas templados, frescos relativamente húmedos por lo que se considera como un cultivo de primavera, la cual se puede cultivar a los 1000, 2000 y 3000 m de altura obteniéndose altos rendimientos (Messiaen 1979, Casseres 1983 y Gispert 1986).

### **2.9.2. Temperatura y fotoperiodo**

Por ser una planta de adaptación adecuada a periodos de temperaturas bajas y altas durante su desarrollo, el proceso de germinación de la semilla se produce con temperaturas entre 1 °C o 2 °C, siendo la temperatura óptima de 25 °C y la máxima 30 °C, si las temperaturas sobrepasan la temperatura máxima la planta vegeta bastante mal (Casseres 1983 y Poehlman 1987).

CIFP (2001) indica que es un cultivo que requiere una temperatura óptima de 15 °C, para floración 10 °C y para madurar 16 °C puede tolerar heladas y temperaturas hasta de -3 °C antes de la floración.

Se han establecido tres grupos de variedades de arveja en función de su respuesta al fotoperiodismo y al termoperiodismo, la floración de los cultivares tempranos en los que las primeras flores aparecen entre los nudos 5 – 10, es normalmente sensible al fotoperiodo y a la vernalización. La floración de los cultivares tardíos cuyas primeras flores aparecen en los nudos 10 – 15, responde positivamente a la acción de los días largos, así como a la vernalización cuando la planta es joven. Los cultivares precoces muestran en forma característica que la primera floración se ubica entre 5 y 10

nudos; los que son insensibles a la longitud del día, no responden a la vernalización e incluso pueden iniciar la floración en la oscuridad total, utilizando reservas cotiledonales (Evans 1983).

### **2.9.3. Humedad y precipitación**

En condiciones óptimas de temperatura y humedad, la semilla germina en una semana; también los mayores rendimientos son obtenidos cuando el grado de humedad del suelo es alto entre la floración y el hinchamiento de vainas. El porcentaje de humedad óptimo del suelo para la arveja se encuentra cercano al 50 – 60 % de la capacidad de campo (Vigliola 1986 y Claude 1997).

También requiere de precipitaciones mensuales que fluctúen entre 50 a 100 mm, las zonas con 800 – 1000 mm por año, bien distribuidas, son óptimas para el desarrollo del cultivo de arveja (Vigliola 1992)

### **2.9.4. Suelo y pH**

La arveja prefiere suelos de textura ligera o media, que no posean excesivo contenido en caliza ni tampoco un pH excesivamente ácido, pudiendo cifrar su pH óptimo de desarrollo entre 6 y 6.5, siendo calificado como moderadamente ácido – tolerante con valores de 5.5 a 6.8 de pH (Ríos 1994 y Casseres 1983).

El aspecto suelo es fundamental en el cultivo de arveja, por los serios problemas de germinación y enfermedades que causa el anegamiento. De allí la importancia de lotes con moderada pendiente, en los que haya un escurrimiento no erosivo. Las influencias de drenaje no solo afectan la implantación y sanidad del cultivo si no también su desarrollo y cosecha (Vigliola 1992)

## **2.10. Introducción de variedades**

Una variedad es un grupo de plantas semejantes que por características de estructura y comportamiento se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie (Poehlman 1987)

El objetivo de generar material genético es el de brindar nuevas variedades con características superiores que permitan mejorar la productividad y calidad del producto (CIFP 2001)

El método de introducción consiste en incorporar a una localidad germoplasma que ha sido desarrollado en otras regiones. De ahí que una variedad mejorada puede ser considerada introducida si proviene de una selección (Mantilla 1995)

La incorporación de variedades a otras zonas se efectúa con el propósito de seleccionar, a aquellas que manifiesten buena respuesta de adaptación (Sánchez 2002)

En la actualidad, se dispone de poca información respecto al comportamiento agronómico de las variedades mejoradas en diferentes condiciones ambientales, así variedades que representan características promisorias en determinado ambiente pueden resultar mejores en otros (Ochoa 2002)

Si bien las variedades mejoradas del CIFP, son promisorias en muchas localidades y regiones del país, estas deben ser evaluadas antes de su recomendación final en la región donde se desea cultivar además las variedades deben recibir un manejo agronómico apropiado que permita maximizar su productividad (Huchani 2004)

### **2.11. Agricultura Ecológica**

La agricultura ecológica enfoca a una producción sostenible en el tiempo, el cual proporcione alimentos sanos, con la máxima calidad y cantidad suficiente, utiliza como modelo a la misma naturaleza, extrayendo de ella toda información en lo posible asociada con los actuales conocimientos técnicos y científicos (Infojardín 2005)

La agricultura ecológica conocida también como biológica, orgánica, etc., se ha definido como una agricultura alternativa cuyo propósito es obtener alimentos de máxima calidad nutritiva respetando el medio y conservando la fertilidad del suelo mediante la utilización óptima de los recursos locales sin la aplicación de productos químicos sintéticos (Bellapart 1988)

### **2.12. Principios generales de la agricultura ecológica**

Según Peña (1994) los principios en los cuales se basa la agricultura ecológica son:

- ♦ Producir alimentos de la máxima calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica en suficiente cantidad.
- ♦ Mantener o incrementar la fertilidad del suelo a largo plazo.
- ♦ Utilizar al máximo los recursos renovables de los agrosistemas, optimizando los recursos locales, buscando un alto nivel de autosuficiencia en las materias primas.
- ♦ Conservar los recursos naturales y genéticos.
- ♦ Proporcionar al ganado buenas condiciones de vida que les permitan desarrollar los aspectos básicos de su comportamiento básico.
- ♦ Evitar al máximo todas las formas de contaminación que puedan derivarse de las prácticas agrarias.

## **2.13. Manejo del cultivo de arveja**

### **2.13.1. Preparación del terreno**

Vigliola (1992) cita que el suelo debe estar bien mullido y dotado de buena aireación y que se debe efectuar una labor profunda de unos 25 a 30 cm de profundidad incorporando el abonado de fondo.

### **2.13.2. Siembra**

En guisantes para consumo fresco, la siembra se efectúa en surcos separados entre 0.45 m y entre plantas a 0.15 cm. La siembra puede realizarse por “golpes” (CIFP 2002)

La siembra es directa a una profundidad de 3 – 4 cm y puede realizarse de forma manual o mecanizada bajo una densidad de 100 – 200 kg / ha, según el grosor de las semillas se reduce la densidad de siembra, puesto que si se trata de semillas pequeñas debe reducirse la cantidad, en las siembras por golpe debe efectuarse a distancias de 30 y 40 cm entre líneas (Infoagro 2003)

### **2.13.3. Fertilización**

Es poco exigente en materia orgánica por lo que no es conveniente el abonado, además de que la planta recibe compuestos nitrogenados en abundancia debido a la simbiosis existente con bacterias del genero *Rhizobium* por lo que la planta no requiere de fertilización nitrogenada pero es necesario complementar la deficiencia de otros nutrientes con materiales orgánicos como los huesos que contienen pequeñas cantidades de nitrógeno y son ricos en fósforo ó la ceniza de madera que encierra cantidades apreciables de potasio, la proporción depende del tipo de madera (Restrepo 1988)

#### 2.13.4. Labores Culturales

Las labores empleadas para el cultivo comprenden:

- ♦ **Control de malezas:** Las malezas disminuyen el rendimiento, por lo que se debe efectuar la primera limpieza durante los primeros 30 – 40 días después de la siembra ya que en esta etapa de crecimiento se presenta la mayor competencia por la luz, las malezas de bajo porte no constituyen problema serio ya que la arveja las ahoga si el cultivo es bueno, no ocurriendo lo mismo con las malezas de porte mayor (Vigliola 1992).
- ♦ **Aporque y tutoraje o entutorado:** El aporque consiste en arrimar con tierra a la planta para que este presente un buen desarrollo y también proporcione un mayor soporte, además que posibilita romper la capa dura de la tierra que se forma en la superficie del suelo, que impide la aireación (Joffre 1989). El enramado y tutoraje tienen por objeto mantener erguidas a las plantas facilitando de esta manera su exposición a la luz solar. El tutoraje se debe realizar generalmente en cultivares que alcanzan alturas mayores a 1.2 m (Vigliola 1992).
- ♦ **Riego:** El aporte de agua a la tierra por distintos métodos, facilita el desarrollo de las plantas, es necesario para asegurar las cosechas y el incremento del rendimiento de éstas. El número de riegos depende de las exigencias del cultivo, régimen de lluvias y del tipo de suelo (Infoagro 2003).

La época crítica en la que debe existir buena disponibilidad de agua es durante el crecimiento y floración. Posteriormente la humedad aumenta la incidencia de enfermedades y por lo tanto de manchas en las vainas, los requerimientos del cultivo aproximadamente son de 300 a 400 mm de agua para su desarrollo normal distribuidos en todo su periodo vegetativo (Haefl 1982)

- ♦ **Cosecha en vaina verde:** La época de recolección esta ligada a las fechas de siembra, las características climáticas de la zona y la precocidad de la variedad, así el momento de recolección será cuando las vainas estén llenas, además de que estas deben mantener exteriormente su color verde (Infoagro 2003).

El índice de madurez para el caso de la arveja verde corresponde al momento en que el vaina esta completamente verde y desarrollada y antes de que comience a endurecer este indicador esta directamente relacionado con la calidad y vida de poscosecha de la arveja (Pantastico 1981).

La cosecha de las vainas, en estado verde puede iniciarse alrededor de 95 días a partir de la siembra tal labor se hace progresivamente, es decir a medida que sus granos vayan alcanzando la madurez en el curso de algunas semanas debido al escalonamiento natural de su producción (Infante 2000)

#### 2.13.5. Plagas y enfermedades

Vigliola (1992) y Capdevila (1981) manifiestan que las plagas no constituyen un problema serio en el cultivo, en tanto las enfermedades pueden ocasionar daños graves en la producción, citan como las plagas y enfermedades más comunes al:

- **Gusano rayado de la col (*Leptophobia aripa* Boisdoval):** La mariposa (Lipidoptera, Pieridae) oviposita en las hojas mas vigorosas, ya sea en el haz o el envés, los huevecillos son colocados en grupos de 15 a 80, de huevecillos a adulto dura de 27 a 30 días, esta plaga se difunde en forma abundante, por lo que su distribución es amplia, en la fase de oruga causa mayores daños pues esta devora el follaje dejando solamente las nervaduras gruesas.
- **Pulgón verde del guisante (*Acyrtosiphon pisi*):** Las hojas y extremidades de los tallos aparecen cubiertos de pulgones exclusivos de las leguminosas que se

caracterizan por su tamaño de unos 3 mm, antenas de igual longitud y tonalidades verde claro.

- **Ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*):** Debida a su variada dieta, ocasiona estragos en raíces, tubérculos, granos, etc. Este se constituye un problema en la etapa de llenado de grano.
- **Paloma torcaz (*Columba palumbus*):** Entre otros daños causados destaca su predilección por el consumo de semillas de guisantes y arveja.

Entre las enfermedades mas importantes se destacan:

- **Oidio (*Erysiphe polygoni*):** Aparecen manchas blancas pulverulentas en hojas, tallos y vainas. Su incidencia es mayor en cultivos tempranos.
- **Antracnosis (*Ascochyta ssp*):** Las lluvias intensas durante la floración y la formación de vainas resultan favorables para esta enfermedad, que ataca principalmente a las vainas. Esta provoca manchas redondeadas de color pardo – violáceo con borde mas oscuro.
- **Mildiu (*Peronospora pisi*):** Conocida como mancha negra, por presentarse en la planta manchas oscuras, con aureola verde pálida en la cara superior de las hojas inferiores. Es frecuente observarlo en lotes enmalezados. Esta enfermedad es típica de climas templados húmedos con óptimas temperaturas comprendidas entre 8 °C y 18 °C.
- **Pudrición de raíz o secadera (*Fusarium oxysporum f. pisi*):** Producen en las plantas adultas marchitamiento de las hojas periféricas, continúa hacia las del cogollo, matando así toda la planta (Anaya 1999). Este hongo se establece en muchos tipos de suelo que pueden quedar infestados de manera definitiva (López 1994).

- **Mancha de la hoja (*Septoria pisi*):** Produce manchas foliares, ataca al cultivo en la parte inferior avanzando en sentido ascendente, las conidias son diseminadas por la lluvia o el agua de riego, requiere de elevada humedad para producción de infecciones severas (López 1994)

#### **2.13.6. Uso de productos preventivos para enfermedades y plagas en la agricultura ecológica**

En los sistemas ecológicos se permite el empleo de ciertos productos minerales y químicos para el control de plagas y enfermedades. Algunos de estos productos, como azufre y el cobre, pero su uso es restringido por los problemas asociados a la acumulación de cobre en el suelo y que este puede dañar a insectos benéficos. Para el control de plagas se ha desarrollado sistemas mecánicos como el uso de extractos vegetales implicados en los mecanismos de defensa de la planta que puede ayudar a incrementar la resistencia de los cultivos. También se ha desarrollado sistemas y mecanismos para el control de plagas, para atraerlas y alejarlas de los cultivos uno de estos es el uso de trampas con feromonas, que son sustancias químicas que funcionan como atrayentes sexuales de insectos (Lampkin 1998).

### **3. LOCALIZACIÓN**

#### **3.1. Ubicación geográfica**

El presente estudio se realizó en los terrenos de la Estación Experimental de San Pedro – Coroico, ubicado en la provincia Nor Yungas del departamento de La Paz (Figura 1), localizada a 60° 40` de longitud oeste y 15° 15` de latitud sur, a diez kilómetros de Coroico, capital de la provincia Nor Yungas y a 106 km de la ciudad de La Paz a una altitud de 1630 m.s.n.m. (Flores 2004)

#### **3.2. Clima**

De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1982) la zona de ubicación de la Estación Experimental de San Pedro de Coroico, corresponde a un bosque húmedo (bs – bt) sub – tropical en transición a piso montano bajo sub – tropical.

SENAMHI (2002) indica que la zona presenta una precipitación media por año de 2185.3 mm, con una temperatura media anual de 17.3 °C (Anexo 1).

#### **3.3. Topografía y Suelo**

De acuerdo al MACA (1975) la topografía de la zona esta formada por pendientes fuertemente inclinadas conexas, moderadamente escarpadas y montañosas. En general los suelos de esta zona son de textura media, moderadamente profundos, con buenas características de drenaje interno y externo con pendientes que varían entre 2 y 30 por ciento, por lo general son ácidos, pobres en nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio y ricos en cobre, zinc y molibdeno.

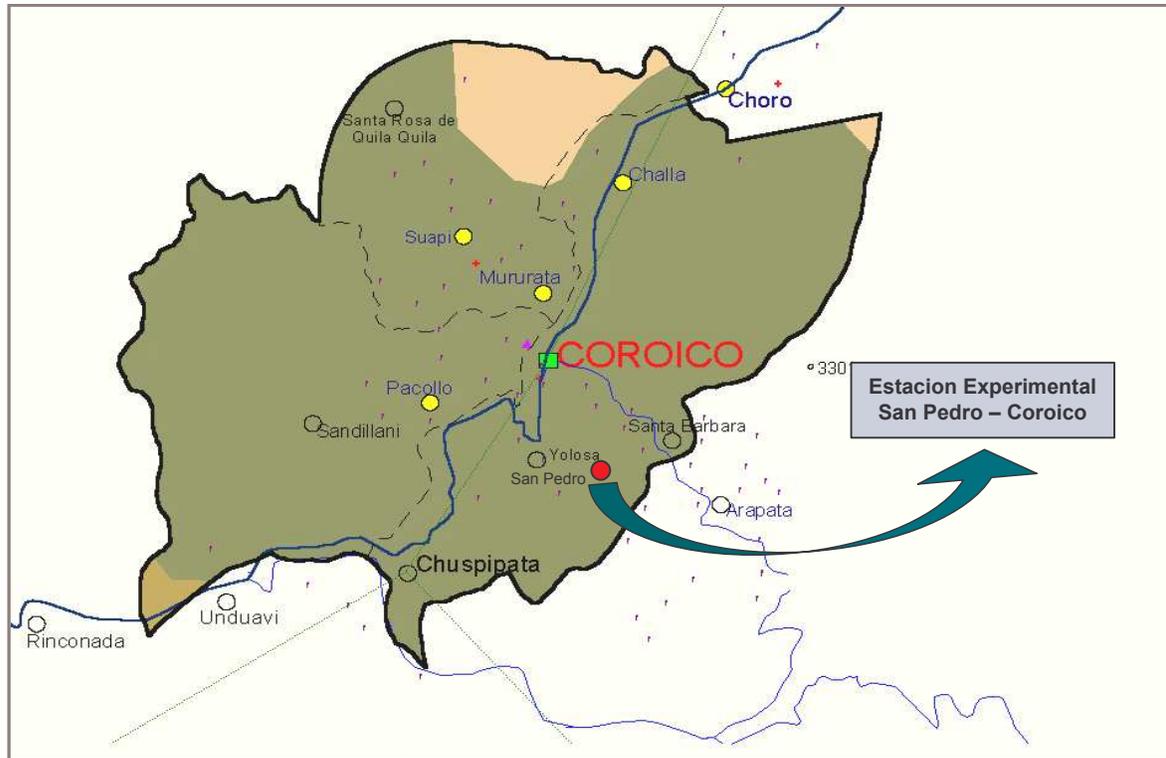


Figura 1. Municipio de Coroico y localización del experimento (UDAPE 2005)

### 3.4. Flora y fauna

La vegetación que presenta la zona es variada dada por los diferentes pisos altitudinales, cuenta con especies como la quina (*Chichona callizaya*), sábila (*Aloe vera*), eucalipto (*Eucaliptos globulus*), chusi (*Pteridium aquilinum*), laurel (*Ocotea suaveolens*) cedro (*Cedería balansae*), ruda (*Ruta chalapensis*), ajenjo (*Artemisia absinthium*), caña brava (*Gynerium sagittatum*), guayaba (*Psidium guayaba*) y otros. Sus recursos en fauna son propios de la región como el venado (*Manzama gouazoubira*), puma (*Felis concolor*), tejón (*Nasua nasua*), jochi (*Agouti paca*), armadillo (*Dasyrodidae*), titi (*Cebuella pygmaea*), ardilla (*Sciurus carolinensis*), etc. (Flores 2004)

### 3.5. Diversificación agrícola

La zona se caracteriza por una estructura de tenencia de tierra minifundiaria donde el promedio por unidad propietaria es de alrededor de cuatro hectáreas/familia.

Los cultivos predominantes del área son de tipo permanente (cítricos, bananos y café). Las explotaciones agrícolas de los pequeños agricultores muestra la conocida característica policultural donde se denota cultivos de índole comercial como el café y la coca y otros de subsistencia, constituidas por plátano (*Musa paradisiaca*), banano (*Musa sapientum*), racacha (*Arracacia santorisa*), gualusa (*Xanthosoma sagitifolia*), yuca (*Manihot sculentum*), maíz (*Zea mays*), maracuya (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) y palta (*Persea americana*) principalmente.

La actividad pecuaria es muy poco desarrollada por la topografía accidentada que dificulta la crianza de ganado mayor como ganado vacuno y ovino. El ganado menor en cambio es muy desarrollado en granjas avícolas y porcinas (Flores 2004)

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Material genético

En el presente trabajo se utilizó una variedad local “Criolla” como testigo y cinco variedades seleccionadas de arveja provenientes del Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP) del departamento de Cochabamba. Las variedades utilizadas se mencionan en el Cuadro 4:

**Cuadro 4. Variedades mejoradas de arveja**

Variedad	Nombre
V1	Pea5-001-13
V2	Pea5-001-17
V3	Pairumani-1
V4	Pairumani-2
V5	Pairumani-3

Fuente: CIFP 2002

#### 4.1.2. Material de campo

- Cinta métrica (30 m)
- Cordel
- Machetes
- Estacas
- Chonta
- Picota
- Balanza
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Mochila aspersora

- Letreros de identificación
- Etiquetas
- Azadón
- Vernier
- Recipientes de plástico
- Bolsas de plástico

## 4.2. Metodología

### 4.2.1. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar propuesto por Cochran (1997) con 4 repeticiones, con el fin de controlar la heterogeneidad del terreno por el efecto de la pendiente que causa variabilidad en la gradiente de humedad y fertilidad en las unidades experimentales.

**Tratamientos:** Por tratarse de un ensayo y trabajo de evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de arveja introducidas bajo un manejo ecológico en la Localidad de Coroico, los tratamientos constituyeron cada una de las 6 variedades.

**Modelo aditivo lineal:** El trabajo fue planificado y realizado de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor observado de una variable de respuesta en el  $i$  – ésimo bloque donde se sembró la  $j$  - ésima variedad

$i$  = 1, 2, 3, 4 bloques

$j$  = 1, 2, 3, 4, 5, 6 variedades

$\mu$	= Media general
$\beta_i$	= Efecto del i – ésimo bloque
$\alpha_j$	= Efecto del j – ésima variedad
$\epsilon_{ij}$	= Error experimental

#### 4.2.2. Características del campo experimental

El campo experimental presento las siguientes características:

Ancho de la unidad experimental:	2.5 m
Largo de la unidad experimental:	3.5 m
Área de cada unidad experimental:	8.75 m <sup>2</sup>
Área de cada bloque:	58.75 m <sup>2</sup>
Área de campo experimental:	210 m <sup>2</sup>
Superficie total:	270.25 m <sup>2</sup>
Número de tratamiento por bloque:	6
Distancia entre planta:	15 cm
Distancia entre líneas:	45 cm
Número de líneas por parcela:	6
Número de plantas por línea:	23
Número de plantas por parcela:	138
Distancia entre pasillos:	50 cm

#### 4.2.3. Procedimiento de campo

En el procedimiento de campo se efectuaron las siguientes actividades:

- **Manejo ecológico:** Las actividades agrícolas efectuadas en la parcela experimental desde la preparación del terreno hasta la cosecha, se realizaron dentro del marco del respeto a la ecología, por lo que no se recurrió a prácticas antiguas como el chaqueo (tala y quema de la biomasa vegetal), ni tampoco se

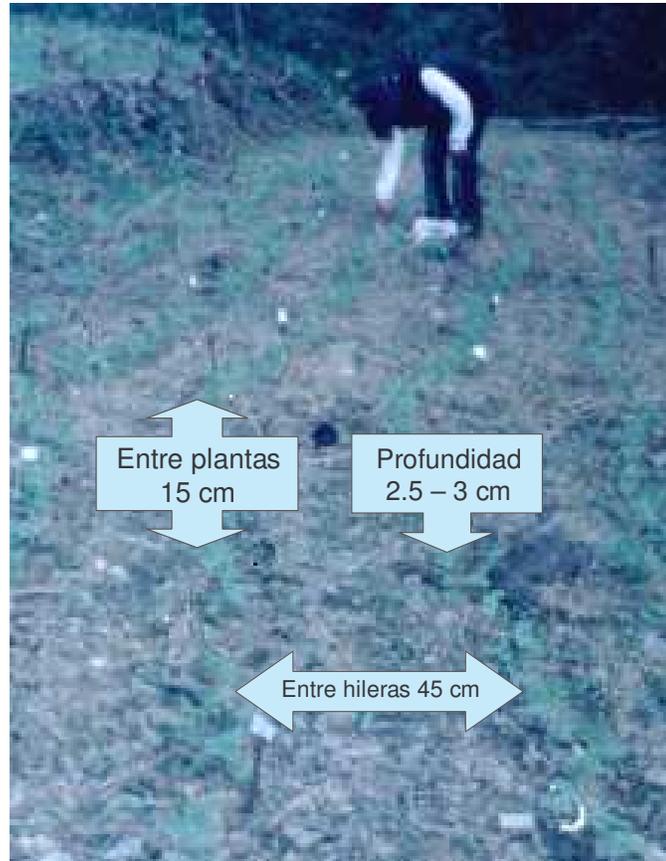
emplearon insumos externos como: Fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, abonos químicos, etc.

- **Preparación del terreno:** La preparación del terreno se realizó 20 días antes de la siembra efectuando el corte, picado, distribución de las malezas en la parcela para su posterior secado, con ayuda del machete. Las especies arbóreas se tumbaron y los troncos, ramas gruesas y raíces de las mismas se retiraron y extrajeron de la parcela. Posteriormente se demarcó, distribuyó al azar las variedades en los bloques.

La labranza se efectuó en fajas, con abonado de fondo (incorporación de 1 qq de gallinaza) bajo profundidades de 10 a 12 cm, práctica de conservación de suelo que es apropiada para la zona y la cual es recomendada por Gomero (1999) para zonas que presentan pendientes pronunciadas.

Previo a la preparación del terreno, para estimar las condiciones del suelo se efectuó el muestreo (método zig – zag) y interpretación del status de fertilidad del mismo, siguiendo los métodos sugeridos por Chilón (1997). Las muestras obtenidas fueron analizadas por el laboratorio del Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear (IBTEN).

- **Siembra:** La siembra se realizó en fecha 13 de marzo del 2004 en forma manual empleando la técnica de siembra por golpe recomendado por el CIFP, con una densidad aproximada de 100 kg/ha a una distancia entre hileras de 0.45 m y entre plantas 15 cm (Figura 2).



**Figura 2. Emergencia y marbeteado de plantas de arveja**

La época de siembra se encuentra influenciada por factores tales como el clima, estación del año y ciclo del cultivo, por lo que se optó realizar esta a inicios del periodo invernal de la zona, en la cual las precipitaciones se presentan con menos frecuencia y las temperaturas disminuyen considerablemente, este decremento en estos factores durante esta época, favorecen en gran manera al buen desarrollo del cultivo. En otro caso si la siembra se hubiese efectuado en los meses lluviosos y calurosos se tendría como resultado la pudrición de la semilla en el suelo, además de que se manifestarían varias enfermedades por la excesiva humedad.

- **Deshierbe y aporque:** La eliminación de malezas se realizó cada 15 días en forma manual en días soleados con ayuda de azadón y chonta, el primer

deshierbe se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 a 30 cm. Además se efectuó la limpieza de una banda de 1.5 m alrededor del área experimental. El aporque se realizó en forma manual después de una lluvia cuando el suelo presentaba buena humedad, esta actividad se efectuó en razón de evitar el acame de las plantas (Figura 3)



**Figura 3. Primer deshierbe y aporque en el cultivo de arveja**

- **Plagas y enfermedades:** En las últimas etapas del cultivo se presentaron dos plagas y una enfermedad: la oruga de la mariposa blanca de la col (*Leptophobia aripa* Boisdoval), y la pavita (*Columba palumbus*), para aminorar la presencia de la primera se recurrió al uso de extractos vegetales de ajo y feromonas. Para la segunda se realizó controles mecánicos como el embanderramiento de la parcela con cintas de cassetes estiradas y sonajas con el fin de ahuyentarlas (Figura 4).



**Figura 4. Controles mecánicos para la *Leptopobia* y las aves (feromonas y embaderamiento)**

También por la continua precipitación se detectó la presencia de *Septoria pisi* (Figura 5) en las últimas cosechas de las variedades introducidas y la primera en la variedad local, para prevenir el avance de esta enfermedad se aplicó soluciones de azufre polvo mojable y Biosulfocal este último producto recomendado por Productividad Biosfera y Medio Ambiente (PROBIOMA).



Figura 5. Ataque de la *Septoria pisi* y acame de las plantas de arveja

- **Cosecha:** La recolección de vainas verdes se efectuó en forma gradual de los cuatro surcos centrales (parcela útil) dejando 30 cm en los bordes para eliminar el efecto de bordura, la cosecha de cada unidad experimental fue manual y progresiva debido al escalonamiento natural de su producción. Como indicadores de cosecha se tomo los siguientes aspectos: a la presión con el tacto la vaina debería presentar llenado y no dureza, además de mantener su color verde. También es importante el ciclo productivo de la variedad (Figura 6)



**Figura 6.** Cultivo de arveja en floración y madurez en vaina verde

#### **4.2.4. Variables de respuesta**

Las variables de respuesta evaluadas en el trabajo fueron:

##### **4.2.4.1. Rendimiento en vaina verde**

Para evaluar el rendimiento en vaina verde se pesó la cosecha de cada parcela útil a medida que estas presentaban el grado de madurez y la sumatoria total de estas cosechas se expresó en kg / ha.

##### **4.2.4.2. Días a la emergencia**

Se cuantificaron los días transcurridos desde la siembra, hasta el momento en que más del 75% de las plantas emergieron a la superficie en cada parcela.

#### **4.2.4.3. Días a la floración**

Se cuantificaron los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas iniciaron su floración.

#### **4.2.4.4. Días a la madurez en vaina verde**

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las primeras vainas estaban listas para cosechar.

#### **4.2.4.5. Altura de planta**

Esta fue medida con la ayuda de un flexómetro desde la base del tallo hasta el último nudo productivo de la planta, esta medida fue realizada en 10 plantas al azar por cada unidad experimental y fueron expresadas en centímetros.

#### **4.2.4.6. Número de ramas por planta**

Se efectuó el conteo de las ramas basales productivas en las plantas muestreadas de cada unidad experimental cuando estas completaron su desarrollo.

#### **4.2.4.7. Longitud de vaina**

Esta variable se determinó midiendo desde el punto de inserción de la vaina hasta la ápice de la misma cuando estas completaron su desarrollo y los granos su tamaño, se cogió al azar 20 vainas de cada unidad experimental, de las cuales se obtuvo un promedio.

#### **4.2.4.8. Número de granos por vaina**

Posterior a la evaluación de la longitud de vaina, estas fueron desgranadas individualmente, contabilizando el número de granos contenidos por cada una de estas, consecutivamente estos datos fueron promediados.

#### **4.2.4.9. Peso verde de 100 semillas**

Se evaluó después de contabilizar las semillas por vaina, las mismas que fueron pesadas en una balanza de precisión en gramos, posteriormente este peso se relacionó para 100 semillas.

#### **4.2.4.10. Tamaño de semillas**

Esta variable se evaluó después del pesaje de las semillas, tomando 10 semillas al azar midiendo el diámetro de estas con la ayuda de un vernier los datos obtenidos fueron expresados en cm. Se determinó el tamaño de grano según la categorización realizada por Vigliola (1992) el cual categoriza a los granos de acuerdo a la siguiente escala:

- Grano chico (menos de 8 mm)
- Grano mediano (8 – 10 mm)
- Grano grande (más de 10 mm)

#### **4.2.4.11. Presencia de enfermedades**

Sin determinar el grado de infección, la presencia de la enfermedad se cuantificó de acuerdo al porcentaje de plantas afectadas, la cual se evaluó mediante la siguiente escala recomendada por el CIFP (2002).

- 0 = Ausencia de enfermedad
- 1 = < 20% plantas afectadas
- 2 = 21 – 40% plantas afectadas
- 3 = 41 – 60% plantas afectadas
- 4 = 61 – 80% plantas afectadas
- 5 = > 80% plantas afectadas (completamente afectadas)

#### 4.2.4.12. Acame

La valoración de esta variable se realizó de forma visual de acuerdo a la siguiente escala recomendada por el CIFP (2002).

- 1 = No acame
- 2 = < 25 plantas acamadas
- 3 = 26 – 50% plantas acamadas
- 4 = 51 – 75% plantas acamadas
- 5 = > 75% plantas acamadas

#### 4.2.4.13. Vigor

Esta fue determinada visualmente de acuerdo al potencial de rendimiento y conformación de la planta, bajo la siguiente escala recomendada por el CIFP (2002).

- 1 = Muy bueno
- 2 = Bueno
- 3 = Promedio
- 4 = Pobre
- 5 = Muy pobre

#### **4.2.5. Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza de las variables de respuesta siguiendo el modelo lineal para un diseño bloques al azar, para la comparación de medias se empleó la prueba de medias de Duncan al nivel de confianza del 95% (Steel y Torrie 1992), dicha prueba se aplicó aunque el valor de F calculado en el análisis de varianza no haya sido significativa esto en razón de explicar las diferencias que se presenten entre los tratamientos.

Todos los datos fueron procesados por el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 6.12.

#### **4.2.6. Análisis económico de costos parciales**

El análisis económico se realizó según la metodología propuesta por el CIMMYT (1988) el cual propone una metodología sobre el presupuesto parcial y el análisis marginal, como herramientas útiles para determinar las implicaciones económicas en costos y beneficios al analizar los resultados.

Este análisis es orientado al estudio de costos de producción y beneficios del cultivo, de acuerdo a estos parámetros se podrá identificar las variedades que otorguen a los agricultores de la región los mayores beneficios económicos.

El costo de producción para las variedades de arveja con manejo ecológico fue elaborado de acuerdo a los costos incurridos en la investigación, datos que posteriormente fueron relacionados para una hectárea (Anexo 8).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Datos climáticos y edáficos

Los datos climáticos registrados durante el ensayo (Anexo 3) durante los meses de mayo a junio de la gestión 2004 (SENAMHI 2004) fueron:

#### 5.1.1. Temperatura

A lo largo del desarrollo del cultivo las temperaturas se presentaron favorables, dado que esta es una zona subtropical, los cambios térmicos no tienen una estacionalidad bien definida por lo que en las etapas de germinación y floración (marzo, abril y mayo) las temperaturas medias mensuales registradas fluctuaron entre 17.4, 18.5, 14.6 y 15.7 °C respectivamente (Figura 7), por lo que se puede manifestar que estas durante el periodo del estudio no sobrepasaron el rango térmico de tolerancia del cultivo recomendado por Maroto (1995), quien manifiesta que las temperaturas óptimas del desarrollo del cultivo pueden situarse entre 14 y 26 °C.

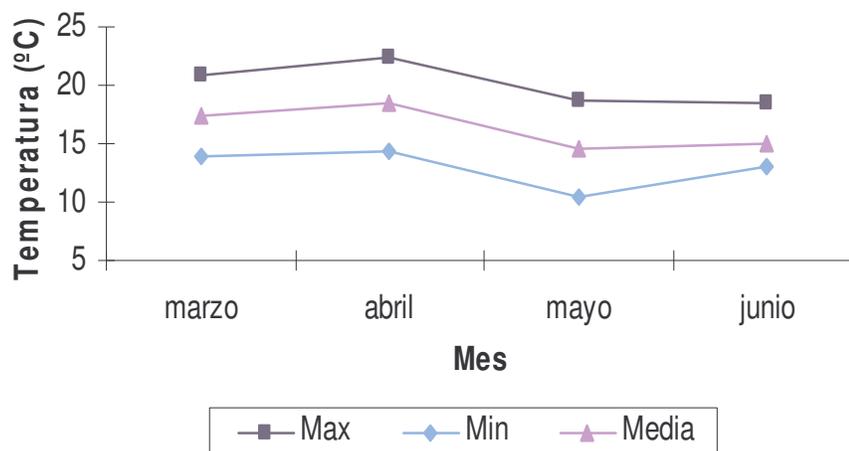


Figura 7. Temperaturas registradas durante el ensayo

### 5.1.2. Precipitación

La precipitación juega un papel principal en la determinación del clima en cualquier zona, durante el ensayo este se presentó continuamente, aunque con menor frecuencia que en otros meses del año, según datos registrados de siete años (1996 – 2002) por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Anexo 1), muestran que las precipitaciones en esta zona disminuyen a partir del mes de mayo, por lo que, se estableció el cultivo a mediados del mes de marzo, para que presente buena humedad el suelo para la emergencia, para esta etapa se registró una precipitación 170.7 mm y en el periodo del desarrollo vegetativo la precipitación fue de 217.3 mm (abril), siendo esta la más elevada registrada durante el ciclo del cultivo, en tanto que en los periodos de floración y madurez en vaina verde si bien las precipitaciones disminuyeron a 131.7 y 136.0 mm (Figura 8), aún estas se manifestaron por encima de lo recomendado por Vigliola (1992) quien indica que precipitaciones de 50 a 100 mm mensuales son adecuadas para el cultivo.

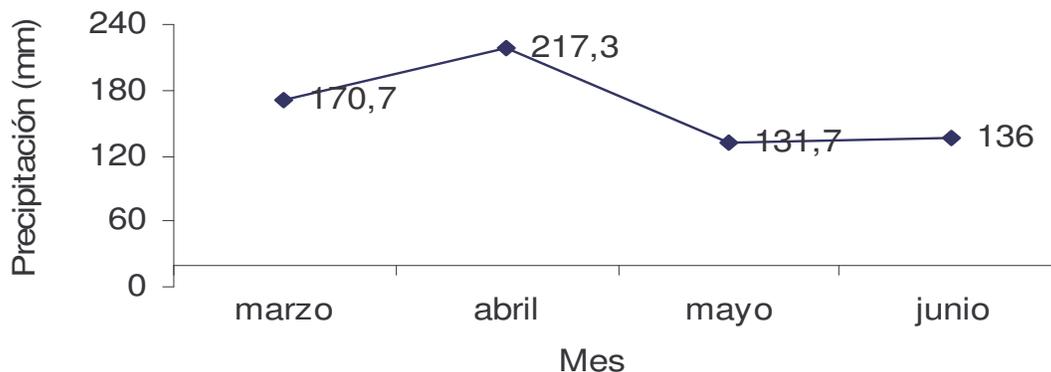


Figura 8. Precipitación registrada durante el ensayo

### 5.1.3. Humedad

La humedad que tiene una relación directa con la precipitación, no se manifestó con valores extremos como se observa en la Figura 9, en las primeras etapas del cultivo

se tuvo una humedad alta, la cual favoreció al proceso de emergencia, contrariamente en la etapa de formación y llenado de grano fue desfavorable, si bien esta no fue alta (65.4%) dio origen a enfermedades fúngicas. La humedad relativa promedio durante el desarrollo del cultivo fue de 62.4 %.

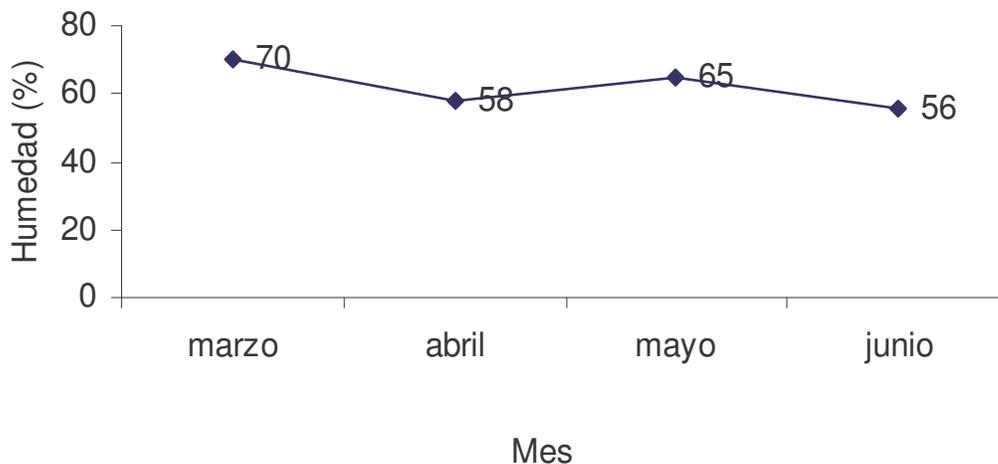


Figura 9. Humedad relativa (%)

#### 5.1.4. Muestreo y análisis de suelo

El suelo de la parcela experimental presento las siguientes características (Anexo 4):

- **Físicas:** De acuerdo a la proporción de las fracciones minerales de arena (12%), limo (41%) y arcilla (47%), el suelo corresponde a la clase textural franco arcillo limoso.
- **Químicas:** pH = 5.5 denota que el suelo es altamente ácido, además este valor se marca como el punto crítico limitante de tolerancia a la acidez del cultivo de la arveja y la actividad bacteriana (Cáceres 1983). La conductividad eléctrica (C.E.) de 0.64 expresa que no existen problemas de sales en el cultivo.

- **Status de fertilidad del suelo:** La fertilidad del suelo fue media con 3.55 % de materia orgánica y 0.20% de nitrógeno total. Los niveles de fósforo asimilable fueron altos con 38.03 ppm y medios para el potasio con 451.2 kg de K<sub>2</sub>O.

Por las características podemos señalar que este es un suelo apto para el cultivo dotado de nutrientes requeridos por el cultivo para el crecimiento (Nitrógeno y Potasio), floración, envainado y llenado de grano (Fósforo).

## 5.2. Análisis de características agronómicas

### 5.2.1. Rendimiento en vaina verde

El promedio general de rendimiento en vaina verde presentado por las variedades evaluadas fue de 3885.34 kg/ha (Anexo 7) y el coeficiente de variación encontrado fue de 22.08%, el mismo que esta dentro del rango tolerable para la investigación agronómica. El análisis de varianza para el rendimiento en vaina verde kg/ha, indica diferencias significativas entre variedades, lo que demuestra que existen variaciones en los rendimientos presentados por cada una de las variedades (Cuadro 5).

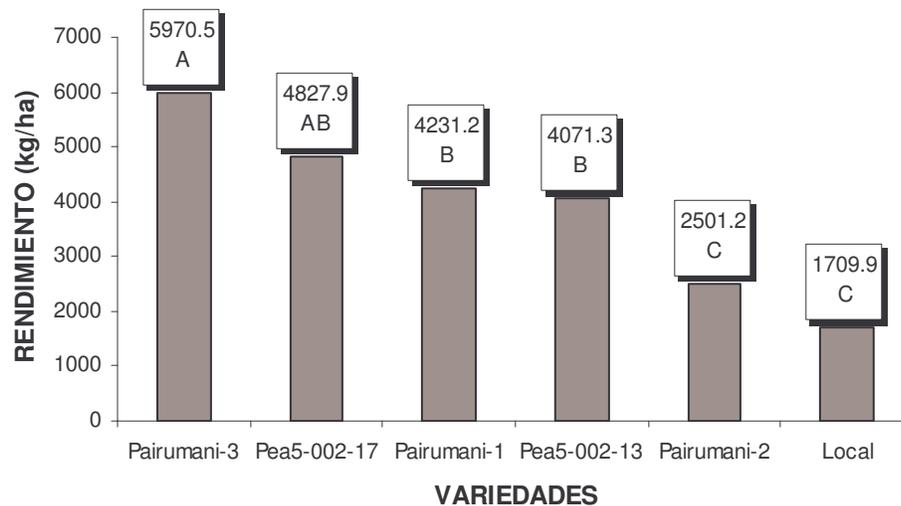
**Cuadro 5. Análisis de varianza para rendimiento en vaina verde (kg/ha)**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	6334879.02	2111626.34	2.87 ns	0.0715
Variedad	5	48155288.88	9631057.77	13.08 **	0.0001
Error Experimental	15	11045112.58	736340.84		
Total	23	65535280.48			
C.V= 22.08%					

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

La prueba de medias para la variable rendimiento en vaina verde muestra la conformación de tres grupos estadísticos en las que las variedades Pairumani – 3 y Pea5 – 002 – 17, sobresalen por sus elevados rendimientos en vaina verde con 5970.5, 4827.9 kg/ha, el segundo grupo conformado por las variedades Pairumani – 1 y Pea5 – 002 – 13 presenta promedios de rendimiento en vaina verde de 4231.2 y

4071.1 kg/ha, en tanto que las variedades Pairumani – 2 y local presentan los valores mas bajos de rendimiento en vaina verde con 2501.2 y 1709.9 kg/ha (Figura 10).



**Figura 10. Prueba de Duncan para rendimiento en vaina verde (kg/ha)**

Rendimientos en vaina verde registrados en la localidad de Coroico para las variedades Pairumani – 1, Pairumani – 3 y Pairumani - 2, se manifiestan superiores a los obtenidos por el CIFP para estas variedades (2889.92, 5003.54 y 3707.71 kg/ha), en tanto que las variedades Pea5 – 002 – 13 y Pea5 – 002 – 17 por sus rendimientos bajos, se ubican por debajo de los rangos de rendimiento en vaina verde presentadas por el CIFP para estas variedades (4861.13 y 5452.32 kg/ha).

El rendimiento alto obtenido por la variedad Pairumani – 3 se debió a sus características superiores en longitud de vaina, tamaño de grano y peso de 100 semillas, tales factores influyeron directamente en su alto rendimiento, a diferencia de esta, la variedad local manifestó características agronómicas pobres, respecto a la dependencia del rendimiento de la variable longitud de vaina Barrionuevo (2002), señala que a una mayor longitud de vaina se obtiene los mayores rendimientos, lo cual se corroboró en el experimento dado que las variedades que alcanzaron mayor longitud de vaina (Pairumani – 3 y Pea5 – 002 – 17) manifestaron altos rendimientos.

Los bajos rendimientos de las variedades Pairumani – 2 y Local se debieron al ataque de la *Septoria pisi* y a la altura de planta al respecto Barrionuevo (2002) y Kantuta (2004) señalan que el rendimiento se ve disminuido por el aumento en el tamaño de las plantas.

### 5.2.2. Días a la de emergencia

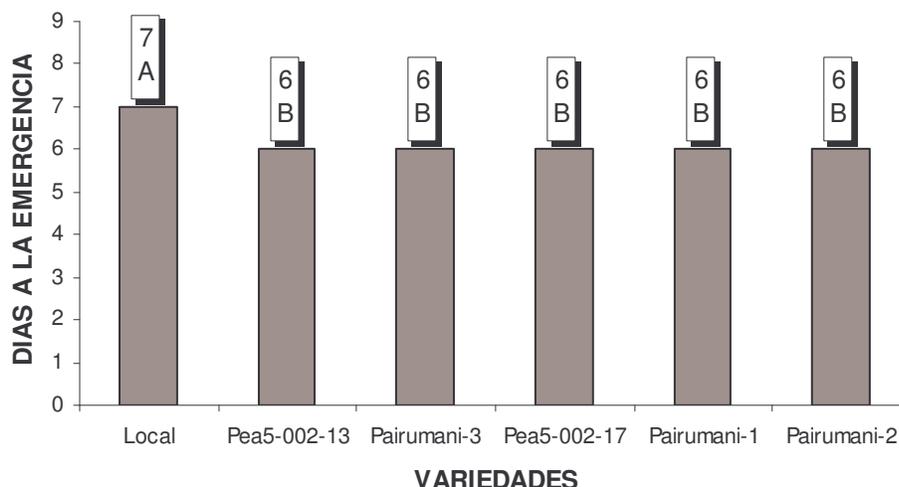
El promedio general para días a la emergencia fue 6.29 días (Anexo 7), el coeficiente de variación encontrado fue de 5.49%, cuyo valor nos indica que los datos son confiables. El análisis de varianza indica diferencias significativas entre variedades, lo cual manifiesta que las variedades presentaron diferencias en días para la emergencia (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Análisis de varianza para días a la emergencia**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	0.46	0.15	1.28 ns	0.3175
Variedad	5	2.71	0.54	4.53 *	0.0102
Error Experimental	15	1.79	0.12		
Total	23	4.96			
C.V= 5.49%					

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

La prueba de medias de Duncan para días a la emergencia muestra la conformación de dos grupos diferenciados estadísticamente en los que la variedad local presenta valores altos para días a la emergencia con 7 días, siendo este significativamente superior a los valores presentados por las demás variedades, las cuales emergieron en 6 días (Figura 11).



**Figura 11. Prueba de Duncan para días a la emergencia**

Los resultados obtenidos para días a la emergencia se debieron a la influencia del carácter genético de las variedades y al factor climático: como la precipitación, humedad y temperatura esta última durante la etapa emergencia presento valores cercanos a la temperatura óptima de germinación (20 °C temperatura promedio de 7 días), al respecto Vigliola (1992) menciona que la temperatura óptima de germinación es de 24 °C y que en condiciones óptimas de humedad la semilla germina en una semana, por otra parte Huchani (2004), señala que las variaciones de días a la emergencia se atribuyen al carácter genético de las variedades.

### 5.2.3. Días a la floración

El promedio general registrado para días a la floración fue de 49.58 días (Anexo 7), siendo el coeficiente de variación encontrado de 5.03%. El análisis de varianza indica diferencias significativas entre variedades, lo cual manifiesta que las variedades presentaron variaciones en días para la floración (Cuadro 7).

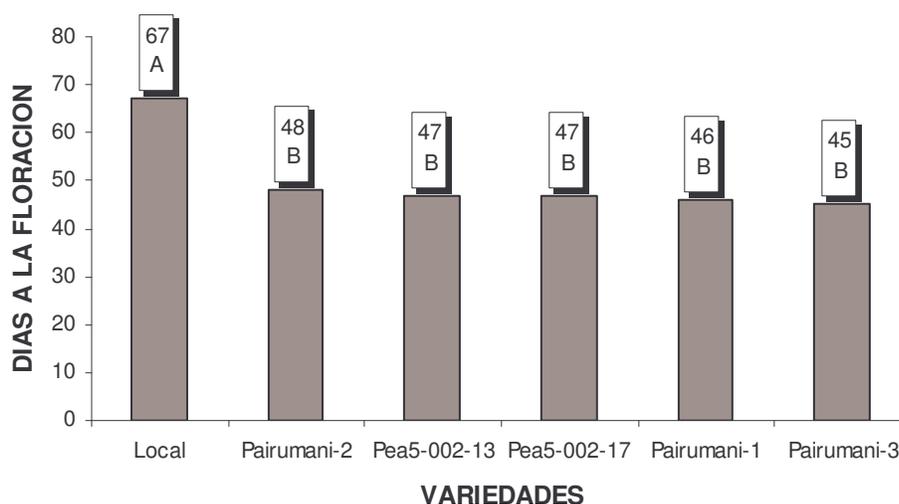
**Cuadro 7. Análisis de varianza para días a la Floración**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	13.83	4.61	0.74 ns	0.5432
Variedad	5	1388.83	277.76	44.72 **	0.0001
Error Experimental	15	93.16	6.21		
Total	23	1495.83			

C.V= 5.03%

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

La prueba de comparación de medias de Duncan para días a la floración establece dos grupos diferenciados el primer grupo conformado por la variedad local presenta el valor más alto para días a la floración con 67 días, siendo este significativamente superior a los valores presentados por las variedades Pairumani – 2, Pea5 – 002 – 13, Pea5 – 002 – 17, Pairumani – 1 y Pairumani – 3, las cuales no presentan diferencias estadísticas y registran los siguientes valores para días a la floración: 48, 47, 47, 46 y 45 días respectivamente (Figura 12).

**Figura 12. Prueba de Duncan para días a la Floración**

La floración temprana de las variedades mejoradas se debió al efecto de los factores ambientales tales como: duración del día, temperatura y horas luz, respecto a la influencia de estos factores en la floración Iñiguez (1987) y Evans (1983) indican que el cambio de la fase vegetativa a la productiva puede ser afectado por la longitud del

día y las temperaturas altas, y que los cultivares tempranos adelantan su floración en los días largos.

Los valores registrados para días a la floración en el ensayo, son inferiores a los rangos mínimos obtenidos por el CIFP (Anexo 5), el cual presenta para las variedades Pea5 – 002 – 13, Pea5 – 002 – 17, Pairumani – 1, Pairumani – 2 y Pairumani – 3, los siguientes valores: 50, 51, 48, 51 y 49 días respectivamente, estas diferencias son atribuibles a las condiciones ambientales en las que se desarrollo el cultivo.

#### 5.2.4. Días a la madurez en vaina verde

El promedio general para días a la madurez en vaina verde presentado por las variedades evaluadas fue de 75.87 días (Anexo 7) y el coeficiente de variación encontrado fue 1.64%, valor que indica que los datos están dentro del rango de confiabilidad. El análisis de varianza indica diferencias significativas entre variedades, lo cual manifiesta que las variedades presentaron variaciones en días para la madurez en vaina verde (Cuadro 8).

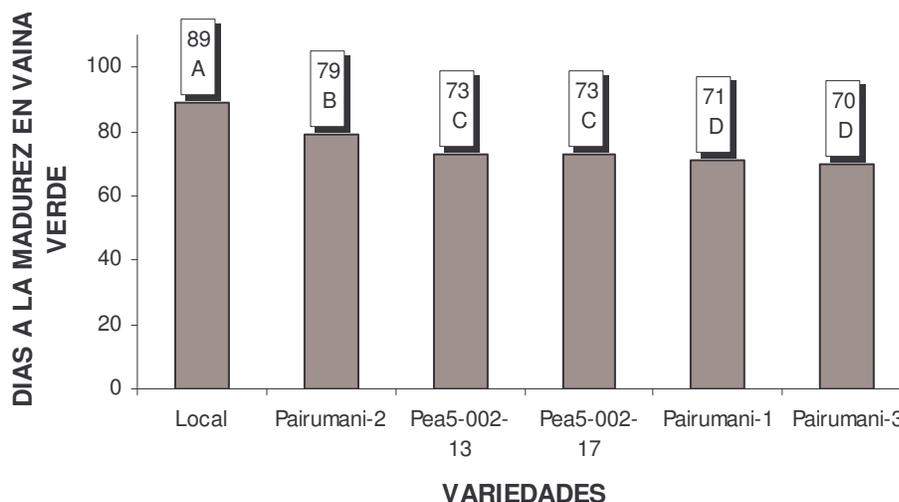
**Cuadro 8. Análisis de varianza para días a la madurez en vaina verde**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	22.12	7.37	4.78 *	0.0156
Variedad	5	953.37	190.67	123.68 **	0.0001
Error Experimental	15	23.13	1.54		
Total	23	998.62			
C.V= 1.64%					

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

La prueba de medias Duncan para días a la madurez en vaina verde presenta la conformación de cuatro grupos diferenciados, el primer grupo conformado por la variedad local registra un valor elevado para días a la madurez en vaina verde el cual es significativamente diferenciado de las demás variedades con 89 días, seguida por la variedad Pairumani – 2 con 79 días, en tanto que las variedades Pea5-002-13 y

Pea5-002-17 con promedios iguales de 73 días no presentan diferencias significativas, por otro lado las variedades Pairumani – 1 y Pairumani – 3 estadísticamente iguales, presentan los valores mas bajos para días a la madurez en vaina verde con 71 y 70 días respectivamente (Figura 13).



**Figura 13. Prueba de Duncan para días a la madurez en vaina verde**

La madurez acelerada en vaina verde de las variedades mejoradas se debió al carácter precoz de estas variedades, respecto a esta característica Aitken (1987) señala que según el ciclo vegetativo de la arveja esta puede ser una variedad precoz (90 días) o tardía (mayor a 120 días), también las precipitaciones presentes durante esta etapa favorecieron en la formación y llenado de grano, a este respecto Vigliola (1992) indica que la fase hídrica crítica es durante la formación y llenado de vainas por lo que el cultivo requiere de 90% de humedad en el suelo.

Los resultados obtenidos para días a la madurez en vaina verde para las variedades introducidas en la localidad de Coroico se manifiestan inferiores a los rangos mínimos registrados para estas por el CIFP (Anexo 5), la cual presenta para las variedades Pea5 – 002 – 13, Pea5 – 002 – 17, Pairumani – 1, Pairumani – 2 y Pairumani – 3 los siguientes valores 76, 75, 76 , 82 y 74 días respectivamente, esta disparidad en días para la madurez en vaina verde manifestada por las variedades mejoradas, se debió principalmente a las diferencias climáticas entre las zonas.

### 5.2.5. Altura de planta

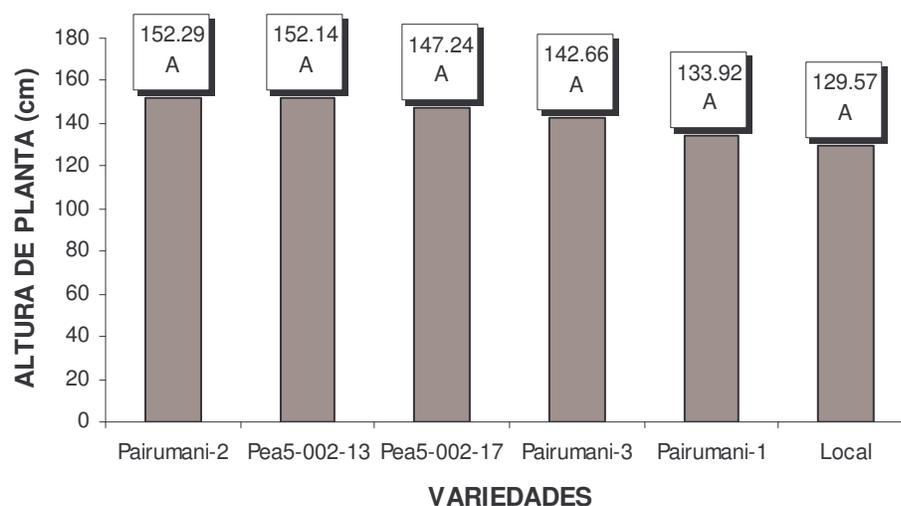
El promedio general de altura de planta presentado por las variedades evaluadas fue de 142.97 cm (Anexo 7), siendo el coeficiente de variación encontrado de 10.38%, valor que indica la confiabilidad de los datos. El análisis de varianza para altura de planta indica que no existen diferencias significativas entre variedades, lo cual denota que todas presentaron un crecimiento similar (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Análisis de varianza para altura de planta**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	1838.23	612.71	2.78 ns	0.0773
Variedad	5	1802.41	360.48	1.63 ns	0.2111
Error Experimental	15	3307.22	220.48		
Total	23	6947.76			
C.V= 10.38%					

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

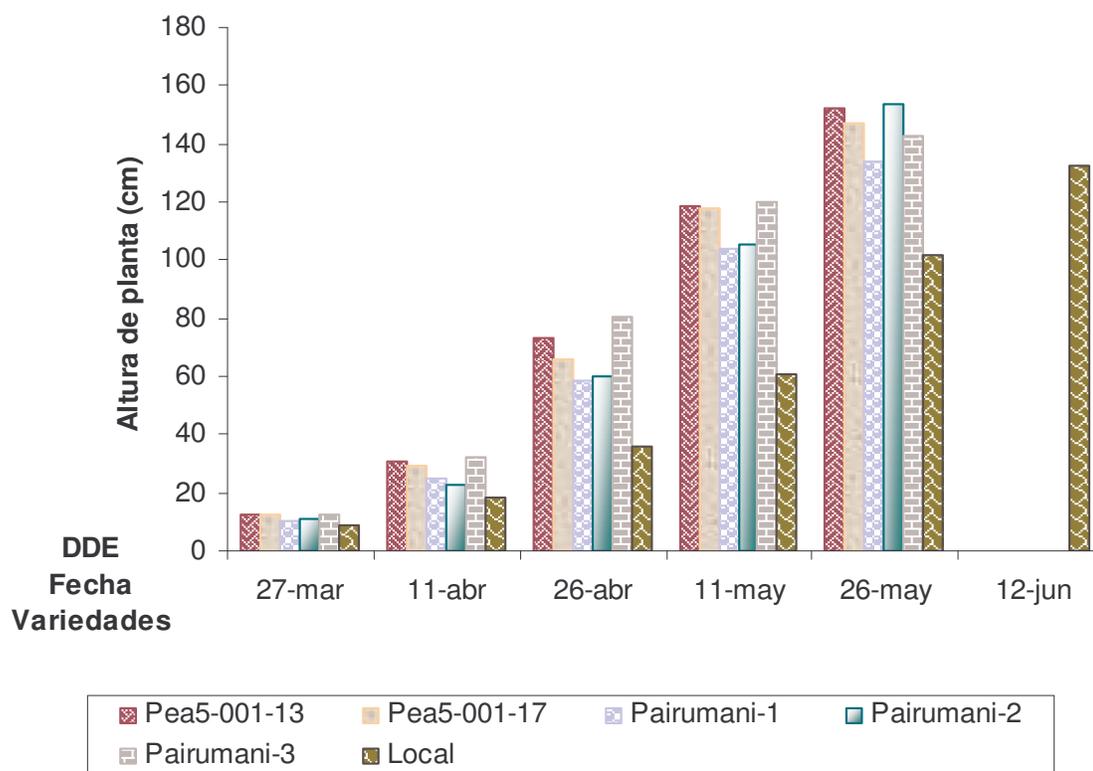
La prueba múltiple de clasificación de medias de Duncan para altura de planta muestra la conformación un solo grupo estadístico para las variedades evaluadas, también se puede indicar que la variedad local registró una altura inferior de 129.57 cm con relación a las variedades introducidas (Figura 14).



**Figura 14. Prueba de Duncan para altura de planta**

Los rangos de alturas recomendadas por el CIFP para las variedades evaluadas están dentro del rango de 80 y 87 cm (Anexo 5), en el presente ensayo superaron en gran magnitud estos rangos, estas diferencias en las alturas de las plantas son atribuibles a las características edáficas y climáticas de la localidad de Coroico.

Respaldando los resultados anteriormente expuestos para altura de planta de las variedades mejoradas, se registró esta variable cada quince días y en cada medición las plantas incrementaron al doble de su tamaño anterior, es decir, la variedad Pairumani – 1, el 20 de marzo (primera medición) presentó una altura de 10.24 cm en la siguientes 24.75, 58.29 y 103.65 cm, hasta alcanzar una altura de 133.92 cm, este mismo comportamiento manifestaron todas las demás variedades, en tanto que la variedad local presentó un periodo vegetativo más largo y un crecimiento más lento hasta alcanzar una altura de 129.57 cm (Anexo 6).



DDE = Días Después de la Emergencia

Figura 15. Incremento de altura en 6 variedades de arveja (cm)

Como se observa en la Figura 15, la variedad local se desmarca de las demás variedades, las cuales conforman casi un solo grupo de crecimiento en altura en las diferentes fechas con diferencias mínimas de crecimiento.

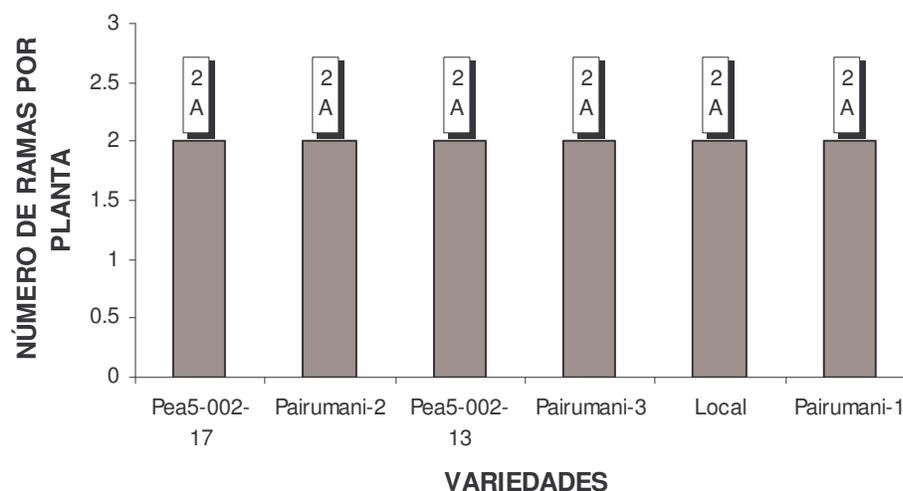
### 5.2.6. Número de ramas por planta

El promedio general de ramas conformadas por las variedades evaluadas fue 2.04 ramas por planta (Anexo 7), el coeficiente de variación encontrado fue de 16.92%, cuyo valor esta dentro de los rangos de confiabilidad. El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre variedades, lo que indica que todas las variedades conformaron la misma cantidad de ramas (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Análisis de varianza para número de ramas por planta**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	0.46	0.15	1.28 ns	0.3175
Variedad	5	0.71	0.14	1.19 ns	0.3618
Error Experimental	15	1.79	0.12		
Total	23	2.96			
C.V= 16.92%					
** Altamente significativo (1%) * Significativo (5%) ns No significativo					

La prueba de medias de números de ramas fructíferas por planta muestra la conformación de un solo grupo estadístico en el cual las variedades Pea5 – 002 – 17, Pairumani – 2, Pea5 – 002 – 13, Pairumani – 3, local y Pairumani – 1 no presentaron variabilidad diferenciada, con un promedio de 2 ramas por planta (Figura 16).



**Figura 16.** Prueba de Duncan para número de ramas por planta

Los resultados obtenidos se deben principalmente al abonado de fondo, el cual favoreció a la totalidad de las variedades en el incremento de la altura y no así a un desarrollo de las ramas.

### 5.2.7. Número de vainas por planta

El promedio general de número de vainas conformadas por planta fue de 7.19 vainas (Anexo 7), siendo el coeficiente de variación de 12.06%, cuyo valor denota la confiabilidad de los datos. El análisis de varianza indica diferencias significativas entre variedades, lo que manifiesta que cada una de las variedades evaluadas presentó cantidades variables de vainas por planta (Cuadro 11).

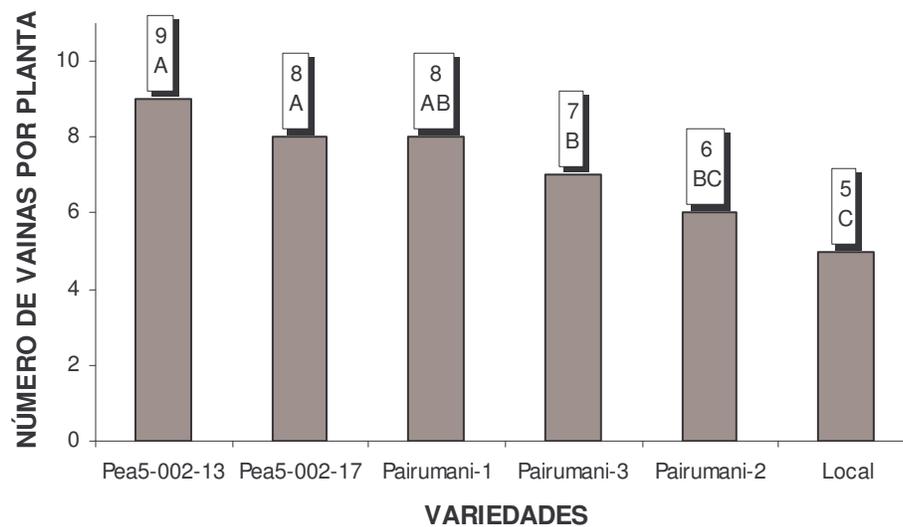
**Cuadro 11.** Análisis de varianza para número de vainas por planta

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	8.87	2.96	3.94 *	0.0295
Variación	5	32.68	6.54	8.71 **	0.0005
Error Experimental	15	11.26	0.75		
Total	23	52.82			

C.V= 12.06%

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

En la prueba de medias de Duncan para la variable número de vainas por planta establece tres grupos estadísticamente diferentes, el primer grupo conformado por las variedades Pea5 – 002 – 13 y Pea5 – 002 – 17 sobresale por presentar el mayor número de vainas por planta con 9 y 8 vainas, en tanto que las variedades Pairumani – 1 y Pairumani – 3 conforman el segundo grupo que no presenta diferencias significativas con promedios de 8 y 7 vainas, mientras que las variedades Pairumani – 2 y local conforman el tercer grupo con 6 y 5 vainas por planta (Figura 17).



**Figura 17. Prueba de Duncan para número de vainas por planta**

Las diferencias en el número de vainas por planta entre las variedades introducidas y la variedad local se debieron a las características intrínsecas de las variedades y a las condiciones medio ambientales reinantes de la zona, que durante la etapa de formación de vainas se manifestaron favorables para el cultivo.

Los valores de número de vainas por planta obtenidos en el presente ensayo para las variedades en estudio se ubican por encima de los rangos registrados por el CIFP (Anexo 5), la cual presenta para las variedades Pea5 – 002 – 13, Pea5 – 002 – 17, Pairumani – 1, Pairumani – 2 y Pairumani – 3 los siguientes valores 5, 4, 5, 6 y 4

vainas por planta respectivamente, estos resultados son atribuibles a las características medio ambientales.

### 5.2.8. Longitud de vainas

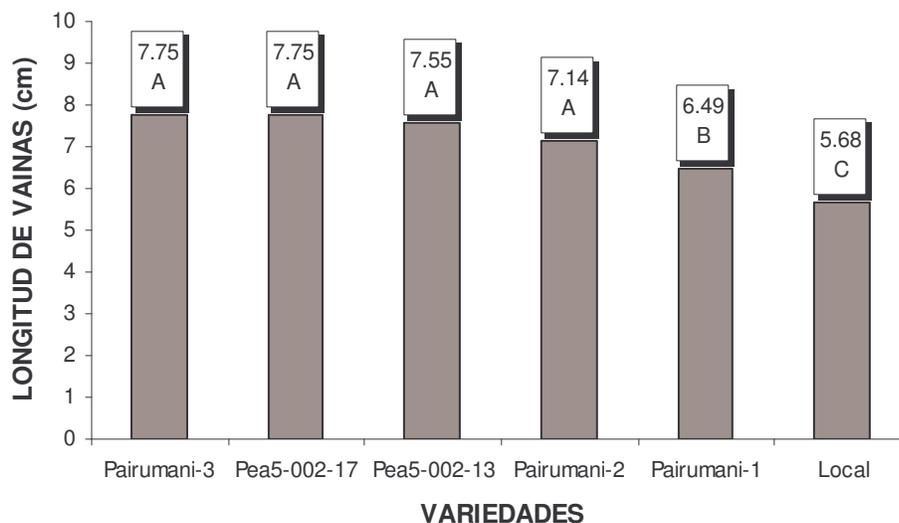
El promedio general de longitud de vaina registrada por las variedades fue de 7.06 cm (Anexo 7), con un coeficiente de variación de 5.94%, cuyo valor nos indica que los datos son confiables. El análisis de varianza para la variable longitud de vaina muestra diferencias significativas entre variedades, lo cual manifiesta que cada una de las variedades presentó diferentes longitudes de vaina (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Análisis de varianza para longitud de vainas**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	0.06	0.02	0.11 ns	0.9539
Variedad	5	13.71	2.74	15.51 **	0.0001
Error Experimental	15	2.65	0.17		
Total	23	16.42			
C.V= 5.94%					

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

La prueba múltiple de clasificación de medias Duncan para longitud de vainas establece tres grupos estadísticos, el primer grupo conformado por las variedades Pairumani – 3, Pea5 – 002 – 17, Pea5 – 002 -13 y Pairumani – 2, no presenta diferencias significativas y se caracteriza por presentar los valores mas altos de longitud de vaina con 7.75, 7.75, 7.55 y 7.14 cm respectivamente, en tanto que la variedad Pairumani – 1 presenta un promedio de 6.49 cm y por último la variedad local presenta el valor mas bajo en longitud de vaina con 5.68 cm (Figura 18).



**Figura 18. Prueba de Duncan para longitud de vainas**

Las longitudes de vaina obtenidas en la localidad de Coroico para las variedades mejoradas se muestran similares a las registradas por el CIFP (Anexo 5), el cual presenta para las variedades Pea5 – 002 – 13, Pea5 – 002 – 17, Pairumani – 1, Pairumani – 2 y Pairumani – 3 los siguientes valores 8.19, 8.33, 6.58, 6.46, 7.76 cm respectivamente, estas similitud en datos de longitud de vaina se deben al carácter genético de las variedades mejoradas.

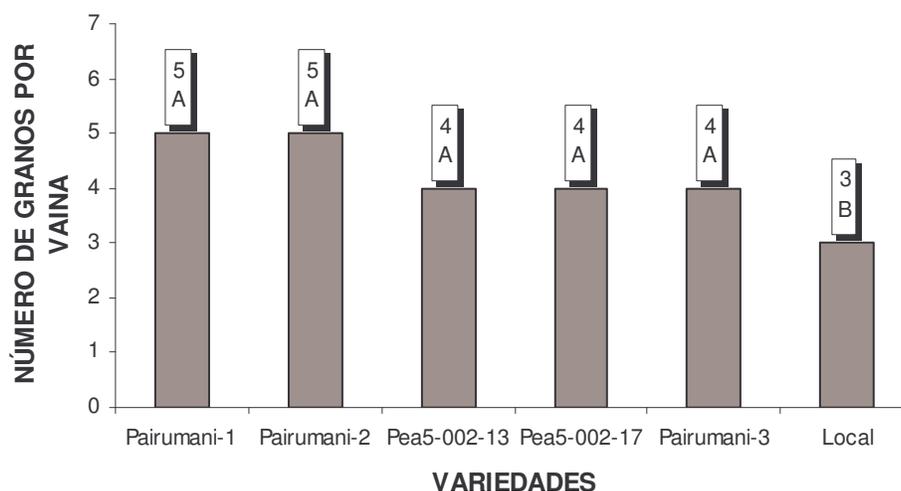
### 5.2.9. Número de granos por vaina

El promedio general de número de granos registrada por las variedades en el ensayo fue de 4 granos por vaina (Anexo 7), con un coeficiente de variación de 11.58%, valor que manifiesta la confiabilidad de los datos. El análisis de varianza para la variable muestra diferencias significativas entre variedades, lo cual manifiesta que cada una de estas variedades presentó cantidades variables de granos por vaina (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Análisis de varianza para número de granos por vaina**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	2.04	0.68	2.82 ns	0.0748
Variedad	5	6.12	1.22	5.07 *	0.0064
Error Experimental	15	3.62	0.24		
Total	23	11.77			
C.V= 11.58%					
** Altamente significativo (1%) * Significativo (5%) ns No significativo					

La prueba de medias Duncan para la variable número de granos por vaina establece dos grupos estadísticamente diferenciados, el primer grupo conformado por las variedades Pairumani – 1, Pairumani – 2, Pea5 – 002 – 13, Pea5 – 002 – 17 y Pairumani – 3, no presenta diferencias significativas y se caracteriza por presentar los valores mas altos de granos por vaina con 5 y 4 granos, en tanto que la variedad local registra el valor mas bajo de 3 granos por vaina (Figura 19).

**Figura 19. Prueba de Duncan para número de granos por vaina**

El número de granos contenidos por vaina por las variedades Pea5 – 002 – 13, Pea5 – 002 – 17, Pairumani – 1, Pairumani – 2 y Pairumani – 3 se manifiestan inferiores a los rangos de números de granos por vaina registrados por el CIFP (Anexo 5), el cual presenta para estas variedades los siguientes valores: 5, 5, 6, 5 y 5 granos por vaina

respectivamente, esta diferencia es atribuible al factor medio ambiental y al acame que influyo en la fotosíntesis, factor fisiológico que tiene que ver directamente con llenado de grano en las vainas, entorno a la influencia de estos factores Huchani (2004) y Sánchez (2002) manifiestan que el número de granos por vaina varía en respuesta a las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo y al habito de crecimiento.

### 5.2.10. Tamaño de grano

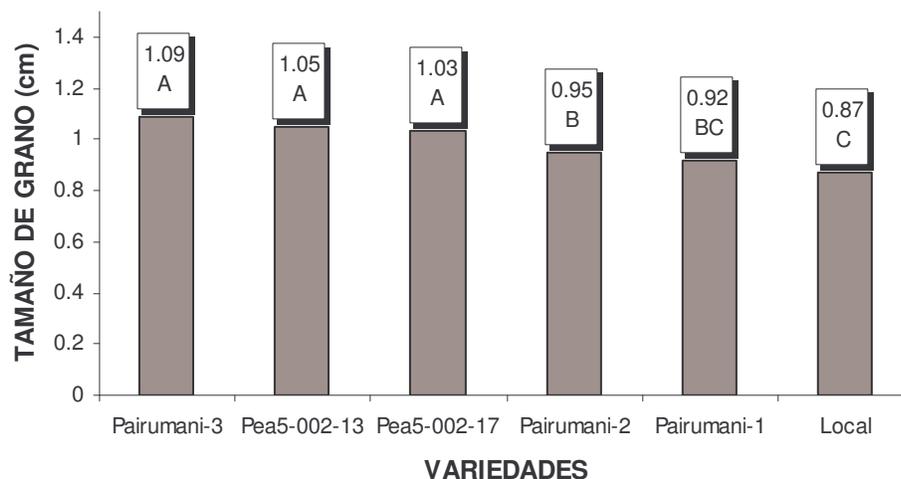
La media general de tamaño de grano registrada para las variedades fue de 0.99 cm (Anexo 7), con un coeficiente de variación de 4.17%, cuyo valor nos testifica la confiabilidad de los datos. El análisis de varianza para la variable indica diferencias significativas entre variedades, lo cual demuestra que los granos difirieren en tamaño en cada una de las variedades evaluadas (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Análisis de varianza para tamaño de grano**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	0.004	0.0013	0.74 ns	0.5443
Variedad	5	0.159	0.0317	18.70 **	0.0001
Error Experimental	15	0.025			
Total	23	0.188			
C.V= 4.17%					

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

La prueba de medias para tamaño de grano establece tres grupos estadísticos. El primer grupo conformado por las variedades Pairumani – 3, Pea5 – 002 – 13 y Pea5 – 002 -17, se caracteriza por presentar los valores mas elevados en tamaño de grano con relación al resto de las demás variedades con 1.09, 1.05 y 1.03 cm respectivamente, el segundo grupo conformado por la variedad Pairumani – 2 y Pairumani – 1, presenta promedios en tamaño de grano de 0.95 y 0.92 cm, en tanto que la variedad local presenta el valor mas bajo en tamaño de grano con 0.87 cm (Figura 20).



**Figura 20. Prueba de Duncan para tamaño de grano**

Las diferencias presentadas en el tamaño de grano por las variedades mejoradas se debieron a la precipitación pluvial y fertilidad del suelo (Anexo 4). Durante el llenado de grano las precipitaciones se presentaron en baja intensidad lo cual favoreció al contenido de humedad del suelo y a la absorción de nutrientes tales como el fósforo, cuyo elemento se encontró en mayor cantidad en el suelo respecto a este macro elemento Vigliola (1992), indica que del total del fósforo asimilable, el 60% va hacia el grano.

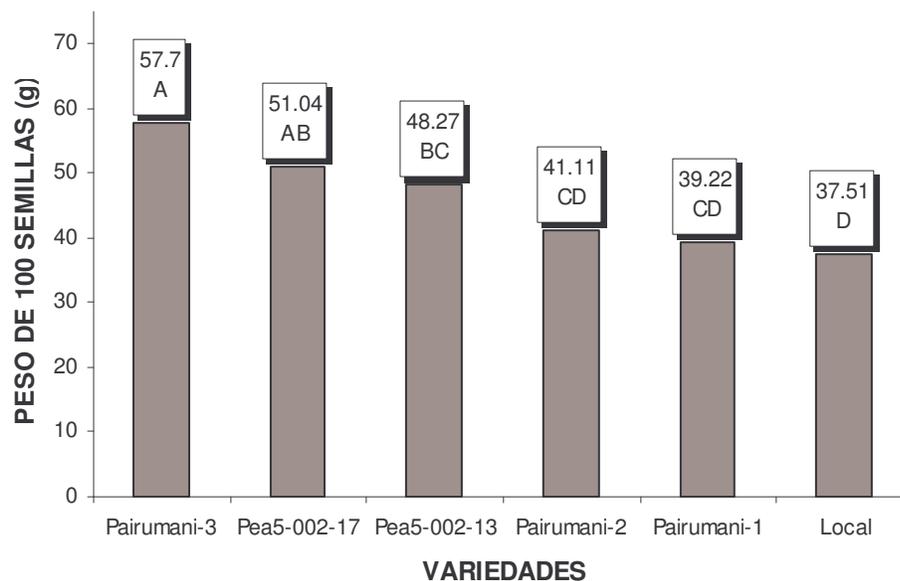
### **5.2.11. Peso de 100 semillas**

Las variedades evaluadas en el ensayo presentaron un promedio general de 45.81 g en peso de 100 semillas (Anexo 7), con un coeficiente de variación de 12.92%, cuyo valor depone la confiabilidad de los datos. El análisis de varianza para la variable indica diferencias significativas entre variedades, lo que implica que cada una de las variedades presento diferencias en el peso de 100 semillas (Cuadro 15).

**Cuadro 15. Análisis de varianza para peso de 100 semillas**

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	26.40	8.79	0.25 ns	0.8592
Variedad	5	1236.50	247.30	7.06 **	0.0014
Error Experimental	15	525.17	35.01		
Total	23	1788.07			
C.V= 12.91%					
** Altamente significativo (1%) * Significativo (5%) ns No significativo					

La prueba múltiple de clasificación de medias Duncan para la variable peso de 100 semillas muestra la conformación de cuatro grupos diferenciados, el primer grupo conformado por las variedades Pairumani – 3 y Pea5 – 002 – 17, no registra diferencias significativas y sobresale por presentar los valores más altos en peso de 100 semillas con 57.70 y 51.04 g, en tanto que la variedad Pea5 – 002 – 13 con un promedio de 48.27 g se agrupa en el segundo grupo, mientras que las variedades Pairumani – 2 y Pairumani – 1 con promedios en peso de 41.11 y 39.22 g no presentan diferencias significativas y finalmente la variedad local registra los valores más bajos en peso semillas con 37.51 g (Figura 21).

**Figura 21. Prueba de Duncan para peso de 100 semillas**

El valor alto registrado en peso de 100 semillas por la variedad Pairumani - 3 es atribuible al tamaño de sus granos (grandes), por el contrario las variedades Pairumani – 1 y local manifestaron pesos bajos de 100 semillas lo que se debió a que ambas presentaron granos pequeños.

Las principales características de las variedades estudiadas se pueden apreciar en el Cuadro 16.

**Cuadro 16. Características agronómicas presentadas por las 6 variedades en la localidad de Coroico**

Variedad	Rendimiento materia verde (kg/ha)	Días emergencia	Días floración	Días madurez vaina verde	Altura planta (cm)	Ramas / planta	Vainas / planta	Longitud de vaina (cm)	Granos / vaina	Tamaño de grano (cm)	Peso de 100 semillas (g)	Vigor
Pea5-001-13	4071.3	6	47	73	152.14	2	9	7.55	4	1.05	48.27	2
Pea5-001-17	4827.9	6	47	73	147.24	2	8	7.75	4	1.03	51.04	2
Pairumani-1	4231.2	6	46	71	133.92	2	8	6.49	5	0.92	39.22	2
Pairumani-2	2501.2	6	48	79	152.29	2	6	7.14	5	0.95	41.11	3
Pairumani-3	5970.5	6	45	70	142.66	2	7	7.75	4	1.09	57.70	1
Local	1709.9	7	67	89	129.57	2	5	5.68	3	0.87	37.51	4
Pea5-001-13	4071.3	6	47	73	152.14	2	9	7.55	4	1.05	48.27	2

## 5.2.12. Presencia de enfermedades

### 5.2.12.1. Número de plantas afectadas por *Septoria pisi*

El promedio general de plantas afectadas por *Septoria* por las variedades en el ensayo fue de 78.13 plantas (Anexo 7), siendo el coeficiente de variación encontrado de 17.64 %, El cual indica que los datos están dentro del rango de confiabilidad. El análisis de varianza para la variable muestra diferencias significativas entre

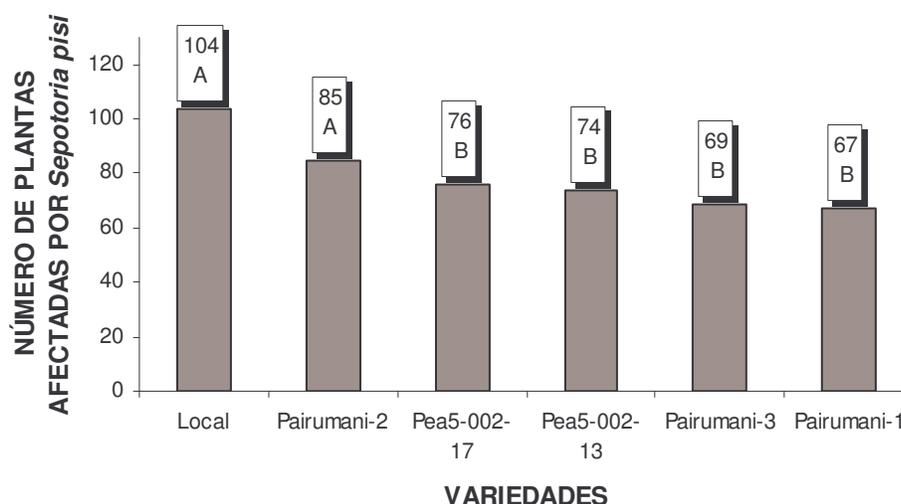
variedades, lo que indica que en cada variedad se registró diferentes cantidades de plantas afectadas por *Septoria pisi* (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Análisis de varianza para número de plantas afectadas por *Septoria pisi***

FV	GL	S.C	C.M	F- calc	Pr > F
Bloque	3	444.46	148.15	0.78 ns	0.5236
Variedad	5	396.88	792.18	4.17 *	0.0142
Error Experimental	15	2851.21	190.09		
Total	23	7256.63			
C.V= 17.64%					

\*\* Altamente significativo (1%) \* Significativo (5%) ns No significativo

La prueba de comparación de medias Duncan para el número de plantas afectadas por *Septoria pisi*, establece dos grupos diferenciados, el primer grupo conformado por las variedades local y Pairumani – 2 presenta el mayor número de plantas afectadas por la enfermedad con 103.75 y 84.75 plantas siendo estos valores significativamente superiores a los registrados por las variedades Pea5-002-17, Pea5-002-13, Pairumani – 3 y Pairumani – 1 que registran 74.25, 69.00 y 66.75 plantas enfermas respectivamente (Figura 22).



**Figura 22. Prueba de Duncan para número de plantas afectadas por *Septoria pisi***

Para asignar los valores ponderativos correspondientes a cada variedad en la escala de plantas afectadas por *Septoria* de 1 al 5, se expresó la cantidad de plantas afectadas por la enfermedad en porcentajes, de acuerdo a estos datos se ponderó con el valor 4 cuando las variedades presentaron entre el 61 – 80% de plantas afectadas y con 3 si el 41-60% de las plantas resulto ser afectada por la *Septoria* (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Grado de plantas afectadas por *Septoria pisi***

Variedad	Plantas afectadas	Valor ponderativo
Local	75.36	4
Pairumani-2	61.59	4
Pea5-001-17	55.07	3
Pea5-001-13	53.62	3
Pairumani-3	50	3
Pairumani-1	48.55	3
Local	75.36	4
Pairumani-2	61.59	4

La presencia de *Septoria* se debió a la alta precipitación y humedad, al respecto Huchani (2004), señala que esta es favorecida por la humedad y la intensa precipitación.

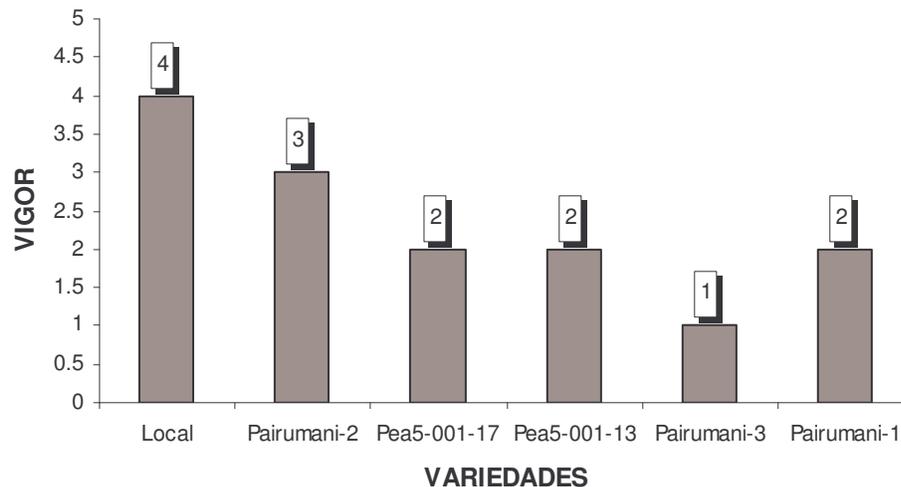
El ataque de *Septoria pisi* se presentó en las últimas cosechas de las variedades mejoradas y a unos días antes de la primera cosecha de la variedad local, afectó en general a todas las variedades, la mayoría las variedades registró porcentajes de plantas afectadas por la *Septoria* mayores al 50%.

### 5.2.13. Acame

Tomando en cuenta la arquitectura y las alturas alcanzadas por las plantas en general todas las variedades fueron susceptibles al acame, por lo cual se asignó a las variedades el valor máximo (5) de un rango de 1 al 5.

### 5.2.14. Vigor

De acuerdo a la constitución de la planta, potencialidades de rendimiento y aceptación por los agricultores estas se calificaron, bajo una escala de 1 al 5 (Figura 23).



**Figura 23. Vigor (potencialidades de rendimiento y aceptación)**

Los puntajes obtenidos por las variedades fueron: Pairumani – 3; Muy Bueno (1), Pairumani – 1, Pea5 – 002 – 13, 17; Bueno (2), Pairumani – 2; Promedio(3) y la variedad local; Pobre(4). Pairumani – 3 que por sus excelentes características diferenciales de las otras variedades fue la que presento una mayor aceptación por los agricultores de la zona.

### 5.3. Análisis económico de costos parciales

En el Cuadro 19, se muestra el presupuesto parcial de las 6 variedades evaluadas, cuyos rendimientos fueron ajustadas al 10%, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que podría obtener bajo su manejo el agricultor. El beneficio bruto obtenido mediante el producto rendimiento ajustado por el precio de campo, precio al cual realmente se venderá el producto en el mercado (1 kg de arveja verde = Bs 4).

Para cuantificar el total de costos que varían, se tomo en cuenta todos los gastos incurridos en la producción ecológica de la arveja (Anexo 8).

**Cuadro 19. Presupuesto Parcial**

Variedad	Rendimiento		Beneficio Bruto	Costos Variables	Beneficio Neto
	Medio (kg/ha)	Ajustado (kg/ha)			
Pea5-002-13	4071.3	3664.2	12824.6	6413	6411.6
Pea5-002-17	4828.0	4345.2	15208.2	6374.5	8833.7
Pairumani-1	4231.4	3808.2	13327.6	6311.8	7015.8
Pairumani-2	2501.1	4681.0	7878.5	6314	1564.5
Pairumani-3	5970.5	5373.5	18807.1	6440.5	12366.6
Local	1709.9	1538.9	5386.2	6138	-7518

El análisis de dominancia nos permitió seleccionar las variedades que reditúan mayor ingreso. De acuerdo al criterio propuesto por el CIMITA (1988) el mismo que señala que se considera tratamiento dominado, cuando los beneficios netos presentados por este son menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable mas bajo.

Bajo estas consideraciones se observo tres variedades no dominadas: Pairumani – 1, Pea5 – 002 – 17 y Pairumani – 3 y tres dominadas: Local, Pairumani – 2 y Pea5 – 002 – 13 (Cuadro 20).

**Cuadro 20. Análisis de dominancia**

Variedad	Costos Variables	Beneficios Netos
Pairumani-1	6311.8	7015.8 *
Local	6138	751.8 D
Pairumani-2	6314	1564.5 D
Pea5-002-17	6374.5	8833.7 *
Pea5-002-13	6413	6411.6 D
Pairumani-3	6440.5	12366.6 *
Pairumani-1	6311.8	7015.8 *
Local	6138	751.8 D

\* Tratamientos no Dominados                      D Tratamientos Dominados

Las variedades no dominadas fueron sujetos a un análisis marginal, el cual consiste en comparar los incrementos en beneficios netos sobre el incremento de los costos variables, su propósito es revelar que el porcentaje de los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida.

La tasa de retorno marginal muestra que al optar por producir la variedad Pairumani - 1, se puede esperar recuperar el Bs. 1 invertido, además de ganar Bs. 28.99 más, del mismo modo al decidirse por la variedad Pairumani – 3, se recuperara el Bs. 1 invertido más Bs. 53. 5 adicionales (Cuadro 21).

**Cuadro 21. Análisis Marginal (T.R.M.)**

Variedad	Costos		Beneficios		Tasa de Retorno Marginal (%)
	Variables (Bs/ha)	Marginales (Bs/ha)	Netos (Bs/ha)	Marginales (Bs/ha)	
Pairumani - 1	6311.8		7015.8		
		62.7		1817.0	2899.3
Pea5-002-17	6374.5		8833.0		
		66.0		3532.9	5352.8
Pairumani - 3	6440.5		12366.6		

Las variedades Pairumani - 1 y Pea5-002-17 se proyectan como alternativas económicas interesantes, pero sin embargo la variedad Pairumani-3 es la que reditúa el mayor beneficio con una tasa de retorno marginal de 5352.80 y una relación de beneficio costo de 1.92 cuyo valor es superior al de la variedad Pea5-002-17, que presenta una relación de beneficio costo de 1.38.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las variedades mejoradas registraron rendimientos altos superiores con respecto a la variedad local, sobresaliendo de entre estas como las variedades mas productivas Pairumani – 3 y Pea5 – 002 – 17 (5970.5 y 4827.5 kg/ha).
- Por las características medio ambientales de la zona todas las variedades mejoradas manifestaron características sobresalientes de precocidad en días a la emergencia (6 días), floración (48 – 45 días) y madurez en vaina verde (79 – 70 días) con respecto a la variedad local (7 y 90 días).
- Las cinco variedades mejoradas registraron marcada superioridad sobre la variedad local en el número de granos por vaina, tamaño de grano y peso de 100 semillas, diferenciándose la variedades Pairumani – 3 y Pea5 – 002 – 17 por presentar mayor cantidad de granos (4 granos) grandes (1.09 y 1.03 cm) con pesos mayores (51.04 y 57.79 g).
- Las condiciones edáficas del suelo favorecieron de igual forma en las alturas de planta (152.97 – 129.57 cm) al igual que en el número de ramas por planta (2 ramas) de todas las variedades evaluadas.
- Las cinco variedades registran marcada superioridad sobre la variedad local en el número de vainas, granos por vaina, tamaño de grano y peso de 100 semillas , sobresaliendo las variedades Pairumani – 3 y Pea5 – 002 – 17 por presentar mayor cantidad de granos (4 granos) grandes (1.09 y 1.03 cm) con pesos mayores (51.04 y 57.79 g).

- Las variedades Pairumani - 1 y Pea5 – 002 – 17 son alternativas económicas interesantes, pero sin embargo se recomienda la variedad Pairumani – 3 por presentar la tasa de retorno marginal de 5352.80, con una relación de beneficio costo de 1.92 cuyo valor es superior al de la variedad Pea5 – 002 – 17, que presenta una relación de beneficio costo de 1.38.
- El manejo ecológico favoreció en el incremento de los rendimientos de las variedades de arveja, pero principalmente contribuyó en la conservación y acrecentamiento de la productividad del suelo.

## 7. RECOMENDACIONES

De lo anteriormente expuesto en los resultados y conclusiones, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que la presente investigación se complemente con otros para consolidar los resultados obtenidos y paralelamente permita generar información respecto al cultivo en esta zona u otras, puesto que hasta el momento no existe datos de producción de esta leguminosa.
- Se recomienda continuar estudios con las mismas variedades en esta localidad a diferentes distancias de siembra bajo sistemas de entutorado.
- Se sugiere realizar estudios de incidencia y control ecológico de la *Septoria pisi*, *Ascochyta spp* y otras enfermedades en el cultivo.
- Es necesario incentivar la producción de este cultivo en esta zona. Dada su importancia al cultivo esta se proyectaría como un cultivo potencial de invierno de alto beneficio para el suelo, la alimentación y economía del agricultor.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Anaya, R. y Romero, N. (1999). Plagas y enfermedades. México. Trillas. p 273 – 274.

Aitken, S. 1987. Manual agrícola. Comunidad Económica Europea. La Paz, BO. 171 p.

Barrionuevo, J. Evaluación de 19 líneas avanzadas de arveja (*Pisum sativum* L.) para la localidad de Mojotorillo del departamento de Potosí. Tesis Lic. Ing Agr. Potosí, BO. Universidad Tomas Frías. p 30 – 46.

Bellapart, C. 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Madrid: Mundi-Prensa Libros, S.A., Madrid, ES. p 42.

Casseres, E. 1983. Producción de hortalizas. IICA. San José, CR. 354 p.

Capdevila, BJ. 1981. Frutales y hortalizas. Erradicación de los elementos hostiles. AEDOS. Barcelona, ES. p 38.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX). 1997. Manual metodológico de evaluación económica; formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Ed. Rev. México. p 16 – 79.

CIFP (Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani). 2001. Informe anual 2000 – 2001. Matriz de resultados 2000 – 2001. Matriz de planificación 2001 – 2002. CIFP. Cochabamba, BO. p 29 – 40.

Chilon, E. 1997. Manual de edafología. UNIR – Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, BO. p 31 – 39.

Cochran, W. 1997. Diseños Experimentales. 2 ed. México. Trillas. 655 p.

Davies, D. *et al.* 1989. *Pisum sativum* L. Plant Resources of South East. Asia. p 72 – 75.

Evans, F. 1983. Fisiología de los cultivos. Hemisferio Sur. Buenos Aires, AR. 301p.

Flores, R. 2004. Conociendo Coroico. Nuestros Pueblos. La Paz, BO. mayo. 21: 12A.

FAO (Organización de Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, IT). 1992. Anuario de producción. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, IT. 265 p.

\_\_\_\_\_. 2003. Estrategia de la FAO relativa enfoque de calidad e inocuidad de los alimentos basados en la cadena alimentaría. FAO. Roma, IT. s.p.

Gomero, D. 1999. Manejo ecológico de suelos. RABA. Lima, PE. p 107 – 120.

Gispert, R. 1986. Manual de manejo de horticultura. España. 66 p.

Haeff, J. 1982. Diagnóstico y evaluación de la producción de hortalizas en el municipio de Pasto, CO. 147 p.

Huchani, M. 2004. Introducción de variedades de arveja en (*Pisum sativum* L.) en dos épocas de siembra con inoculación de *Rhizobium* en la comunidad de Amarete (Provincia Bautista Saavedra). Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p 36 – 44.

Holdridge, 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida, IICA, Costa Rica p. 46

Infante, A. 2000. Clasificación agronómica de las tierras aprovechables de la cuenca alta del rio Yacambú. Barquisimeto. p 99.

Infoagro. 2003. Variedades. (en línea). Consultado 6 ago. 2003. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes.htm>.

Infojardín. 2005. Agricultura ecológica. (en línea) Consultado 15 mayo 2005. Disponible en [http://www.infojardin.com/huerto/agricultura – ecológica. htm](http://www.infojardin.com/huerto/agricultura-ecologica.htm)

Iñiguez, F. 1987. Prueba de inóculos de arveja de probable uso en el valle de Tarija, BO. s.p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura, CR). 2002. (en línea). Consultado 25 nov. 2004. Disponible en <http://www.iicanet.org/>.

Joffre, J. 1989. Horticultura. Servicios múltiples de tecnologías agropecuarias (SEMTA). 2 ed. La Paz, BO. p 27.

Kantuta, R. 2004. Efecto de densidades de siembra y niveles de fertilización para la producción de semilla de arveja (*Pisum sativum* L.) en el Valle Bajo de Cochabamba. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p 45 – 74.

Lampkin, N. 1998. Agricultura Ecológica. Aedos. Madrid, ES. p 231, 245 – 264.

López, M. 1994. Horticultura. Trillas. México D.F. p 114.

Milán, M. y Moreira, A. 1996. Arveja (*Pisum sativum* L.). En: Meneses R. Waceijenberg, H. y Pierola, L. (Editores). Las leguminosas en la agricultura boliviana. Revisión de información Cochabamba, BO. Proyecto de Rhyzobiología. p 193 – 208.

Maroto, B. 1995. Horticultura herbácea especial. 4 ed. Madrid, ES. p 567 – 579.

Messiaen, C. M. 1979. Las hortalizas. BLUME. México. p 82.

MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y agropecuarios, BO). 1975. Mapa Ecológico de Bolivia. La Paz, BO. s.p.

Mantilla, J. 1995. Evaluación de 10 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en los yungas de La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p 3.

MGDR (Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, BO). 2002. Departamento de Información y Estadísticas. La Paz, BO. s.p.

\_\_\_\_\_. 2003. Departamento de Información y Estadísticas. La Paz, BO. s.p.

Pantastico, B. 1981. Fisiología de post recolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales. México. p 234.

Poehlman, J. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Limusa S.A. México. p 123 – 146.

Peña, L. 1994. Aportes al manejo ecológico de cultivos, Lima, PE. p 31 – 35.

Ochoa, R. 2002. Introducción de quince variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) en dos comunidades de la provincia de Inquisivi del departamento de La Paz. Tesis. Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p 2, 13 – 43.

Ríos, M. 1994. Biohuerto manual. DIACONIA. Asociación Evangélica Luterana de ayuda para el desarrollo comunal. 2 ed. Lima, PE. p 74.

Restrepo, J. 1988. La idea y el arte de fabricar abonos orgánicos fermentados. Segundo cuaderno de colección “Agricultura Orgánica” para principiantes. Managua, NI. 103 p.

Sánchez, F. 2002. Comportamiento agronómico de 15 variedades de maní (*Arachis hypogea* L.) en la provincia de Caranavi. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p 2 – 79,81.

Steel, R y Torrie, J. 1992. Bioestadística principios y procedimientos. México. Mc Graw Hill. 625 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, BO). 2004. Datos climáticos de Coroico. Departamento de Suministro de Información Hidrometeorológica. La Paz, Bolivia. s.p.

UDAPE (Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas), 2005. Atlas UDAPE: Municipios y infraestructura. La Paz, Bolivia. CD – rom.

Vigliola, M I. 1992. Manual de horticultura. Hemisferio Sur S. A. 2 ed. p133 – 134.

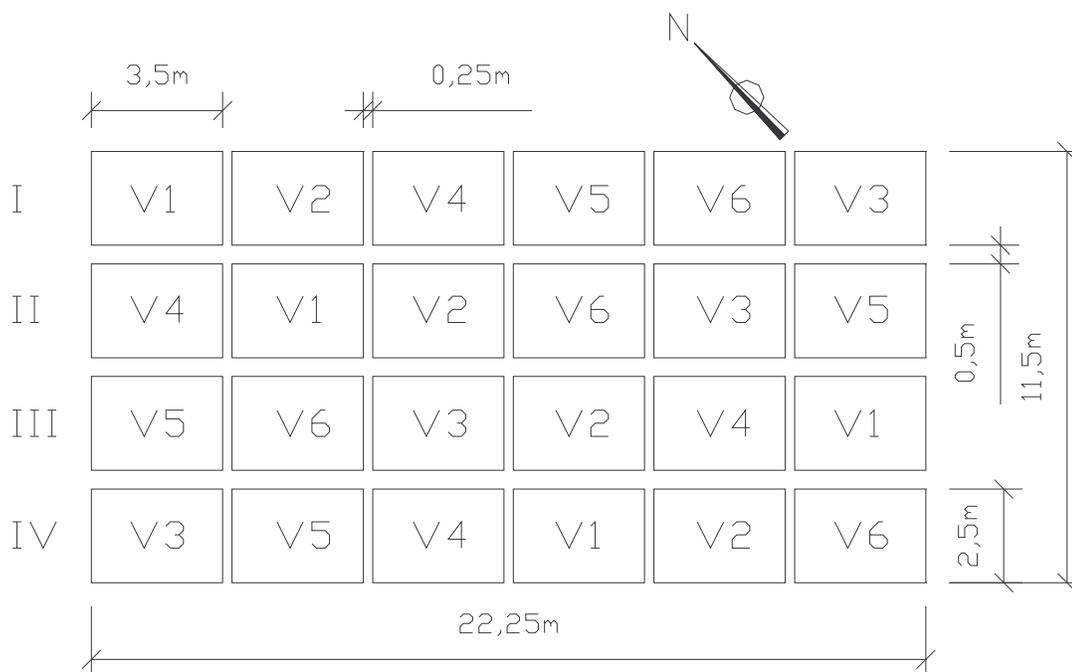
\_\_\_\_\_. 1986. Manual de agricultura. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, AR. p 136 – 137.

## **9. ANEXOS**

**Anexo 1. Datos climáticos de siete años de la localidad de Coroico (1996 – 2002)**

Parámetro		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Media
Temp. Media (°C)		17.46	18.72	16.80	16.74	17.67	17.33	16.66	17.33
Temp.max. Media (°C)		22.65	23.85	20.34	21.97	23.20	22.25	22.10	22.34
Temp.min. Media (°C)		11.91	13.60	14.13	12.76	12.92	13.93	14.36	13.37
Precipitación (mm)		2009.40	1258.3	2375.0	1967.80	2143.30	2541.80	3001.5	2185.2

Fuente: SENAMHI 2004

**Anexo 2. Croquis del ensayo****Anexo 3. Datos climáticos registrados durante el ensayo**

Meses	Temperaturas		°C	PP	HR
	Max	Min	Media	mm	%
marzo	20.9	13.9	17.43	170.7	70
abril	22.5	14.4	18.50	217.3	58
mayo	18.7	10.4	14.63	131.7	65
junio	18.4	13.0	15.00	136.0	56

Fuente: SENAMHI 2004

**Anexo 4. Análisis de suelo de la Localidad de Coroico, comunidad San Pedro de la Loma**

Característica	Rango
% Arena	12
%Arcilla	47
%Limo	41
Clase textural	Arcillo limoso
% Grava	13.6
pH	5.51
C.E. (mS/cm) 1:5	0.069
% M.O	2.98
% N total	0.16
P asimilable (ppm)	38.03

Fuente: Instituto de Biotecnología Nuclear (IBTEN) 2004

**Anexo 5. Respuesta promedio de las variedades mejoradas de arveja sobre 9 localidades de la zona de Sacaba, Cochabamba (1999 – 2000)**

Variedad	Rendimiento materia verde (kg/ha)	Días floración	Días madurez vaina verde	Altura planta (cm)	Vainas / planta	Longitud de vaina (cm)	Granos / vaina	Peso de 100 semillas (g)
Pea5-001-13	4861.37	50	76	84.04	5	8.19	5	25.37
Pea5-001-17	5452.32	51	75	79.07	4	8.33	5	25.91
Pairumani-1	2889.92	48	76	71.16	5	6.58	6	17.05
Pairumani-2	3707.71	51	82	76.80	6	6.46	5	15.22
Pairumani-3	5003.54	49	74	79.08	4	7.76	5	26.95
Pea5-001-13	4861.37	50	76	84.04	5	8.19	5	25.37

Fuente: CIFP 2001

**Anexo 6. Alturas de plantas registradas cada 15 días (cm)**

Variedad	Mes/día					
	27 marzo	11 abril	26 abril	11 mayo	26 mayo	12 junio
Pea5-001-13	12.32	30.97	73.41	118.55	152.14	
Pea5-001-17	12.69	29.46	66.02	117.96	147.24	
Pairumani-1	10.24	24.75	58.29	103.65	133.92	
Pairumani-2	10.84	22.83	60.03	105.25	153.54	
Pairumani-3	12.60	32.42	80.41	119.86	142.66	
Local	8.72	18.35	35.99	60.47	101.98	132.29

**Anexo 7. Promedios generales de las variables de respuesta**

Bloque	Tratamiento	Nº p. septoria	Peso de 100sem	Tam. grano(cm)	Nº de granos	Long.vaina	Nº vainas/planta	Nº ramas/planta	Altura planta	D.M. V. verde	D. Floración	D. Emergencia	RDTO (kg/ha)
1	1	55	46.22	1.08	3.70	7.00	10.8	2	136.65	72	47	6	3773.43
1	2	97	57.84	1.06	3.70	7.67	9.21	2	127.95	72	61	6	4780.58
1	3	76	31.72	0.93	4.35	6.63	7.48	2	114.49	70	45	6	3313.03
1	4	83	50.36	0.98	4.15	7.79	6.2	2	142.74	77	47	6	2719.92
1	5	83	53.41	1	4.10	7.54	7.7	2	137.09	70	45	6	4925.22
1	6	104	40	0.88	3.30	5.86	6.41	3	117.23	86	48	7	2283.25
2	1	81	51.71	1.05	4.10	7.28	8.1	2	150.60	73	46	6	4104.91
2	2	76	48.79	1.06	4.55	7.75	9.5	2	150.40	73	65	6	6906.47
2	3	69	42.9	0.92	5.50	7.04	8.36	1	141.00	70	43	6	5711.38
2	4	48	39.32	0.90	5.15	6.77	7.25	2	138.20	79	38	6	2798.66
2	5	84	64	1.1	4.25	7.93	6.5	2	128.50	71	43	6	6841.96
2	6	110	35,52	0.87	2.90	5.37	5.3	2	141.10	88	48	7	1776.10
3	1	76	51,21	1.02	4.95	8.07	7	2	139.30	75	47	7	4977.60
3	2	90	52.86	1.01	5.25	8.07	6.62	2	171.00	72	67	6	3934.47
3	3	55	43.01	0.90	5.15	6.45	6.75	3	127.50	72	48	6	5171.20
3	4	97	29.00	0.95	5.00	6.77	5.51	2	173.60	78	47	6	1757.36
3	5	59	50.71	1.09	4.10	7.55	7.6	2	139.30	70	47	6	6431.02
3	6	104	38.03	0.85	3.30	5.92	4.6	2	140.20	90	45	7	1245.75
4	1	55	43.94	1.05	4.95	7.88	8.9	2	182.00	73	46	6	3429.24
4	2	76	44.67	1.02	3.95	7.52	8	2	139.60	76	73	7	3690.17
4	3	76	39.22	0.92	3.85	5.87	7.83	2	152.7	72	46	6	2729.02
4	4	69	45.77	0.98	3.90	7.24	6.01	2	154.60	82	48	6	2729.02
4	5	55	56.67	1.20	4.50	8.01	5.8	2	165.75	70	45	7	5683.92
4	6	97	36.50	0.86	3.15	5.59	5.04	2	119.74	90	45	7	1534.59
$\mu$		78.13	45.81	0.99	4.24	7.06	7.19	2.04	142.97	75.87	49.58	6.29	3885.34

 $\mu$  = Media general

**Anexo 8. Costos variables de 6 variedades de arveja con manejo ecológico**

Ítem	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Pea5-002-13	Pea5-002-17	Pairumani-1	Pairumani-2	Pairumani-3	Local
Mano de obra									
Deschumado	jornal	25	20	500	500	500	500	500	500
Basureado	jornal	19	20	380	380	380	380	380	380
Labranza en fajas	jornal	30	20	600	600	600	600	600	600
siembra	jornal	20	20	400	400	400	400	400	400
Aporque	jornal	30	20	600	600	600	600	600	600
1er deshierbe	jornal	25	20	400	400	400	400	400	400
2do deshierbe	jornal	10	20	200	200	200	200	200	200
Control preventivo de									
enfermedades	jornal	8	20	160	160	160	160	160	160
Cosecha	jornal	25	20	500	500	500	500	500	500
Transporte y acopio	jornal		20	281.7	207.04	190.6	232.6	267	114.8
Selección de vainas	jornal		20	200	240	200	160	239	120
Transporte al mercado									
de La Paz			400	400	400	400	400	400	400
Insumos									
Semilla	qq	2	250	500	500	500	500	500	500
Extractos vegetales									
y productos orgánicos				650	650	650	650	650	650
Otros (10%)				641.3	637.45	631.18	631.4	644	613.2
<b>TOTAL(Bs.)</b>				<b>6413</b>	<b>6374</b>	<b>6311.8</b>	<b>6314</b>	<b>6440</b>	<b>6138</b>

**Anexo 9. Vista del cultivo**



**Anexo 10. Vista del cultivo al inicio de floración**



**Anexo 11. Cultivo de arveja con trampas atrayentes**



**Anexo 12. Diferencias en la altura de las diferentes unidades experimentales**

