

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



**TESIS DE GRADO**

**OPCIONES DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL CULTIVO DE  
HABA (*Vicia faba* L.), ALTIPLANO NORTE LA PAZ.**

**ROXANA PAREDES PARI**

La Paz – Bolivia

2007

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

**OPCIONES DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL CULTIVO DE  
HABA (*Vicia faba* L.), ALTIPLANO NORTE LA PAZ**

**Tesis de grado presentado  
como requisito parcial  
para optar al título de  
Ingeniero Agrónomo**

**ROXANA PAREDES PARI**

**TUTORES:**

Ing. Ivar Arana Pardo

\_\_\_\_\_

Ing. Rómulo Torrez Elías

\_\_\_\_\_

**ASESORES:**

Dr. David Cruz Choque

\_\_\_\_\_

Ing. Roberto Miranda Casas

\_\_\_\_\_

**COMITÉ REVISOR:**

Dra. Magali García Cárdenas

\_\_\_\_\_

Dr. Jean Vacher Joinvill

\_\_\_\_\_

Ing Msc. Hugo Bosque Sanchez

\_\_\_\_\_

APROBADA

**PRESIDENTE:**

## Dedicatoria



***A mis padres:  
Jesús Paredes Q. (Q.P.D.), Paulina Pari T.  
y a mi amor T.R.E.S.***

## AGRADECIMIENTOS

*A mí Dios de todo corazón.*

*A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica al sr. Decano Ing. M.Sc. Jorge Pascualí C., sr. Vicedecano Ing. Félix Rojas, sr. Director de Carrera Dr. Raúl Portillo y a los catedráticos que con sus sabidurías impartidas lograron la base de mi carrera.*

*Al Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC), dependiente del Viceministerio de Planificación Territorial y Ambiental del Ministerio de Planificación del Desarrollo.*

*Al Proyecto “Épocas de siembra y variedades de papas nativas como alternativas de adaptación al cambio climático en la provincia Manco Kapac” (IPQ/ALP/01023) y como Responsables del proyecto Ing. Roberto Miranda, Ing. Rómulo Torrez, quienes con su confianza, motivación, tiempo y apoyo me ayudaron paso a paso con la continuidad del trabajo.*

*A mis tutores: Ing. Ivar Arana, Ing. Rómulo Torrez.*

*A los señores asesores, Dr. David Cruz Ing. Roberto Miranda. Que con su confianza, apoyo, consejos y orientación se logro terminar esta investigación.*

*A mis revisores: Dr. Magali García, Dr. Jean Vacher Joinvill*

*Ing. MSc.*

*Hugo Bosque; por sus importantes y oportunos consejos, correcciones y el tiempo dedicado a la corrección de mis borradores.*

*A la comunidad Copacati Alto, en especial a Doña Aurora Huanca (Q.P.D.), Sres. Jaime, Humberto, Juan Luis, Sergio, Francisco, Octavio, Basilio, Antonio, Eusebio, Freddy, Edwin, Guido y a las Sras. Eustaquia, Rosmery, Agapita, Micaela, Gabina, Julia, Guadalupe y Torivia.*

*A los administrativos de la Facultad de Agronomía, en especial a la Sra. Ángela Arias, Gabriela Vargas Y Mónica por la orientación durante los trámites de tesis.*

*A la familia Antonio Origuela por sus oraciones.*

*Finalmente agradecer a mis familiares, Jaime Pardo, William Pardo, My. Andrés Alcon, Alejandro Pardo, Gabriel Pardo, Micaela Pardo, Marisol, Varinia, a mis tíos, primos y a todos los amigos de mi carrera quienes me conocen.*

*Y de una manera muy especial a mi mamita querida Paulina Parí Torrez a quien quiero mucho y le agradezco por su amor y apoyo, "Gracias mamá".*

---

## INDICE GENERAL

	Pag.
<b>CONTENIDO</b> .....	i
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	iv
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b>	

## CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION</b> .....	1
1.1.	Objetivos.....	3
1.1.1.	Objetivo general.....	3
1.1.2.	Objetivos específicos.....	3
<b>II.</b>	<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b> .....	4
2.1.	Bases teóricas del Cambio Climático Global.....	4
2.1.1.	Calentamiento Global.....	4
2.1.2.	Cambios Climáticos.....	4
2.1.3.	Vulnerabilidad.....	5
2.1.4.	Mitigación y Adaptación.....	5
2.1.5.	Medidas de adaptación para el sector agrícola.....	6
2.1.6.	Variabilidad del clima.....	6
2.1.7.	Sensibilidad.....	6
2.2.	Causas del Cambio Climático.....	7
2.2.1.	El Efecto Invernadero.....	8
2.2.2.	Los Gases del Efecto Invernadero.....	11
2.2.3.	Dióxido de carbono.....	11
2.3.	Impactos del Cambio Climático.....	12
2.3.1.	Impactos del Cambio Climático Mundial.....	12
2.3.2.	Impactos en la salud.....	12
2.3.3.	Impactos en la seguridad alimentaria y agricultura.....	13
2.3.2.	Impactos del Cambio Climático en Bolivia.....	13
2.3.4.	Impactos en los bosques.....	15
2.3.5.	Impactos en los recursos hídricos.....	16
2.3.6.	Impactos en las infraestructuras.....	16
2.3.7.	Impactos en la biodiversidad.....	16
2.3.8.	Impactos del Cambio Climático en Bolivia.....	17
2.3.9.	Tendencias del Cambio Climático en el Altiplano (Loc.Copacabana).....	18
2.3.10.	Proyecciones al año 50.....	19
2.4.	La variabilidad del clima un problema para los agricultores de hoy.....	20
2.5.	El cultivo de haba.....	21
2.5.1.	Antecedentes del cultivo de haba.....	21
2.5.2.	Importancia del cultivo.....	22
2.5.2.1.	Nacional.....	22
2.5.2.2.	Mundial.....	22

2.5.3.	Origen del cultivo de haba.....	23
2.5.4.	Características generales del cultivo.....	24
2.5.4.1.	Morfología.....	24
2.5.4.2.	Fases fonológicas.....	25
2.5.4.3.	Taxonomía.....	29
2.5.5.	Valor nutritivo del haba.....	30
2.5.6.	Producción Nacional del cultivo de haba.....	31
2.5.7.	Rendimiento y calidad del cultivo de haba.....	31
2.5.8.	Fechas de siembra del cultivo de haba.....	33
2.5.9.	Producción Mundial para el cultivo de haba.....	33
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>35</b>
3.1.	Ubicación geográfica.....	35
3.2.	Características ecológicas.....	36
3.2.1.	Características climáticas.....	36
3.2.2.	Características fisiográficas.....	37
3.2.3.	Características del suelo.....	38
3.2.4.	Características agrícolas.....	38
3.2.5.	Producción pecuaria.....	39
3.2.6.	Características socioculturales y económicas.....	39
3.3.	Materiales.....	40
3.3.1.	Material vegetal.....	40
3.3.2.	Material de campo.....	41
3.3.3.	Material de gabinete.....	41
3.4.	Metodología.....	41
3.4.1.	Diseño experimental.....	41
3.4.2.	Parcelas demostrativas familiares.....	42
3.4.3.	Factores en estudio para las parcelas experimentales...	42
3.4.4.	Modelo estadístico.....	42
3.4.5.	Características del experimento en campo.....	43
3.4.6.	Croquis del Experimento.....	44
3.5.	Manejo agronómico.....	45
3.5.1.	Preparación del terreno.....	45
3.5.2.	Siembra.....	45
3.5.3.	Abonado.....	46
3.5.4.	Labores culturales.....	46
3.5.4.1.	Aporques.....	46
3.5.4.2.	Malezas.....	46
3.5.4.3.	Plagas y enfermedades.....	46
3.5.4.4.	Cosecha.....	47
3.6.	Variables de respuesta.....	47
3.6.1.	Datos meteorológicos.....	48
3.6.2.	Humedad del Suelo.....	48
3.6.3.	Porcentaje de emergencia a los 30 días.....	48
3.6.4.	Numero de tallos por planta.....	48
3.6.5.	Cobertura foliar en porcentaje.....	48
3.6.6.	Porcentaje de floración a los 105 días.....	49
3.6.7.	Altura de planta a la cosecha.....	49

3.6.8.	Numero de vainas por planta.....	49
3.6.9.	Peso de vainas por planta.....	49
3.6.10.	Peso en grano seco por planta.....	49
3.6.11.	Rendimiento agronómico en vainas en .....	50
3.6.12.	Rendimiento agronómico en grano seco .....	50
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUCIONES.....</b>	<b>51</b>
4.1	Comportamiento climático en la com. Copacati Alto (Copacabana).....	51
4.1.1.	Precipitación Pluvial.....	52
4.1.2.	Precipitación Pluvial (mm) y Humedad del suelo (%)..... por época de siembra.....	53
4.1.3.	Humedad relativa (%).....	53
4.1.4.	Temperatura Media Ambiente (°C).....	54
4.1.5.	Temperatura Máxima Ambiente (°C).....	54
4.1.6.	Temperatura Mínima Ambiente (°c).....	55
4.1.7.	Humedad del suelo .....	56
4.2.	Comportamiento del cultivo de haba (ecotipos) en tres épocas siembra a través de la evaluación de las variable de repuesta.....	57
4.2.1.	Porcentaje de emergencia a los 30 días.....	57
4.2.2.	Porcentaje de floración a los 105 días.....	61
4.2.3.	Numero de tallos por planta.....	63
4.2.4.	Cobertura foliar (%).....	65
4.2.5.	Altura de la planta a la cosecha (cm.).....	66
4.2.6.	Numero de vainas por planta.....	68
4.2.7.	Peso de vainas por planta en kg.....	71
4.2.8.	Rendimiento agronómico en vainas para el cultivo de haba kg.ha <sup>-1</sup> .....	74
4.2.9.	Peso de grano seco por planta en kg.....	76
4.2.10.	Rendimiento agronómico de grano seco para el cultivo de haba en kg.ha <sup>-1</sup> .....	78
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>86</b>



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	Gases encontrados en la atmósfera en porcentaje.....	7
<b>Cuadro 2</b>	Características generales del haba.....	24
<b>Cuadro 3</b>	Composición nutritiva del grano de haba.....	30
<b>Cuadro 4</b>	Aminoácidos presentes en el fruto de haba.....	30
<b>Cuadro 5</b>	Nombre común y científico de la vegetación predominante en la Localidad de Copacabana.....	38
<b>Cuadro 6</b>	Nombre común y científico de la crianza de animales predominantes en la Localidad de Copacabana.....	39
<b>Cuadro 7</b>	Registro de promedios mensuales de la PP, HR Y T <sup>o</sup> (1973 - 2004). Normal.....	51
<b>Cuadro 8</b>	Registro de los promedios mensuales de la PP, HR, T <sup>o</sup> , Hs <sup>o</sup> (2005-2006).....	51

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Representación del efecto invernadero.....	9
<b>Figura 2</b>	Representación de la fase fonológica del cultivo de haba.....	24
<b>Figura 3</b>	Representación de la flor del haba.....	28
<b>Figura 4</b>	Ubicación geográfica de la comunidad Copacati Alto, en la provincia Manco Kapac.....	29
<b>Figura 5</b>	Comparación para la precipitación pluvial promedio por mes de los años 1973 - 2004 Vs. Gestión agrícola 2005 - 2006, Loc. Copacabana.....	35
<b>Figura 6</b>	Influencia de Precipitación Pluvial (mm) y Humedad de suelo (%) por época de siembra a la cosecha. Gestión agrícola 2005-2006.....	52
<b>Figura 7</b>	Comparación para la Humedad Relativa promedio por mes de los años 1973 - 2004 (normal) vs. gestión agrícola 2005 - 2006. Loc. Copacabana.....	53
<b>Figura 8</b>	Comparación para la temperatura Media Ambiental promedio por mes de los años 1973 - 2001 vs. gestión agrícola 2005-2006.....	54
<b>Figura 9</b>	Comparación para la Temperatura Máxima Ambiental promedio por mes de los años 1973-2004 vs. gestión agrícola 2005- 2006, Loc. Copacabana.....	55
<b>Figura 10</b>	Comparación para la Temperatura Mínima Ambiental promedio por mes de los años 1973-2004 vs. gestión agrícola 2005- 2006, Loc. Copacabana.....	56
<b>Figura 11</b>	Porcentaje de Humedad volumétrica del suelo durante la gestión agrícola 2005-2006, Loc. Copacabana.....	57
<b>Figura 12</b>	Promedios del porcentaje de emergencia a los 30 días de cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra para la comunidad Copacati Alto, Loc. Copacabana, gestión agrícola 2005- 2006.....	58
<b>Figura 13</b>	Promedios de porcentaje de floración a los 105 días de cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra comunidad Copacati Alto Loc. Copacabana, gestión 2005-2006.....	61

<b>Figura 14</b>	Promedios del numero de tallos por planta de los cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra comunidad de Copacati Alto, Loc.Copacabana, gestión agrícola 2005-2006.....	63
<b>Figura 15</b>	Promedios de cobertura foliar en % de los cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra, Comunidad Copacati Alto Loc. Copacabana, gestión agrícola 2005- 2006.....	65
<b>Figura 16</b>	Promedios de altura de planta a la cosecha en tres épocas de siembra de cuatro ecotipos de haba en la comunidad Copacati Alto, Loc. Copacabana gestión 2005-2006.....	67
<b>Figura 17</b>	Promedio del numero de vainas por planta de cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra comunidad Copacati Alto, Loc.Copacabana 2005-2006.....	69
<b>Figura 18</b>	Peso de vainas por planta en cuatro ecotipos de haba de tres épocas de siembra en la comunidad Copacati Alto, Loc. Copacabana, gestión agrícola 2005- 2006.....	72
<b>Figura 19</b>	Promedios de rendimiento de vainas de $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra Comunidad Copacati Alto, Loc. Copacabana, gestión agrícola 2005- 2006.....	74
<b>Figura 20</b>	Promedio de peso de grano seco por planta de cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra, comunidad de Copacati Alto, Loc.Copacabana 2005-2006.....	77
<b>Figura 21</b>	Promedio de rendimiento agronómico de grano seco en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra, comunidad de Copacati Alto Loc. Copacabana 2005-2006.....	79
<b>Figura 22</b>	Rendimiento agronómica del grano seco en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en parcelas demostrativas familiares del ecotipo Usnayo en épocas de siembra.....	81

## INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1** Resultados de los análisis estadísticos de la prueba de Mann- kendall.
- ANEXO 2** Ubicación de las parcelas demostrativas familiares y experimentales conjuntamente los carteles correspondientes.
- ANEXO 3** Foto de las parcelas experimentales con los ecotipos Morena, Usnayo, Uchuculu, G. Copacabana.
- ANEXO 4** Foto del abonado de las parcelas experimentales
- ANEXO 5** Foto de la presencia de la mancha de chocolate en el cultivo de haba.
- ANEXO 6** Foto de los componentes del caldo de bordalés.
- ANEXO 7** Foto de la cosecha y calchado del cultivo de haba.
- ANEXO 8** Fotos de instalación de los tubos de acceso en la parcela experimental para la medición de la humedad del suelo.
- ANEXO 9** Foto del cultivo de haba en emergida.
- ANEXO 10** Foto de la toma de datos de la cobertura foliar.
- ANEXO 11** Foto de las flores del cultivo de haba.
- ANEXO 12** Foto de altura de la planta a la cosecha.
- ANEXO 13** Foto del peso de vainas por planta.
- ANEXO 14** Correlación y regresión lineal simple de promedios anuales de las variables climáticas respecto a los años 1973-2003 para la Localidad de Copacabana.
- ANEXO 15** Cuadros de medios correspondientes a los análisis de varianza.
- ANEXO 16** Prueba de diferencias mínimas significativas de épocas de siembra - ecotipos de haba.
- ANEXO 17** Foto de los ecotipos de haba con sus respectivos nombres y tamaños.
- ANEXO 18** Fonología con fechas de siembra y cosecha.

## RESUMEN

La presente investigación “Opciones de adaptación al Cambio Climático para el cultivo de haba (*Vicia faba* L.)” fue un elemento del Proyecto IPQLP/01023 de la Facultad de Agronomía-UMSA y el Programa Nacional de Cambios Climáticos-MPD-VPTMA, que se llevo a cabo en la comunidad Copacati Alto de la Localidad de Copacabana, Provincia Manco Kapac, (La Paz, Bolivia), ubicada a 4000 m.s.n.m., durante la gestión agrícola 2005-2006, se estudiaron cuatro ecotipos de haba (Morena, Usnayo, Uchuculu y Gigante Copacabana) bajo tres épocas de siembra (E1=siembra adelantada “22 de Agosto”; E2=siembra acostumbrada “19 de Septiembre” y E3=siembra tardía “19 de Octubre”), como opciones de adaptación al Cambio Climático, en el cual se evaluaron las variables climáticas y agronómicas. Este experimento se condujo bajo un diseño de bloques al azar, con arreglo de parcelas divididas en tres repeticiones, en las cuales las parcelas principales fueron constituidas por las épocas de siembra y las subparcelas por los ecotipos de haba, para el análisis climático se utilizó el análisis de regresión y correlación lineal simple.

Paralelamente se implementaron parcelas demostrativas familiares, donde los agricultores validaron los resultados encontrados en el experimento, pues reportaron similares comportamientos agronómicos a los encontrados en la presente investigación.

El comportamiento climático de la gestión 2005-2006, fue superior con respecto al promedio histórico (1973-2003 “normal”), el cual influyó en el comportamiento agronómico del cultivo en cada época de siembra, dando rendimientos altos para la E1 (siembra adelantada) con un rendimiento promedio de grano seco de 7621.2 Kg.ha<sup>-1</sup>, respecto a las E2 (siembra acostumbrada) y E3 (siembra tardía) en las cuales se obtuvieron 6073.0 y 5026.3 Kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Referente al comportamiento de los ecotipos dentro de las épocas de siembra se observó que en la E1 (siembra adelantada) el ecotipo “Usnayo” obtuvo el mejor rendimiento de grano seco de 9647.0 Kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que para la E2 (siembra acostumbrada) uno de los rendimientos mas altos fue del ecotipo “Morena” con 7490.0 Kg.ha<sup>-1</sup>, sin embargo para la E3 (siembra tardía) el ecotipo “Gigante Copacabana” fue el que reportó rendimientos de 5502.0 Kg.ha<sup>-1</sup>, el mas alto en esta época.

Los promedios en rendimiento de vainas para el cultivo en estudio fueron similares a los del grano seco, presentando así para la E1 (siembra adelantada) el ecotipo Usnayo 24547.0 Kg.ha<sup>-1</sup> sin embargo en la E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Usnayo también fue el que reporto mayores rendimientos con valores de 18428.0 Kg.ha<sup>-1</sup> pero para la E3 el ecotipo G. Copacabana tuvo rendimientos de 14599.0 Kg.ha<sup>-1</sup>.

Por lo tanto entre los ecotipos de haba la mejor opción de adaptación fue el ecotipo Usnayo en siembras adelantadas y acostumbradas, mientras que el ecotipo G. Copacabana en siembras tardías, de esa forma el agricultor enfrente las adversidades del Cambio Climático.

## RESUME

The present investigation "Adaptation options to climatic changes for the broad bean cultivation (*Vicia faba* L.)" was a component of the, UMSA-Agronomic Faculty IPQLP/01023 project and of the Climatic Changes National Program – MPD-VPTMA, which was developed in the Copacati Alto community, Copacabana Locality, Manco Kapac province of La Paz – Bolivia, located over 4000 meters over the ocean. During the agricultural campaign 2005 – 2006, four ecotypes of bread beans were studied (Morena, Usnayo, Uchuculu y Gigante Copacabana) under three sowing times (E1=Advanced sowing "August 22th"; E2=Accustomed sowing "September 19"; E3=Delayed Sowing "October 19"), as Climatic Changes adaptation options, in which were evaluated the climatic and agronomical variables. The experiment was conducted under a random blocks design, with divided parcels arranged in three repetitions, in which the main parcels were established by the sowing times and the sub parcels by the bread beans ecotypes, for the climatic analysis was used the simple lineal correlated regression analysis.

At the same time homely demo parcels were established, where the farmers verified the results found in the experiment, where they reported similar agronomical behaviors to the results found in the present investigation.

The Climatic behavior of the year between 2005 – 2006, was greater than the historical average (1973-2003 "normal"), which affected the agronomical behavior of the crop in every sowing time, giving highest yields for the E1 (Advanced sowing) with a dry grain average yield of 7621.2 kg/ha-, in respect to the E2 (Accustomed sowing) and E3 (Delayed sowing) where was obtained 6073.0 ad 5026.3 kg/Ha respectively. Relating to the behavior of the ecotypes inside the sowing times in the E1 (Advanced sowing) was observed that the "Usnayo" ecotype obtained the best yield of dry grain with 9647.0 Kg/Ha, while E2 (Accustomed sowing) one of the highest yields was obtained by the "Morena" ecotype with 7490.0 Kg/Ha. and for the E3 (Delayed sowing) the "Gigante Copacabana" ecotype reported a yield of 5502.0 Kg./Ha the highest in this time sowing.

The yield average of pod for the crop under study were similar to the dry grain, giving for the E1 (Advanced sowing) the "usnayo" ecotype 24547.0 Kg./Ha. also in the E2 (Accustomed sowing) the "Usnayo" ecotype reported the greatest yields with values of 18428.0 Kg./Ha. but for the E3(Delayed sowing) the "Gigante Copacabana" had yields of 14599.0 Kg./Ha.

In consequence, among the bread beans ecotypes the best adaptation choice was the "Usnayo" ecotype in the advanced sowing and the "Gigante Copacabana" in the delayed sowings, all this for a best option for the farmers confrontation against the adversities of the Climatic Change.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

La Declaración Política y el Plan de Implementación que emanaron de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable celebrada en Johannesburgo plantean que uno de los retos que la comunidad internacional enfrenta hoy en día es contrarrestar los evidentes efectos destructivos del Cambio Climático (García, 2005).

El clima de la tierra ha cambiado muchas veces a lo largo de su historia en forma natural, sin embargo recién en la segunda mitad del siglo pasado se intensificaron los estudios sobre cuestiones ambientales, observándose que la temperatura global del planeta se incremento en el último siglo entre 0.3° C a 0.6° C, producto de gases dañinos que emanan a la atmósfera, en consecuencia el sistema climático global se verá alterado con un aumento de temperaturas, modificaciones en los regimenes de precipitación en muchas regiones e incrementos de la frecuencia e intensidad de los eventos climático extremos generadores de inundaciones y sequías, repercutiendo sobre los ecosistemas de la tierra (IPCC, 2002).

De acuerdo al informe del MDSMA-PNCC (1997), las concentraciones de los gases del efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFI, O<sub>3</sub>) se han incrementado a partir de la revolución industrial como resultado de las actividades humanas acentuadas, provocando cambios en los escenarios climáticos como alteraciones en las temperaturas y precipitaciones globales, debido principalmente a la elevación de la concentración del CO<sub>2</sub>.

El Cambio Climático, es un problema generalizado y de carácter verdaderamente mundial que afecta a la humanidad y supone una gran amenaza para nuestro Medio Ambiente. La población mundial se encuentra preocupada cada vez con mayor certeza y aprehensión, por la alteración de las pautas del clima mundial y sus posibles repercusiones sobre la agricultura, los recursos hídricos, la energía, los ecosistemas naturales terrestres y los sectores sociales y económicos (OMM, 1991).

El Cambio Climático puede parecer un fenómeno lejano y poco relacionado con nosotros, sin embargo, no lo es. Si bien sus impactos mayores se verán en el largo plazo, algunos de sus efectos son evidentes a nivel mundial y en nuestra vida como individuos. Debido a que el clima conforma y determina nuestro ambiente, cualquier variación de temperatura, de

humedad, o de velocidad de vientos tiene repercusiones directas sobre nosotros. (Mendoza, 2004).

En Bolivia, el Cambio Climático es evidente, ello es ratificado por resultados de los modelos de circulación general y por agricultores quienes afirman que en las últimas décadas son considerables las pérdidas de las cosechas por el efecto de las nuevas condiciones climáticas a las cuales estarían expuestos los cultivos. (MDS-PNCC, 2000).

Los efectos del Cambio Climático, representan un elevado riesgo para la lucha contra la pobreza, y amenaza con anular esfuerzos de décadas enteras de desarrollo. Si bien el Cambio Climático es un fenómeno mundial, su impacto negativo es sufrido intensamente por las personas de los países pobres, estos son más vulnerables debido a su considerable dependencia de los recursos naturales y a su limitada capacidad para enfrentarse a la variabilidad climática, pues según el MDS-PNCC (2000), los cultivos tradicionales no se encuentran habituados a estos nuevos escenarios climáticos.

En relación a esta problemática el MDSMA-PNCC (2000), recomienda una serie de medidas de adaptación al Cambio Climático para los cultivos del altiplano, valles y llanos tropicales como ser: cambios en las fechas de siembra y cosecha, uso de variedades diferentes a las acostumbradas, cambios en los sistemas de cultivo, aplicación de riego adicional, etc., como también medidas políticas y de legislación.

Respecto al cultivo de haba, según PROINPA (2001), este, es considerado como segundo cultivo en importancia para la zona andina después de la papa, sembrada por un 60% de los agricultores andinos, es decir representa la leguminosa más importante a nivel nacional; tanto para el autoconsumo (fuente principal de proteína) y como fuente de ingreso económico. Bajo este marco, existe la necesidad de experimentar opciones de adaptación al Cambio Climático para el cultivo de haba en la región del Altiplano norte.

## **1.1 Objetivos.**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Experimentar opciones de adaptación al Cambio Climático para el cultivo de haba (*Vicia faba* L.), en la localidad de Copacabana (comunidad Copacati Alto) provincia Manco Kapac La Paz.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Evaluar el comportamiento climático del cultivo en estudio antes y durante la investigación.
- Evaluar el cultivo de haba en tres épocas de siembra como primera opción de adaptación al Cambio Climático.
- Evaluar cuatro ecotipos de haba del lugar como segunda opción de adaptación al Cambio Climático.



## **II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.**

### **2.1. Bases teóricas y científicas del Calentamiento Global.**

Según Morea (1997), para poder comprender el Cambio Climático global y el aumento de la temperatura global se debe primero comprender algunos conceptos importantes y como opera el clima global. Es importante entender que el clima terrestre, depende del balance energético entre la radiación solar y la radiación emitida por la Tierra.

#### **2.1.1. Calentamiento Global**

Para el PNCC (2005), actualmente, por la gran cantidad de actividades humanas, la acción acumulativa de gases produce un aumento en la temperatura de la superficie terrestre. También llamado calentamiento global, que actúa principalmente en el clima. El calentamiento global es el primer resultado de los Cambios Climáticos, esto debido a que aumenta la temperatura global, los regimenes de precipitación de la tierra se ven afectados.

#### **2.1.2. Cambios Climáticos.**

Según Cruz (1999), los Cambios Climáticos son de carácter mundial y actualmente es considerado como uno de los mayores problemas que afecta a la humanidad y supone una grave amenaza para nuestro medio ambiente, con repercusiones sobre la agricultura, recursos hídricos, recursos forestales, ecosistemas naturales terrestres, la energía, los sectores económicos y sociales.

Los Cambios Climáticos regionales pueden afectar la biodiversidad biológica, las características del hábitat costero, el régimen de incendios forestales y las actividades productivas como agricultura, ganadería, generación hidroeléctrica y el turismo (IPCC, 2001).

El problema afecta a las economías de todos los países incluidos a los países desarrollados y en vías de desarrollo, este aspecto ha hecho que la comunidad internacional lance un llamado para mitigar los efectos del Cambio Climático en ocasión de la cumbre de la tierra de Río de Janeiro, celebrado en junio de 1992 (Cruz, 1999).

El Cambio Climático según el IPCC (2001), es una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un periodo prolongado. El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo.

### **2.1.3. Vulnerabilidad.**

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define a la vulnerabilidad como el grado hasta el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del Cambio Climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y rapidez del Cambio Climático y de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación (IPCC, 2001).

### **2.1.4. Mitigación y Adaptación.**

Según García (2005), La mitigación engloba a todas las acciones orientadas a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es decir los gases que al ser emitidos a la atmósfera producen un calentamiento global y la adaptación que se refiere a las acciones que sirven para mejorar la capacidad de respuestas afectivas de una sociedad ante el efecto del Cambio Climático.

Según García (2005), Hasta hoy el énfasis para contrarrestar el efecto del cambio climático se ha centrado con la mitigación mediante la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en el mundo. Sin embargo la gestión del Cambio Climático debe ir mucho más allá, es decir que debe considerar el impacto que el Cambio Climático tendrá en la sociedad y como responder a él. En este sentido se define dos acciones concretas para responder al Cambio Climático: la mitigación y la adaptación.

- a) La mitigación engloba a todas las acciones orientadas a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es decir los gases que al ser emitidos a la atmósfera producen un calentamiento global.
- b) Adaptación se refiere a las acciones que sirven para mejorar la capacidad de respuestas afectivas de una sociedad ante el efecto del Cambio Climático.

### **2.1.5. Medidas de adaptación al Cambio Climático para el sector agrícola.**

Según Cruz (1999), menciona que las actividades de adaptación se llevan a cabo para reducir la vulnerabilidad y para moderar los efectos adversos del Cambio Climático. Se entiende por adaptación del cultivo a la capacidad que tienen los cultivos a adecuarse a las nuevas condiciones climáticas. Entre las medidas de adaptación tenemos:

**Biofísicas:** cambio en las fechas de siembra; cambios en los sistemas de cultivos; aplicación de riego adicional; cambios en los niveles de fertilización; utilización de variedades resistentes.

**Económicas:** posibilidad de sustituir por otros cultivos; disponibilidad y costos de técnicas; alternativas de producción; la capacitación en el ámbito gubernamental para no alterar la inferencia en la agricultura, etc.

### **2.1.6. Variabilidad del clima.**

La variabilidad del clima se define como una variación en el estado medio y otros datos estadísticos del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático o variaciones de los forzamientos externos (IPCC, 2001).

### **2.1.7. Sensibilidad.**

Según el IPCC (2001), se define a la sensibilidad como el nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar).

## 2.2. Causas del Cambio Climático.

Mendoza (2004), indican que: el Cambio Climático, es parte de la naturaleza misma del planeta, “la tierra tiende a experimentar dichos cambios en los patrones climáticos cada cien mil años, con los ciclos de avance y retroceso glaciario. Este evento se da junto con otros períodos menores de enfriamiento cada veinte mil a cuarenta mil años.” A pesar de este cambio de tipo natural, las acciones del hombre han tenido la capacidad de afectar al clima; en los últimos 150-200 años algunas actividades humanas han tenido influencia en la tasa de cambio del sistema climático.

Las actividades humanas intensifican la utilización de combustibles fósiles en la industrialización, el transporte, la minería, la deforestación, entre otros. También han aumentado en la atmósfera cantidades notables de gases como: el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) y los Clorofluorocarbonos (CFC's), que forman parte del fenómeno conocido como “El Efecto Invernadero”.

**Cuadro 1. Gases encontrados en la atmósfera en porcentaje**

Nombre	Gases presentes en la atmósfera
Nitrógeno	N <sub>2</sub> 78.08 %
Oxígeno	O <sub>2</sub> 20.95 %
Argón	Ar 0.95 %
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub> 0.03 %
Neón	Ne 0.0018 %
Helio	He 0.0005 %
Criptón	Kr 0.0001 %
Hidrógeno	H <sub>2</sub> 0.00006%
Ozono	O <sub>3</sub> 0.00008%

**Fuente:** PNCC (2005)

Una de las principales causas que provoca estas anomalías en el clima (Cambio Climático) son debidas al incremento de gases del efecto invernadero (GEI) en la atmósfera producto de la actividad humana (IPCC, 2001).

Moya (1997), citado por Torrico (1998), también indica que el Cambio Climático es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.

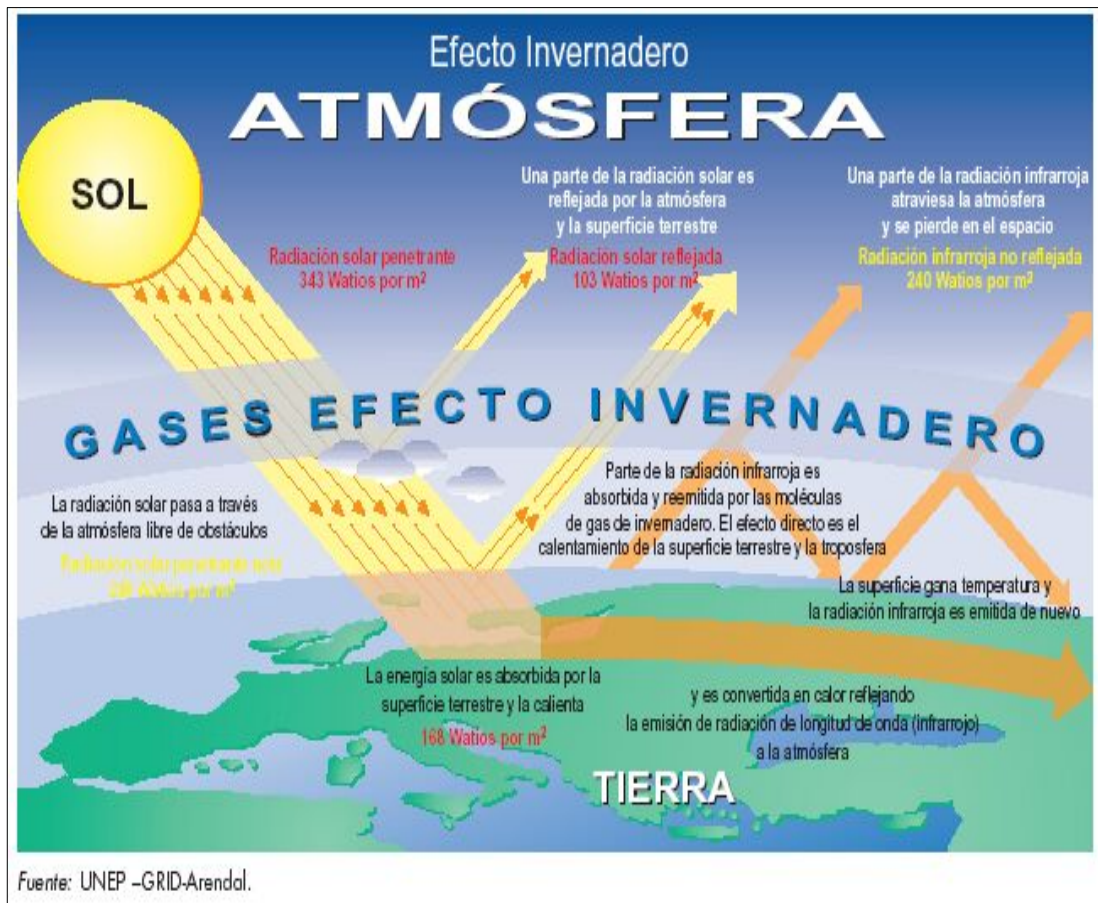
Cerca de un tercio del calentamiento de la atmósfera y el Cambio Climático obedece a la agricultura. En general se reconoce que alrededor del 25% del principal gas que produce el efecto de invernadero, el bióxido de carbono procede de la agricultura, sobre todo de la deforestación y la quema de biomasa. Los rumiantes domésticos, los incendios forestales, el cultivo de arroz en los humedales y los productos de desecho producen la mayor parte del metano que hay en la atmósfera, a la vez que la labranza convencional y la utilización de fertilizantes generan el 70% de los óxidos nitrosos (FAO, 2000).

### **2.2.1. El Efecto Invernadero.**

El Efecto Invernadero según el (PNAC, 1999), se basa específicamente en que la Tierra debe liberar al espacio la misma cantidad de energía que absorbe del sol, la energía solar llega en forma de radiación de onda corta, (radiación de longitudes de onda inferior a 4 micras. Una micra es la unidad de longitud igual a la millonésima del metro o a la milésima de milímetro) parte de la cual, es reflejada por la superficie terrestre y la atmósfera. La mayor parte pasa directamente a través de la atmósfera para calentar la superficie de la Tierra, ésta según su temperatura desprende dicha energía enviándola nuevamente al espacio en forma de radiación infrarroja, sin embargo, el vapor de agua, el dióxido de carbono entre otros "gases que han provocado el Efecto Invernadero", que es un efecto natural del planeta, absorben gran parte de la radiación (infrarroja) ascendente que emite la Tierra, impidiendo que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio, con lo cual se experimenta un calentamiento y es el que ha mantenido una temperatura media del planeta apta para la vida.

Podríamos decir, de una forma simplificada, que el Efecto Invernadero provoca que la energía que llega a la Tierra sea "devuelta" más lentamente, por lo que es "mantenida" más tiempo junto a la superficie y así se mantiene la elevación de temperatura.

**Proceso del Efecto Invernadero** (Figura1): según el IPCC (2001), el vapor de agua, el dióxido de carbono y el gas metano forman una capa natural en la atmósfera terrestre que retiene parte de la energía proveniente del Sol. La superficie de la Tierra es calentada por el Sol. Pero ésta no absorbe toda la energía sino que refleja parte de ella de vuelta hacia la atmósfera. Alrededor del 70% de la energía solar que llega a la superficie de la Tierra es devuelta al espacio. Pero parte de la radiación infrarroja es retenida por los gases que producen el Efecto Invernadero y vuelve a la superficie terrestre.



**Figura 1. Representación del Efecto Invernadero**

Como resultado del Efecto Invernadero, la Tierra se mantiene lo suficientemente caliente como para hacer posible la vida sobre el planeta, de no existir el fenómeno, las fluctuaciones climáticas serían intolerables; sin embargo, una pequeña variación en el delicado balance de la temperatura global puede causar graves estragos. En los últimos 100 años la Tierra ha registrado un aumento de entre 0,4 y 0,8 °C en su temperatura promedio. La energía del Sol captada por la Tierra, debe ser balanceada por la radiación emitida desde la superficie

terrestre. En ausencia de cualquier atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Esta es conocida como la temperatura efectiva de radiación terrestre. De hecho la temperatura superficial terrestre, es de aproximadamente  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (FAO, 2000).

Al respecto Cécile (1990), indica que en ausencia de estos gases, la temperatura media del planeta sería de  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$  bajo cero (en la actualidad es de  $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Según el Banco Mundial (1992), el clima terrestre está determinado por la radiación solar, a largo plazo tiene que haber un equilibrio entre la energía proveniente del sol absorbida por el planeta y la energía que sale de la tierra y la atmósfera, parte de esta energía saliente es absorbida y más tarde irradiada por los gases atmosféricos radiactivos (los gases que producen el Efecto Invernadero), con lo que se reduce la emisión neta de energía al espacio. Para mantener el equilibrio energético global, tanto la atmósfera como la superficie terrestre se calentarán hasta que la energía saliente sea igual a la energía entrante. Este fenómeno recibe el nombre de Efecto Invernadero.

El problema del efecto invernadero comienza a manifestarse cuando el proceso natural explicado antes se fue modificando por la acción de la civilización industrial (Cécile, 1990).

Según el MDSMA –PNCC (1997), el aumento de la producción de gases ha hecho tan densa la capa protectora atmosférica, que el exceso de  $\text{CO}_2$ , vapor de agua y otros elementos producidos por el hombre captan una parte mucho más grande del calor producido por la tierra, calor que queda atrapado en las partículas de la tierra, al verificarse este fenómeno, aumenta la temperatura global y se produce el recalentamiento de la tierra.

Parte de la radiación emitida por la superficie terrestre es absorbida y vuelta a emitir en todas las direcciones, incluso nuevamente hacia la tierra por algunos gases que componen la atmósfera. Estos gases reducen la pérdida efectiva del calor por la superficie terrestre y aumentan la temperatura. Los gases que intervienen en este proceso se denominan "gases invernadero" (atrapan parte de la energía infrarroja y reducen el enfriamiento de la Tierra). El aumento de estos gases provocan grandes consecuencias en el clima, como ser: alteración de temperaturas, alteración en lluvias, aumento de la desertificación, alteración en la agricultura y descongelación de casquetes polares, entre las principales (IPCC, 2001).

### **2.2.2. Los Gases de Efecto Invernadero.**

CMNUCC (2004), citado por Freís (2005), señala que: por Gases de Efecto Invernadero se entiende a aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos (de origen humano), que absorben y reemiten radiación infrarroja.

Los Gases de Efecto Invernadero son:

- \* Vapor de Agua (H<sub>2</sub>O)
- \* Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)
- \* Metano (CH<sub>4</sub>)
- \* Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)
- \* Ozono (O<sub>3</sub>)

Por su parte, los gases de efecto invernadero generados por las actividades del hombre son:

- \* Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- \* Metano (CH<sub>4</sub>)
- \* Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- \* Perfluorometano (CF<sub>4</sub>) y Perfluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>)
- \* Hidrofluorocarbonos (nombres comerciales: HFC-23, HFCS-134a, HFC-152a);
- \* Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>)

También existen los que se llaman gases de efecto invernadero indirecto y se le considera así por que tienen la capacidad de influir en la concentración atmosférica de otros gases de efecto invernadero. Estos gases son:

- Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), este es un gas que es producto, principalmente de la combustión.
- Monóxido de Carbono (CO), este es un gas que es producto, principalmente de la combustión.
- Bióxido de Azufre, este es un gas que es producto, principalmente de la combustión de combustibles con alto contenido de azufre.

### **2.2.3. Dióxido de Carbono.**

Eugene (1997), indica que el Dióxido de Carbono, es el más importante de los gases menores, involucrado en un complejo ciclo global, se libera desde el interior de la tierra a



través de fenómenos tectónicos y a través de la respiración, procesos de suelos y combustión de compuestos con carbono y la evaporación oceánica, por otro lado es disuelto en los océanos y consumido en procesos fotosintéticos, en la actualidad su concentración ha llegado a 359 ppmv (partes por millón volumen), producto de la acción antropogénica: quema de combustibles fósiles y materia orgánica en general.

Fuentes naturales: respiración, descomposición de materia orgánica, incendios forestales naturales.

Fuentes antropogénicas: quema de combustibles fósiles, cambios en uso de suelos (principalmente deforestación), quema de biomasa y manufactura de cemento.

### **2.3. Impactos del Cambio Climático.**

#### **2.3.1. Impactos del Cambio Climático Mundial.**

Belt (2000), indica que: los ecosistemas terrestres y acuáticos, salud humana y sistemas socioeconómicos tales como agricultura, forestería, pesca y recursos de agua son elementos clave del desarrollo y bienestar humano que son todos sensibles al Cambio Climático. El impacto del Cambio Climático en estas áreas no es uniforme en realidad, algunos experimentarán consecuencias benéficas mientras otros sufrirán un cambio detrimental irreversible. Las áreas listadas e impactadas por el Cambio Climático ya son sujetas a presiones naturales e inducidas por el hombre.

#### **2.3.2. Impactos en la salud.**

El Cambio Climático provocará dos tipos de impactos sobre la salud: Impactos directos relacionados con los eventos meteorológicos extremos (por ejm. Tormentas e inundaciones o, en el extremo sequías), como así también con las olas de calor o fríos mas fuertes y prolongados. Se espera un incremento de muertes por efecto del calor (afectando en mayor medida a ancianos y niños) y disminución de aquellas relacionadas con las bajas temperaturas; Los impactos indirectos estarán relacionados por un lado con la expansión del área de incidencia de los vectores de transmisión de enfermedades, debido a las mayores temperaturas resultantes del calentamiento global y, por otro, con los cambios en los ciclos hidrológicos, que a través de inundaciones o de escasez de agua faciliten la

aparición de enfermedades relacionadas con el uso y la disponibilidad de agua apta para el consumo humano, como el cólera o la diarrea (GEC 2003).

Son varias las enfermedades cuya expansión se verá favorecida. Se destacan entre ellas las transmitidas por insectos, como la malaria y el dengue, cuyos vectores son mosquitos, que se verán favorecidos por las posibles nuevas condiciones de humedad y calor (GEC, 2003).

### **2.3.3. Impactos en la seguridad alimentaría y agricultura.**

Los Cambios Climáticos, la variabilidad climática y los desastres naturales, tales como sequías granizos, inundaciones, incendios forestales, etc., son fuentes potenciales de inseguridad alimentaría. Todos estos desastres afectan con mayor rigor a los segmentos de la población más pobres y con menos recursos económicos, lo cual en definitiva redonda fuertemente en la inseguridad alimentaría (Cruz, 2004).

Los Cambios Climáticos a largo plazo, en particular el calentamiento del planeta, podría afectar a la agricultura en diversas formas, y casi todas son un riesgo para la seguridad alimentaría de las personas más vulnerables del mundo (IPCC, 2001).

El aumento de la temperatura en algunos grados puede mejorar los cultivos en ciertas áreas. Pero lo que para algunas zonas sería un beneficio para otras resultaría perjudicial. Algunas plagas se podrían presentar en lugares donde no están presentes actualmente, lo que implicaría el uso de nuevos o distintos agroquímicos. Los cambios en los regímenes de precipitación y en la disponibilidad de agua para riego, también afectara la productividad de los cultivos (IPCC, 2001).

Se estima que las cosechas mas afectadas podrían ser las de maíz, trigo, cebada y vid, incluso si consideramos los efectos positivos del CO<sub>2</sub> sobre la fotosíntesis. La afectación generaría un aumento en los costos de producción de esos cultivos, provocando un efecto adicional sobre el precio de los alimentos (IPCC, 2001).

Por otro lado en las zonas altiplánicas se prevé la no existencia de variación en la precipitación pluvial, mientras que la temperatura mínima muestra un claro incremento. La

misma tendencia presenta las zonas tropicales de Santa Cruz y Trinidad, aunque existe cierta tendencia al descenso en la temperatura máxima (MDSMA-PNCC, 2000b).

La mayoría de los estudios indican que los aumentos de la temperatura anual media de 2.5°C o mayores provocarían un aumento de los precios de los alimentos como resultado de la expansión de la capacidad alimentaria mundial en relación con el crecimiento de la demanda mundial de alimentos. Algunos estudios agregados recientes han estimado los impactos económicos sobre poblaciones vulnerables, como los productores pequeños y los consumidores urbanos pobres. Estos estudios indican que el Cambio Climático reducirá los ingresos de las poblaciones vulnerables y aumentará el número absoluto de personas en riesgo de hambruna (IPCC, 2001).

La capacidad de los pueblos de producir suficientes alimentos para consumo propio y de su ganado depende en gran medida del clima: la temperatura, la luz y el agua (IPCC, 2001).

Las fluctuaciones a corto y a largo plazo de las pautas del clima –variabilidad del clima y Cambio Climático- pueden tener repercusiones extremas en la producción agrícola, y hacer que se reduzca drásticamente el rendimiento de las cosechas, lo que obligaría a los agricultores a utilizar nuevas prácticas agrícolas en respuesta a la modificación de las condiciones (Cordelim, 2004).

El IPCC (1998), citado por Torrico (1998), señala que el Cambio Climático afectaría muy adversamente a la agricultura, aunque los científicos aun no sepan con exactitud en que medida. La mayoría de los estudios realizados sobre las repercusiones del cambio climático en la agricultura se basan en los resultados de los modelos de circulación general.

Según PNUMA (2004), indica que podrían suceder algunos de estos impactos en la agricultura ante el cambio climático.

- a) Descenso de la productividad de los cultivos sin riego y el aumento del estrés Hídrico en las etapas de sequía.
- b) Aumento de la vulnerabilidad de frutales por el adelanto de la floración, debido a las heladas tardías.
- c) Mayor vulnerabilidad de los suelos a la salinización.
- d) Probablemente, una mayor incidencia de diversas plagas agrícolas.

#### **2.3.4. Impactos en los bosques.**

Según la FAO (2002), citado por Cruz (2004), los principales Cambios Climáticos que influirán en el desarrollo de los bosques serán los aumentos de temperaturas en las latitudes altas y las variaciones de las precipitaciones en las latitudes bajas. En todas las regiones que experimenten un incremento de la temperatura y en las que las lluvias permanezcan invariables o se reduzcan disminuirá notablemente la humedad del suelo, lo cual dificultaría el crecimiento de las plantas y aumentará la posibilidad de que se produzcan incendios. Estos podrán provocar pérdidas importantes de cubierta forestal. Un aumento sostenido de solamente 1°C en la temática global promedio afectaría el funcionamiento y la composición de los bosques.

Los bosques juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono (C) ya que almacenan grandes cantidades de C en su biomasa y en el suelo. Cuando los Stocks de carbono aumentan, el flujo neto de la atmósfera hacia el ecosistema se presenta positivo, entonces se habla de sumidero de C; en sentido opuesto, se habla de fuente de carbono cuando son perturbados por causas humanas o naturales, por ejm. Incendios forestales, utilización de malos sistemas de aprovechamiento, corta y quema para transformación en usos no forestales (Cruz, 2004).

Con el Cambio Climático se espera también que ocurran cambios en la fonología de muchas especies, ya se ha observado cambios en la fonología de muchas especies, por ejemplo. en la fecha de aparición de brotes, salidas de cascarones, migración, etc. Estos cambios se encuentran estrechamente vinculados a sencillas variables climáticas, tales como las temperaturas máximas o mínimas o el número de días en que se registra cierta temperatura (Cruz, 2004).

Los ecosistemas boscosos van a verse afectados por el Cambio Climático tanto de forma directa como mediante interacciones con otros factores tales como el cambio en el uso de suelos las simulaciones de ecosistema y clima sugieren que las zonas climáticas apropiadas para especies de plantas templadas y boreales se pueden desplazar unos 200 -1.200 Km. hacia el norte para el año 2100 (ya que se estima que la mayoría de las masas terrestres de latitudes media a alta se caliente en unos 2-8 °C). (IPCC, 2002).

### **2.3.5. Impactos en los recursos hídricos.**

Es esperable una disminución de las nevadas cordilleranas y un retroceso de los glaciares, produciéndose una merma en los caudales de los ríos andinos, de las vertientes atlántica y pacífica y, con ello, un efecto negativo en la gestión de recursos hídricos específicamente sobre los usos en sistemas de aguas potable, riego y provisión de energía hidroeléctrica, como así también en la actividad turística y deportiva asociada a la nieve. En estas zonas, es probable que se combine el efecto de una menor precipitación, con un aumento de la evaporación, lo que dará como resultado una menor disponibilidad de agua (IPCC, 2001).

A su vez, el aumento de la temperatura y de la evaporación en las zonas tropicales producirá un incremento en las precipitaciones y, con ello, un efecto positivo en los cultivos a secano, en la energía hidroeléctrica de los cursos de llanura y en el volumen de los depósitos subterráneos. Los aspectos negativos, asociados a este aumento en las precipitaciones, sustancialmente potenciado por las acciones antrópicas, serán las inundaciones en las llanuras con escasa energía hidromórfica y en las ciudades ribereñas de levada vulnerabilidad (IPCC, 2001).

### **2.3.6. Impactos en las infraestructuras.**

Las inundaciones provocan perturbaciones sociales y económicas. Este problema se podría ver agravado por el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como tormentas, huracanes y tornados. Este será un problema más grave en aquellas ciudades carentes de un sistema eficiente de infraestructura de saneamiento y sin una adecuada gestión del agua. Otros impactos derivados del aumento de las precipitaciones y del nivel del mar podrían ser los desprendimientos y deslizamientos de tierras, lo que aumentaría la vulnerabilidad y la exposición al riesgo de aquellas poblaciones ubicadas en laderas de montaña o en valle de drenaje de ríos (GEC 2003).

### **2.3.7. Impactos en la biodiversidad.**

El convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB) define la Biodiversidad como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos,

entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especie y de los ecosistemas (Cruz, 2004).

Muchos vegetales y animales solo pueden sobrevivir en un acotado rango de temperaturas, y los escenarios futuros nos indican que se producirán aumentos en la temperatura de la superficie terrestre y del mar. Esto afectara a diversas especies. Los corales morirían con un aumento de tan solo 3° C , los peses de aguas frías tendrían menos lugares donde habitar, muchas plagas aparecerán en áreas donde hasta ahora no se las encuentra, la época de reproducción se vería modificada, el aumento de temperatura hará que algunas especies migren hacia los polos y hacia mayores altitudes, extendiendo sus dominios, pero no todas podrán migrar (IPCC, 2002).

Todo esto conllevara a que muchas de las especies que actualmente se encuentran en peligro de extinción desaparezcan al ver modificado su clima y entorno o por falta de alimentos, y que nuevas especies sean incluidas en la categoría de vulnerables (IPCC, 2002).

Algunos científicos están preocupados debido a que el Cambio Climático ya esta causando la declinación de las poblaciones de anfibios y cambios en las características reproductoras y de cría de algunas aves (Cruz, 2004).

### **2.3.8. Impactos del Cambio Climático en Bolivia.**

Incrementos en la concentración de CO<sub>2</sub> producirían efectos directos y beneficiosos en el crecimiento de las plantas al aumentar la tasa de fotosíntesis, y la mayor eficiencia en el aprovechamiento de agua, energía lumínica y nitrógeno, hecho que resulta ser importante durante las sequías en las zonas áridas o semiáridas como es el caso del Altiplano boliviano, este efecto puede disminuir con el pasar del tiempo, cuando tras limitaciones ecológicas, pasan a ser preponderantes, como la disponibilidad de agua, nutrientes, etc. (FAO, 2000).

Los efectos también pueden ser diferentes, de acuerdo al tipo de fotosíntesis de las plantas, C<sub>3</sub> o C<sub>4</sub>. Las plantas de fotosíntesis C<sub>4</sub> al cual pertenecen los pastos tropicales, caña de

azúcar y otros cultivos de importancia, aprovechan mejor el incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> que las plantas de fotosíntesis C<sub>3</sub>, a estas últimas pertenecen la mayoría de las especies cultivadas (FAO, 2000).

En los valles interandinos existe la tendencia a la reducción de la precipitación pluvial e incremento de las temperaturas mínimas y máximas, afectando al ciclo vegetativo de los cultivos (MDSMA-PNCC, 1997).

Por otro lado en las zonas altiplánicas se prevé la no existencia de variación en la precipitación pluvial, mientras que la temperatura mínima muestra un claro incremento. La misma tendencia presenta las zonas tropicales de Santa Cruz y Trinidad, aunque existe cierta tendencia al descenso en la temperatura máxima (MDSMA-PNCC, 2000).

Mientras que la FAO (1997), asegura que todavía no se ha determinado claramente la distribución espacial del impacto del Cambio Climático, aunque parece probable que la vegetación nacional (en especial los bosques y los conjuntos complejos de especies) sufrirá diversos cambios negativos en la producción de los cultivos, mientras que los cultivos agrícolas podrían adaptarse gracias a prácticas de mejoramiento genético y una mejor ordenación.

Tampoco se sabe con precisión de qué manera los efectos indirectos afectarán a la agricultura, por ejemplo; los causados por las plagas y enfermedades (FAO, 1997).

Por último, las investigaciones han demostrado recientemente que los Cambios Climáticos pueden ser bruscos, lo que indica que a pesar de las mejoras introducidas en la preparación de modelos, los actuales escenarios no ofrecen más confianza que los preparados hace algunos años. “Olvidar el pasado” sigue siendo el criterio más razonable (FAO, 1997).

### **2.3.9. Tendencias del Cambio Climático en el Altiplano (Localidad Copacabana).**

Según García et al. (2006) sobre la Evaluación de las Tendencias de Balance Hídrico como indicador del Cambio Climático en zonas áridas y semiáridas de estaciones meteorológicas completas del país (Anexo 1), se indica que: La Precipitación Pluvial anual, en los datos registrados de la estación meteorológica de Copacabana, consistentemente muestran una

tendencia decreciente en las anomalías lo cual contrasta con los resultados reportados de incremento significativo de la Evaporación de Referencia. Esto significa que en las últimas décadas, ha presentado precipitaciones inferiores a la media en forma consistente. Respecto a la duración de la época de lluvia se presenta una tendencia negativa significativa, es decir muestran que esta zona y aledañas están sufriendo efectos de desertificación y reducción de la cantidad de lluvias.

El incremento de la Temperatura Máxima, en las zonas en que ocurre podría deberse a un efecto consistente del incremento de los GEI o una reducción del vapor de agua que tiene un efecto modulador de la radiación solar recibida. De hecho se conoce que las zonas áridas del planeta presentan una mayor amplitud térmica con Temperaturas Máximas altas y Mínimas bajas pues el vapor de agua no se encuentra para modular el clima circundante. En áreas cercanas al Lago Titicaca no se presentan incrementos significativos de la Temperatura Máxima, sin embargo en áreas lejanas a fuentes de agua, a Temperaturas Máximas el incremento es altamente significativo tal es el caso del altiplano y valles altos y potosinos.

La Temperatura Mínima presento un comportamiento variable claramente zonificado. En las zonas aledañas al Lago Titicaca y Altiplano Norte, se puede apreciar una tendencia significativa al descenso de la temperatura mínima, con similar comportamiento en la zona Altiplánica y de valles altos de Potosí. Contrariamente el Altiplano Central cubierto por estaciones de la Paz y Oruro, muestran que sus temperaturas mínimas, tienen una tendencia de ascenso significativo, siguiendo el mismo comportamiento las zonas de valles interandinos de Potosí y Chuquisaca.

### **2.3.10. Proyecciones al año 2050.**

En el estudio de Evaluación de las Tendencias del Balance Hídrico como indicador del Cambio Climático, García et al. (2006) indican que estas proyecciones se elaboran asumiendo que las condiciones del manejo local y variación climática se mantengan como hasta el presente, las temperaturas máximas tienen una variación homogénea en el territorio estudiado a diferencia de las mínimas, sin embargo los incrementos previstos se encuentran en los rangos de 0,18 a 1,16 ° C hasta el año 2050. En el caso de las mínimas se perciben mayor heterogeneidad y áreas de incremento y de reducción de este parámetro con



máximos valores de incremento en el Dpto. de Cochabamba y máximas reducciones en el Dpto. de Potosí.

Si las tendencias de cambio se mantienen hasta el año 2050 bajo los registros considerados y analizados (Anexo 1), se puede concluir que en las zonas circunlacustres podría esperarse mayor amplitud térmica provocada por una aridización intensa. Este proceso sería más intenso en las áreas Altiplánicas y de valles altos de Potosí y Chuquisaca. (García et al., 2006)

En el caso del departamento de Cochabamba se percibe un fuerte incremento en sus temperaturas las que combinadas con sus tendencias suaves pero persistentes al descenso de la precipitación podría provocar severos conflictos por falta de agua. (García et al., 2006)

El Altiplano central aparenta proyectar un moderado incremento tanto en sus temperaturas máximas como mínimas el que si se combinan con descenso de precipitación podría resultar en déficit aun más intensos que los que existen al presente como características de la zona. (García et al., 2006).

En las zonas analizadas de Tarija y Santa Cruz no muestran efectos significativos de incremento de temperaturas ni variaciones en su precipitación (aunque ellos existen), lo que sin embargo podría cambiar el futuro.

#### **2.4. La variabilidad del clima un problema para los agricultores de hoy.**

De acuerdo a la FAO (2001), la variabilidad natural de las lluvias, la temperatura y de otras condiciones del clima es el principal factor que explica la variabilidad de la producción agrícola, lo que a su vez constituye uno de los factores principales de la seguridad alimentaria. Algunas zonas del mundo son particularmente proclives a dicha variabilidad.

INFOAGRO (2005), señala que tanto la variabilidad del clima como sus extremos pueden aumentar a consecuencia del calentamiento del planeta. Pero la agricultura no sólo es víctima del calentamiento del planeta. Actualmente, también es un factor que contribuye a ello y en el futuro podría participar considerablemente en la reducción del cambio atmosférico de la tierra. Cerca del 25 por ciento de las emisiones de Dióxido de Carbono proceden del cambio de la explotación agraria (sobre todo de la deforestación en las zonas tropicales) y la

utilización de fertilizantes es uno de los orígenes principales de los óxidos nitrosos producidos por el hombre.

## **2.5. El cultivo de haba.**

### **2.5.1. Antecedentes del cultivo de haba.**

Según el MACA (2005), en Bolivia, el haba (*Vicia faba* L.) constituye una de las fuentes principales de alimentación de la población andina rural, indispensable como fuente de proteína (23 -24% producto seco); razón por la cual frecuentemente se la denomina como la carne de los pobres. Debido a su rusticidad, se constituye en uno de los cultivos mejor adaptados al altiplano y cabeceras de valles, sobre todo a regiones naturalmente húmedas o con riego, como parte de la rotación tradicional.

Las alturas de la región andina son los únicos lugares de Bolivia donde es posible producir haba de grano grande conocida como habilla, la misma que satisface las exigencias de calidad del mercado (MACA, 2005).

Se distinguen en general dos grupos de variedades: aquellas adaptadas a los valles templados destinadas al consumo en fresco, y las variedades de zonas altas destinadas para grano fresco y/o seco. Las habillas son variedades de grano grande y las más conocidas son la gigante de *Copacabana*, *Unsayo Original*, *Waca Jabasa* y *haba Grande*. Sus granos pesan por encima 1,8 gramos y alcanzan la madurez en grano seco entre los 6 a 8 meses después de la siembra; las plantas alcanzan entre 1,5 a 2 metros de altura, formando abundante follaje con 6 a 10 ramas por planta. Las habillas rinden entre 1 a 2,5 tm/ha (MACA, 2002).

También existen variedades de grano mediano, en este grupo están las variedades denominadas como Chaleco, Chaupi haba, haba blanca, y la viuda. Sus granos pesan entre 1,2 a 1,8 gramos y maduran a los 5 a 6 meses después de la siembra. Las plantas alcanzan alturas entre 1 a 2 m, formando de 4 a 6 ramas principales. Son cultivadas por la mayoría de los agricultores porque se cosechan tanto en vaina como en grano seco. En general alcanzan rendimientos en grano entre 0,8 a 1,5 tm/ha. En Bolivia, se cultiva desde los 2000 m.s.n.m. (valles mesotérmicos) hasta las mesetas alto andinas (3800 msnm) (MACA, 2002).

## **2.5.2. Importancia del cultivo.**

### **2.5.2.1. Nacional.**

El MACA (2005), señala que el cultivo del haba en la zona andina de Bolivia es el más importante entre las leguminosas, esta importancia radica en diversos factores: su rol en los sistemas productivos agrícolas (rotación, abono verde, fijador de nitrógeno y otros), insumos alimenticios en ganado, fuente proteica en la alimentación de la familia productora, fuente de ingresos en su comercialización en mercados de consumo interno (haba verde y seca) y externo (haba seca); por lo tanto es un componente relevante en las estrategias de seguridad alimentaria campesina.

El conjunto de ventajas potenciales y reales de esta leguminosa, ha permitido que en la década de los años 90 se hayan hecho importantes inversiones para investigar el haba (MACA, 2002).

Durante el desarrollo de las actividades en la mencionada década, hubo diferentes grados de coordinación entre los actores comprometidos con el cultivo del haba y en el proceso se definió dividir los esfuerzos, entre lo que significa el haba verde para el consumo y el haba seca para el mercado externo, como consecuencia, se segmentó geográficamente las zonas de producción en lo que se llamó el haba de altura y el haba de los valles, esta división permitió la concentración de esfuerzos de las diversas organizaciones en una u otra zona (MACA, 2002).

El componente de generación de tecnología e investigación, también respondió a la segmentación de las zonas productoras, haciéndose cargo de las investigaciones del haba del valle y del haba de altura. (Rudy, 2000).

### **2.5.2.2. Mundial.**

Según PROINPA (2000), sobre la importancia del cultivo a nivel mundial es la siguiente: Confirma que el mercado internacional del haba se divide en dos grandes grupos: el haba verde y el haba seca, el cual tiene mayor importancia debido a que los volúmenes exportados mundialmente representan entre el 85 a 90% de las exportaciones.

Es importante remarcar que en el periodo de análisis existe una tendencia general a la disminución en las cantidades transadas de haba seca. Así, de 694 mil toneladas exportadas en 1994; en 1998 se llegó a 244 mil toneladas (exportaciones agregadas) (PROINPA, 2000).

Considerando las importaciones agregadas, en el mismo periodo se produce una similar tendencia, de 654 mil toneladas en 1994 a 313 mil toneladas en 1998 (PROINPA, 2000).

Las discrepancias existentes entre importaciones y exportaciones se deben a errores u omisiones en las declaraciones de comercio exterior y a que también muchos países realizan reexportaciones (PROINPA, 2000).

No obstante, se puede evidenciar que durante el lustro de análisis, el comercio internacional de haba seca disminuyó en aproximadamente 50% (PROINPA, 2000).

Mientras que IMACCPH (2000), comenta que el haba seca ha tenido tradicionalmente un mercado importante en los países industrializados y es usada en diferentes aplicaciones para el consumo humano y animal. Las características de cada uno, están en función al mercado específico e incluso del segmento de cada mercado.

En Japón por ejemplo es consumida remojada y mezclada con chocolate u otro dulce.

En España el consumo del haba se orienta hacia dos mercados: el primero es como consumo en bocadillos a manera de mixtura, junto con maní, pistacho, nueces y otras. Sin embargo, los mayores volúmenes se orientan a la alimentación animal. En otros lugares de Europa las habas son usadas especialmente para sopas (IMACCPH, 2000).

### **2.5.3. Origen del cultivo de haba.**

El haba es originaria del Asia Central y región Mediterránea. Es una planta de ciclo anual y de porte recto. Presenta un sistema radicular muy desarrollado, donde se encuentran nódulos que contienen bacterias fijadoras de nitrógeno (MACA, 2002).

Según IICA (2002), menciona que las habas son originarias como cultivo del Oriente próximo, extendiéndose pronto por toda la cuenca mediterránea, casi desde el mismo comienzo de la agricultura. Los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de

grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose a través de la Ruta de la Seda hasta China, e introducido en América, tras el descubrimiento del Nuevo Mundo.

## 2.5.4. Características generales del cultivo.

### 2.5.4.1. Morfología.

IMACCPH (2000) indica que: El haba una especie anual indeterminada de crecimiento erecto y de estructura robusta. Sus principales características son las siguientes:

**Cuadro 2. Características generales del haba**

Nº Elemento	Característica
1.- Raíz	Pivotante, profunda y penetrante, con largas raíces laterales que crecen horizontalmente antes de profundizar
2.- Tallos	De color variable oscilando entre verde y verde rojizo, pueden alcanzar hasta 2 m de altura, son rígidos, robustos, huecos y de sección cuadrangular. Desde el tallo principal se origina un número variable de ramas, las cuales también producen vainas.
3.- Hojas	Generalmente anchas y elípticas, son alternas y están compuestas por dos a seis folíolos que se encuentran sostenidos por un largo pecíolo. Son de color verde.
4.- Flores	Grandes y alargadas, se originan en las axilas de las hojas, son de color blanco ligeramente violáceo, con manchas negras sobre las alas. Se presentan dispuestas en racimos, cada uno de los cuales tiene entre dos y seis flores.
5.- Fruto	Es una vaina grande y alargada que se encuentra en disposición diversa y en número de 1 a 5 por nudo. Miden entre 15 y 25 cm de longitud y entre 1.3 a 1.7 cm de ancho

**Fuente:** IMACCPH, (2000).

Dos a tres días después de la emisión de la raíz primaria se inicia el desarrollo de las raíces laterales. El sistema radical puede penetrar hasta un metro de profundidad.

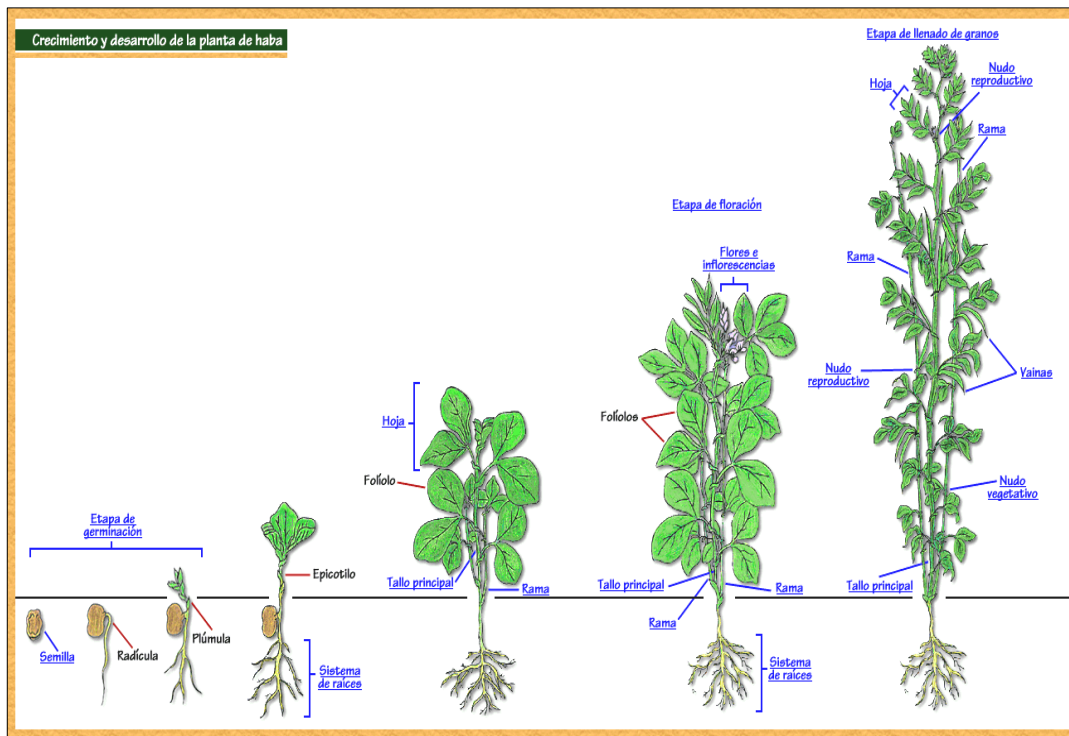
La morfología del cultivo del haba según el IICA (2002), indica que los tallos son de coloración verde, fuertes, angulosos y huecos, ramificados de hasta 1.5 m de altura. Según el ahijamiento de la planta varía el número de tallos. Sus hojas son alternas, compuestas paripinadas, con folíolos anchos ovales y redondeados de color verde y desprovisto de zarcillos.

Las flores son axilares, agrupadas en racimos cortos de 2 a 8 flores, y poseen una mancha grande de color negro o violeta en las alas.

El fruto es una legumbre (vaina) de longitud variable, pudiendo alcanzar hasta más de 30 cm. El número de granos oscila entre 2 y 6.

#### 2.5.4.2. Fases Fenológicas.

Según; Faiguenbaum (1996). La fase fenológica muestra como un cultivo se comporta en diferentes estados de su crecimiento desde el sembrado hasta la cosecha. El seguimiento de la fase fenológica es la siguiente:



Fuente: [www.puc.cl](http://www.puc.cl)

Figura 2. Representación de la fase fonológica del cultivo de haba.

##### a) Etapa de germinación.

La etapa de germinación se inicia con la imbibición de la semilla y continúa luego de unos 30-35 días con la aparición de la radícula.

Posteriormente, aparece la plúmula y simultáneamente se van desarrollando las primeras raíces secundarias a partir de la radícula. La germinación es hipogea, siendo la plúmula la estructura que conduce al primer par de hojas y que emerge sobre el suelo.

Una vez lograda la emergencia, la plúmula da paso al primer par de hojas verdaderas; bajo ellas se ubica el epicotilo, estructura que corresponde a la porción del tallo que se desarrolla entre la semilla y la primera hoja verdadera.

Los cotiledones, en tanto, permanecen bajo el nivel del suelo, a la misma profundidad en que fue sembrada la semilla. La plántula recién emergida tiene una radícula vigorosa y presenta sus dos primeras hojas unidas en posición vertical sin desplegarse (Faiguenbaum, 1996).

#### **b) Sistema de raíces.**

La radícula, desde que inicia su crecimiento, es muy vigorosa, y prontamente luego de ocurrida la emergencia de la plántula emite una gran cantidad de raíces secundarias.

La radícula se va transformando gradualmente en una raíz pivotante, la cual logra profundizar en el suelo en forma relativamente rápida. El sistema radical es en definitiva bastante vigoroso, generándose largas raíces laterales a partir de la raíz pivotante; ésta puede alcanzar hasta 1m de profundidad, pero lo normal es que su crecimiento se produzca en los primeros 50 a 60 cm. del suelo (Faiguenbaum, 1996).

#### **c) Ramas.**

Las ramas basales, que son en general bastante vigorosas, alcanzan un crecimiento que en muchos casos se asemeja al del tallo principal; las ramas basales aportan, en promedio, entre 50 y 70% del total de las vainas producidas por una planta (Faiguenbaum, 1996).

Las plantas pueden además presentan ramas secundarias, las cuales se originan a partir de los nudos vegetativos inferiores de las ramas basales. Entre 70 y 100% de las plantas producen al menos una rama secundaria, siendo común que no produzcan más de tres.

Estas ramas, que son de menor importancia, igualmente alcanzan un crecimiento relativamente importante, el cual se expresa en 10 o más nudos totales por rama.

Las ramas al ir adquiriendo peso, en la medida que ocurre el llenado de granos, se van

apartando del eje central, hasta llegar incluso a quebrarse. Esta situación dificulta, en mayor o menor medida, la labor de cosecha de las vainas. (Rodríguez, 1991).

#### **d) Tallos.**

Los tallos son erectos, robustos, huecos y de sección cuadrangular; pueden alcanzar hasta 2 m de altura, aunque lo normal es que ésta fluctúe entre 0,8 y 1,2 m.

A partir de los nudos basales del tallo principal pueden originarse entre una y hasta cinco ramas por planta; el número promedio depende fundamentalmente de la densidad de población, de la fertilidad del suelo y de la fecha de siembra, pero en general se aproxima a tres. La mayor parte de las ramas comienza su desarrollo tempranamente luego de ocurrida la emergencia, haciéndose visibles cuando el tallo principal presenta aproximadamente tres hojas como promedio. (Faiguenbaum, 1996).

#### **e) Hojas.**

Luego de desplegarse la primera hoja verdadera, el tallo principal se elonga y aparecen dos hojas vestigiales apenas visibles; éstas son alternas y se ubican en los dos primeros nudos por debajo de la primera hoja. Para efectos prácticos, el primer nudo corresponde a aquel en que se presenta la primera hoja verdadera (Faiguenbaum, 1996).

Las hojas son alternas, presentan en su base un par de estípulas de escaso tamaño, generalmente dentadas y están compuestas por dos a seis folíolos ovales. Los folíolos, a su vez, son generalmente alternos, sésiles, de color verde grisáceo y miden entre 5 y 6 cm. de largo. (Faiguenbaum, 1996).

#### **f) Etapa de floración.**

La floración se inicia a partir del primer nudo reproductivo en el tallo principal y se generaliza rápidamente a los primeros nudos de las ramas (Faiguenbaum, 1996).

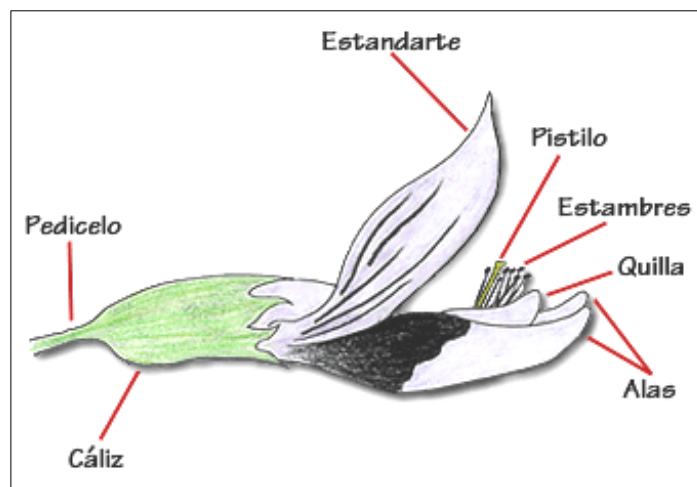


Tanto en el tallo principal como en las ramas, la floración se prolonga por un largo período (60 a 75 días en cultivos sembrados en fechas óptimas), produciéndose racimos florales ordenadamente desde los nudos basales hacia los nudos superiores.

La posición del primer racimo floral en el tallo principal y en las ramas, puede no coincidir con el de la primera vaina. En este sentido, las inflorescencias de los primeros nudos reproductivos tienen menos flores (tres o cuatro por nudo), siendo lo normal, en siembras tempranas en que la floración ocurre con temperaturas aún muy bajas, que no prospere ninguna de ellas. (Faiguenbaum, 1996).

### g) Flores e inflorescencias.

La flor del haba es grande y está conformada por cinco pétalos, que corresponden al estandarte o pétalo posterior, a las alas o pétalos laterales y a la quilla que está formada por los dos pétalos anteriores unidos entre sí. Los pétalos pueden ser totalmente blancos, o presentar manchas, las cuales pueden ser de color púrpura o negro.



Fuente: [www.puc.cl](http://www.puc.cl)

**Figura 3. Representación de la flor del haba.**

Entre 5 y 50% de la polinización ocurre en forma cruzada, pudiendo llegar incluso a valores tan altos como 70%. El porcentaje depende en definitiva del cultivar, de las condiciones climáticas y de la población de insectos polinizadores. De cualquier forma, la polinización cruzada generalmente alcanza entre 30 y 50%. (Faiguenbaum, 1996).

## **h) Vainas.**

Las vainas, que son rectas y carnosas en sus estados iniciales, presentan un interior esponjoso, felpudo y de color blanco; la parte interna de las vainas corresponde al mesocarpio y al endocarpio. En los cultivares de la variedad minor, las vainas, debido a su menor tamaño y peso, se mantienen erectas a través de todo su desarrollo. En los cultivares de la variedad mayor, en tanto, las vainas van inclinándose en la medida que avanza el llenado de sus granos. (Faiguenbaum, 1996).

La longitud de vainas en los cultivares de haba de la variedad *major*, fluctúa aproximadamente entre 12 y 35 cm., con un valor promedio de 22 a 24 cm en el caso de los cultivares del tipo Aguadulce. El ancho de las vainas, para el mismo tipo de cultivares, varía entre 2,0 y 2,5 cm. como promedio (Maidana, 2002).

## **i) Etapa de llenado de granos.**

En haba, a diferencia de otras leguminosas de grano, la elongación de las vainas y el crecimiento de los granos se producen en forma simultánea; los granos inmaduros van incrementando su tamaño hasta alcanzar su madurez óptima para consumo en verde con una humedad de 72 a 74% como promedio (Maidana, 2002).

En ese estado, los granos prácticamente han llenado la cavidad de la vaina. Ocasionalmente, uno o dos granos, al interior de las vainas, abortan o permanecen muy pequeños sin alcanzar un tamaño comercial (Maidana, 2002).

Los granos, una vez que pasan el estado óptimo de madurez para consumo en verde, comienza un rápido descenso en su contenido de humedad, van tomando un color cada vez más opaco y menos verdoso. El hilum, por su parte, pierde gradualmente su color verde, adquiriendo un color beige; éste se va convirtiendo en un color café cada vez más oscuro, hasta transformarse definitivamente en negro (Caceres ,2000).

### **2.5.4.3. Taxonomía.**

IMACCPH (2000), clasifica el haba de la siguiente forma:

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoidea

Tribu: Viciaeae

Género: *Vicia*

Especie: *Faba*

Nombre científico: *Vicia faba* L.

### 2.5.5. Valor Nutritivo del haba.

En el siguiente cuadro se muestra la composición nutritiva en base a grano seco.

**Cuadro 3. Composición nutritiva (en materia seca) del grano de haba**

Composición nutritiva (en materia seca) del grano de haba				
Especie	Proteína %	Grasas %	Ceniza %	Humedad %
Haba	27.7	1.0	3.2	11.5

Fuente: MACA (2002).

El grano de haba contiene una importante cantidad de aminoácidos esenciales, como cistina, metionina, lisina, leucina, triptófano, entre otros, los que son importantes para la alimentación humana. El siguiente cuadro nos señala las cantidades de estos aminoácidos.

**Cuadro 4. Aminoácidos presentes en el fruto de haba**

Nombre	Aminoácidos esenciales	Patrón ideal g/100 g proteína
Cistina	0.8	3.5
Metionina	0.7	3.5
Lisina	6.5	5.5
Isoleucina	4.0	4.0
Leucina	7.1	7.0
Fenilalanina	4.3	6.0
Tirosina	3.2	6.0
Treonina	3.4	4.0
Triptófano	-	1.0
Valina	4.4	5.0

Fuente: MAGDER-UPA

El haba se consume como legumbre verde, en sopas guisos etc. Mientras que el grano seco cocinados o tostados y en harinas. (MACA, 2002).

### **2.5.6. Producción Nacional del cultivo del haba.**

Según PROINPA (2001) las zonas de producción de haba seca fueron diferenciadas desde varios enfoques; se clasificó de acuerdo a niveles de importancia a distintas provincias. Así, las provincias Murillo, Meñecas y Camacho fueron clasificadas como prioritarias; segundo lugar se encontraban las provincias Omasuyos, Los Andes e Ingavi; finalmente, las provincias Aroma y Cercado.

Sin embargo, Henson, (1995). Indica que los exportadores especializados en el comercio de calibres grandes, consideran como la principal zona de producción a la provincia Manco Kapac; e incluye a las provincias Omasuyos, Camacho, Ingavi y Los Andes en sus áreas circunlacustres (a orillas y/o cerca del Lago Titicaca). Actualmente, de acuerdo al comportamiento del mercado, se puede indicar que toda la zona circunlacustre de Bolivia y Perú posee ventajas comparativas en la producción de haba seca de calibres grandes. Solo se indica a las familias campesinas de la Isla del Sol y de la zona circunlacustre.

### **2.5.7. Rendimientos y calidad del cultivo de haba**

No se han encontrado datos sobre los rendimientos específicos en la zona circunlacustre al Lago Titicaca (nivel del agricultor). Existen datos globales de 1.3 tn/ha para el departamento de La Paz (CID, 1996) y de 2.9 tn/ha del cultivar Usnayo, a través de la tecnología de los Suka kollus. Estos datos no reflejan la realidad de las zonas identificadas, pues por un lado son bastante generales y por el otro, son fruto de trabajos de investigación. La calidad de la producción se encuentra íntimamente ligada a la proporción de granos de calibres grandes que existe en el proceso productivo, esta variable determina las ventajas comparativas que puede tener una determinada zona de producción.

Cardona, (2000). Indica que en la producción de la zona de Copacabana existe un gran porcentaje de calibres extra y primera (aproximadamente el 70 por ciento) lo cual nos indica que dicha zona representa como la más propicia para la producción de granos de calibres grandes.

La proporción de haba seca de calibres grandes (extra y primera) puede deberse a características varietales y también a la capacitación informal o inducción de las empresas

exportadoras; pues existen indicios de que los agricultores de la Isla del Sol y algunos de la provincia Manco Kapac, actualmente no efectúan cosechas de vaina verde, dejando casi el 100 por ciento de la producción hasta su maduración (Cardona, 2000).

Otra variable de calidad que posee el haba seca de la Isla del Sol es su textura, la cual se caracteriza por ser más suave que el haba proveniente de Potosí.

Según PROINPA/PADER (2001), las superficies cultivadas con haba muestran que Perú tiene las superficies más extensas de América del Sur, llegando en 1999 a cerca de 35 mil hectáreas; mientras que Bolivia en el mismo año alcanzó aproximadamente 28 mil hectáreas con una producción total de haba fresca y seca de 44.657 toneladas de las cuales 630,5 fueron exportadas a diferentes países del mundo. Para el año 2000 se observó un ligero incremento en la superficie cultivada y la producción pero los totales exportados decrecieron en aproximadamente en 70 toneladas. Como se indicó anteriormente, en Bolivia, respecto a la zona de cultivo y su finalidad, se distinguen dos grupos de variedades de haba. Los ecotipos de grano grande correspondientes a la variedad botánica *Vicia faba var. major*, denominados "habilla" son cultivados principalmente en el altiplano, entre 2900 a 4000 msnm, y destinados a la producción de vaina fresca y grano seco para su almacenamiento y posterior consumo o para la exportación. El otro grupo está integrado por variedades de grano mediano que generalmente se producen en los valles interandinos (entre los 2000 y 2800 msnm) y pertenecen a la variedad *Vicia faba var. equina*. Esta variedad, por lo general, es destinada al consumo en fresco.

El consumo de éste grano en la alimentación humana, es principalmente en estado verde y en menor cantidad en estado seco, es un acompañante de casi todas las comidas que se preparan en el área andina del país. El consumo del haba en las familias campesinas es muy alto, las consumen en forma de habas secas hervidas y luego tostadas, también se consume como mote y tostado. Paralelamente el follaje del cultivo de haba, tiene importancia como un suplemento en la alimentación de su ganado; además tiene una positiva incidencia como abono verde en sus parcelas dentro de su sistema productivo. Parte de su producción es destinada como semilla para la próxima siembra (Crespo, 1996).

### **2.5.8. Fechas de siembra del cultivo de haba**

Las épocas de siembra son variadas, así en las zonas de los valles sobre todo en el departamento de Cochabamba la siembra se realiza a partir del mes de junio para conseguir haba verde y agosto para haba seca. En tanto que, en el altiplano, la mejor época de siembra, para obtener grano seco, se lleva a cabo en septiembre. Por otro lado, la siembra en esta zona debe ser temprana, ya que el ciclo de haba en el altiplano se alarga más que en las zonas templadas. Al no considerar esta situación, los productores están siempre proclives a correr un alto riesgo de perder la producción por los fríos invernales al final de la cosecha (IMACCPH, 2000).

En la comunidad de Copacati Alto de la localidad de Copacabana, lugar donde se llevo a cabo el experimento, se acostumbra a realizar la siembra del cultivo de haba a mediados del mes de septiembre.

### **2.5.9. Producción Mundial para el cultivo de haba**

Durante la segunda mitad de la década de los noventa, la superficie destinada al cultivo mundial de haba verde se ubicó, en promedio anual, en 188 mil hectáreas, con una tasa de crecimiento de 11.4% entre 1995 y el año 2000. Según las estadísticas dadas a conocer por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO por sus siglas en inglés, la producción mundial de haba verde, entre 1995 y 2000, se ubicó en promedio anual, en cerca de las 992 mil toneladas, con una tasa de crecimiento negativa de 6% entre ambos años. Según los reportes de la FAO (1997), los rendimientos promedio anuales se ubicaron en 5.3 toneladas por hectárea, con una tendencia negativa en la segunda mitad de la década de los noventa, siendo esta caída de 15.6% entre 1995 y 2000.

De las estadísticas de la FAO (1997) se puede observar que los principales países productores son, por orden de importancia: Argelia, China, Marruecos, Irak e Italia, que en conjunto aportan cerca del 49% a la producción mundial. Argelia, al igual que China, presenta un crecimiento en su producción, sin embargo, el caso argelino observó una tasa mayor, al ubicarse en 8.6%, entre 1995 y 2000.

El caso argelino llama más la atención dado que la superficie cultivada supera las 20 mil hectáreas en promedio al año; sin embargo, los niveles de productividad son uno de los más bajos de los países analizados, con rendimientos de 5.5 toneladas por hectárea, menos de la mitad de Marruecos y un poco más de la mitad de China. Este país sufrió una reducción en la superficie cultivada, entre 1995 y 2000, de 3.75%, mientras que los rendimientos aumentaron en 12.7%, en el mismo lapso. Con cerca del 10% de la producción mundial de haba verde, China ha registrado variaciones en este producto en los últimos años, motivado en gran medida por las fluctuaciones en la productividad (PROINPA/PADER, 2001).

El mejor resultado productivo de estos cinco países se registró en Marruecos, que presentó un alza de 58.5% entre los años de 1995 y 2000. La mayor superficie destinada al cultivo, así como el incremento en los rendimientos ha sido el resultado de mayores niveles de producción alcanzados en este país africano. Para el año 2000, el área cultivada con haba verde se ubicó en cerca de 11 mil hectáreas, 39% mayor a la de 1995, mientras que los rendimientos aumentaron en 14%, en el mismo lapso, llevándolos a cerca de las 11 toneladas por hectárea, el mayor nivel de los países analizados aquí (PROINPA/PADER, 2001).

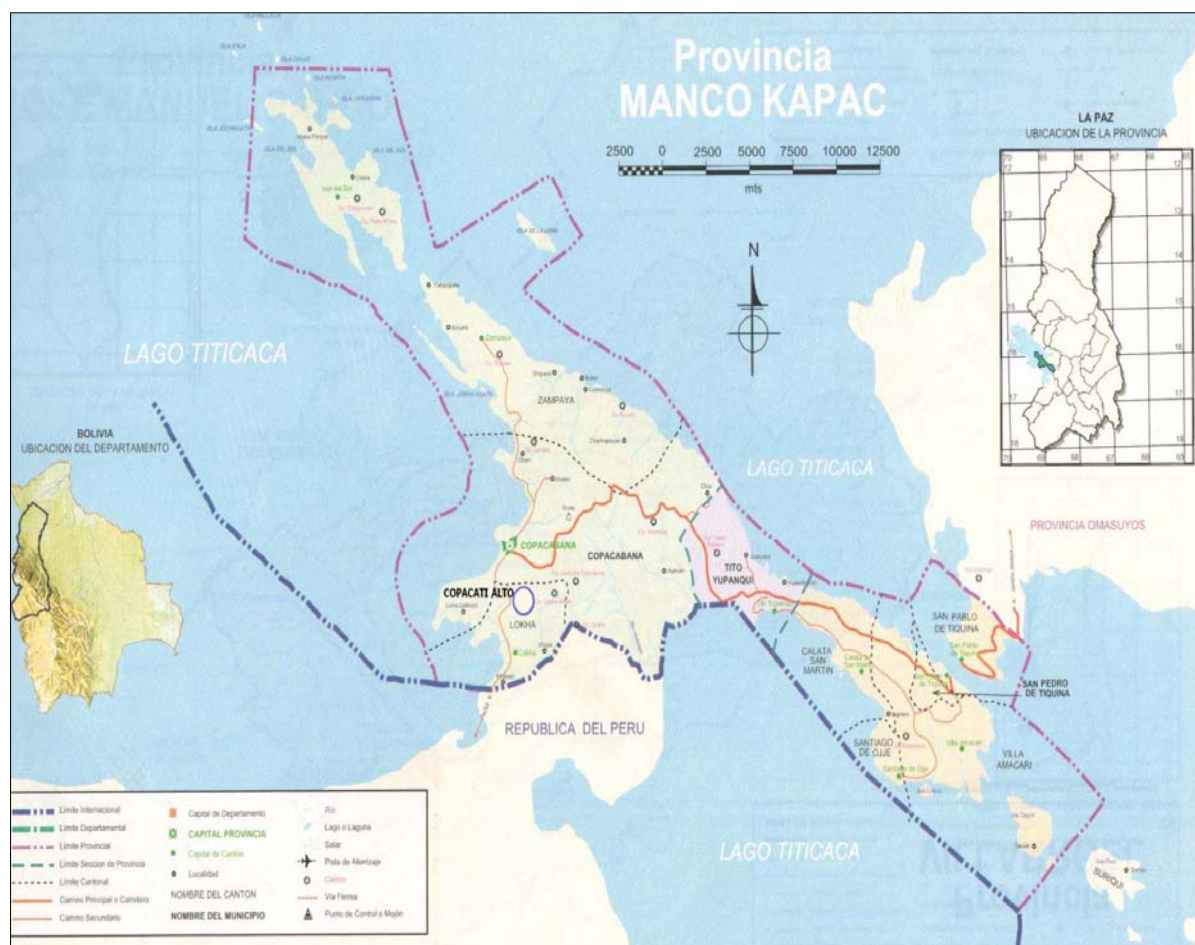
La producción mundial de haba seca se ubicó, entre 1995 y 2000, en 3.36 millones de toneladas en promedio anual, con una tasa de crecimiento negativa del 5.6% entre ambos años. Dentro de este concepto destacan China, como ya se vio, Egipto, Etiopía, Australia y Marruecos como los principales productores, concentrando cerca del 80% de la producción mundial. De los cinco países analizados aquí solamente Marruecos y Australia son los que presentaron un comportamiento positivo en su producción, destacando el primero con un alza de 1.7 veces en su producción, mientras que en el caso de Australia su producción creció en 58 por ciento (PROINPA/PADER, 2001).

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Ubicación Geográfica.

El presente estudio se realizó en la comunidad Copacati Alto, Cantón Lokha provincia, Manco Kapac del municipio de Copacabana a 170 km. del departamento de La Paz (INE y MDSP, 1999).

Geográficamente esta situada entre los 16°12' de latitud sur y a los 69°05' de longitud oeste y a una altura de 4000 m.s.n.m. (SENAMHI, 2002).



Fuente: INE – MDSP, 1999.

Figura 4. Ubicación geográfica de la comunidad Copacati Alto, en la provincia Manco Kapac



### **3.2. Características ecológicas.**

El altiplano de Norte a Sur cambia en función de la sequedad, el lago, laguna y salar, tiene un área de 136.229 Km<sup>2</sup> o sea el 12% del territorio nacional y abarca gran parte del departamento de La Paz, Oruro y Potosí (Ribstein y Francou, 1995).

De acuerdo con Montes de Oca (1997), el área de estudio corresponde a la Región Ecológica del Altiplano y eco región Altiplano semi húmedo, caracterizada por ser una gran planicie – derivada de sedimentos depositados en los lagos pleistocénicos- situada entre las cordilleras, con alargadas serranías inter altiplánicas que forman en su conjunto una cuenca endorreica donde sobresalen los lagos Titicaca y Poopó.

La principal actividad agropecuaria del lugar esta concentrada en los cultivos de haba, papa, oca, amaranto, tarwi, cañahua y papalisa y la crianza de ganado porcino, ovino y bovino en menor escala, debido al minifundio de la zona. (Montes de Oca, 1997).

De acuerdo a INFOAGR (2005), el haba es una especie anual adaptada muy bien a los climas de regiones frías, templadas y semitempladas con pluviosidad elevada. Intentos por producir en zonas tropicales no han tenido buen resultado debido a que las altas temperaturas y humedad relativa excesiva no favorecen la formación de los granos.

#### **3.2.1. Características climáticas.**

Las condiciones de humedad disminuyen drásticamente de norte a sur de 8 meses húmedos (lago Titicaca) hasta 2 o 4 meses húmedos en el lago Poopó, las irregularidades de las lluvias y de las temperaturas de congelamiento, aun alrededor del lago Titicaca, se dice que son las culpables de la pérdida casi total de las cosechas en un promedio de una cada cinco años, llueve mas en el llano que en altiplano porque: la zona altiplánica está abrigada de los vientos húmedos por la cordillera Oriental , y la capacidad higrométrica del aire frío es menor a la del aire caliente (Montes de Oca, 1997).

Según Ribstein y Francou (1995), el área circundante en el cual estaría incluido la provincia Manco Kapac, aproximadamente hasta los 4200 msnm. Queda incluida dentro del tipo climático lluvioso y frío, con otoño, invierno y primavera secos. Las precipitaciones totales anuales están entre 700 y 1000 mm. Durante los meses de abril a noviembre, la evapotranspiración potencial (ETP) supera a la precipitación, razón por la cual, otoño,

invierno y primavera son secos. Los promedios de temperatura anual varían de 8 °C en las cercanías del Lago Titicaca, hasta los límites superiores con valores próximos a 6 °C.

El sector de Copacabana presenta un clima frío todo el año con temperatura media anual de 9.6 °C, temperatura máxima media anual 14.5 °C, temperatura mínima media anual 4.5 °C, la precipitación pluvial anual de 871 mm, la humedad relativa media anual de 58%, en los meses lluviosos es de 90-95 % y un mínimo en agosto con 48 % (Vidal, 1989).

Desde el punto de vista climatológico, la región tiene una estación húmeda (noviembre a marzo) otra seca (junio a agosto) y dos periodos de transición entre ambas (septiembre, octubre y abril, mayo) (Ribstein y Francou, 1995).

En la región andina, el comportamiento de los vientos dominantes de altura es la siguiente: en verano soplan de sur a este. La entrada del otoño es marcada por un cambio brusco de dirección: el viento sopla de norte a este, en invierno el viento sopla desde el oeste, mientras que en primavera el viento toma un componente noroeste (Ribstein y Francou, 1995).

### **3.2.2. Características fisiográficas.**

Según Montes de Oca (1997), en el área de estudio existen dos paisajes:

- Las serranías que están caracterizadas por su topografía abrupta con pendientes muy empinadas.
- Valles que mayormente son estrechos en forma de "v" y ríos generalmente intermitentes, donde se han podido formar terrazas aluviales de importancia en la agricultura.

Estos ríos que dieron lugar a la formación de la mayoría de los valles, lograron su perfil de equilibrio y fluyen formando meandros. Todo el sistema de drenaje fluye hacia el Lago Titicaca que en este caso constituye el nivel de base local, presentan numerosos microclimas rocosos; la planicie, presenta una topografía suavemente ondulada con valles y cauces de ríos pocos profundos, aquí se han desarrollado depósitos morreónicos y abanicos aluviales extensos.

### 3.2.3. Características del suelo.

Los suelos son en general poco desarrollados y carentes de horizontes orgánicos, son frecuentes los procesos erosivos laminares y por cárcavas con permeabilidad que varían de moderado a muy poco permeables en todo el perfil, químicamente son suelos débilmente lixiviados con una saturación en bases que varían de alto a muy alto, con una reacción del suelo desde neutro a fuertemente alcalino, el fósforo esta ausente en casi todos los suelos y el potasio se encuentra en cantidades moderadas. Los elementos secundarios tales como calcio, magnesio y sodio se encuentran en cantidades moderadas y altas, lo que explica la naturaleza alcalina de estos suelos. (Montes de Oca, 1997).

### 3.2.4. Características agrícolas.

La vegetación predominante en la zona la constituye en: Alimenticias, medicinales, para leña y combustibles, forestales, arbustos y forrajeras.

**Cuadro 5. Nombre común y científico de la vegetación predominante en la Localidad de Copacabana.**

Nombre Común y científico	Nombre común y científico
<p><i>Alimenticias.</i>  Papa (<i>Solanum tuberosum</i> spp)  Haba (<i>Vicia faba</i>)  Maíz (<i>Zea mays</i>)  Tarwui (<i>Lupinus mutabilis</i>)  Oca (<i>Oxalis tuberosum</i>)  Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)  Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)  Avena (<i>Avena sativa</i>)</p> <p><b>Medicinales:</b>  Chilca (<i>Baccharis látifolia</i>)  Qhanapaqu (<i>Sonchus oleraceus</i>)  Koa (<i>Satureia boliviana</i>)</p> <p><b>Plantas para leña y combustibles:</b>  Thola (<i>Parastrephya cuadrangulare</i>)  Keñua (<i>Polylepis</i> spp.)  Totora (<i>Schenophlectus riparius</i>)</p>	<p><b>Forestales:</b>  Kishuara (<i>Buddleia coriacea</i>)  Keñua (<i>Polylepis</i> spp.)  Eucalipto (<i>Eucaliptus globulus</i>)  Cipres (<i>Cupresus macrocarpa</i>)  Pino (<i>Pinus</i> sp.)</p> <p><b>Arbustos:</b>  Mostaza (<i>Brasica campestris</i>)  Khora (<i>Tarassa capitata</i>)  Achicoria (<i>Taraxacum officinalis</i>)</p> <p><b>Forrajeras:</b>  Ichu (<i>Stipa ichu</i>)  Paja Brava (<i>Festuca orthophylla</i>)  Thola (<i>Parastrephya cuadrangulare</i>)  Reloj reloj (<i>Erodium cicutarium</i>)  Cebadilla (<i>Bromas lenatus</i>)  Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)  Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>)  Pasto ovillo (<i>Dactylus glomerati</i>)  Festucas (<i>Festuca arundinacea</i>)  Fleo (<i>Phleum pratense</i>)</p>

Fuente: Montes de Oca, 1997

Entre los cultivos principales y para la comercialización y autoconsumo están: la papa (*Solanun tuberosum*), haba (*Vicia faba*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), oca (*Oxalis tuberosum*), etc. (Montes de Oca, 1997).

### 3.2.5. Producción pecuaria.

La crianza de animales en esta zona se ve predominada por el ganado bovino; con la finalidad de producción de leche en menor proporción se observó la crianza del ganado ovino, aves de corral y cuyes en cantidades menores para autoconsumo (Vidal, 1989).

**Cuadro 6. Nombre común y científico de la crianza de animales predominante en la Localidad de Copacabana.**

Nombre común y científico
<i>Crianza de animales:</i>
Bovinos (Vaca) <i>Bos taurus</i>
Ovinos(Oveja) <i>Ovies aries</i>
Porcinos (Cerdo) <i>Sus domesticus</i>
Caballo ( <i>Equus caballus</i> L.)
Asno ( <i>Equus asinus</i> L.)
Mulas ( <i>E. Caballus x E. asnus</i> )
Camélidos (Llama) <i>Lama glama</i>
Camélidos(Alpaca) <i>Lama pacos</i>
Conejo castilla ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> )
Cuis ( <i>Cavia porcellus</i> )
Aves de corral (Gallina) <i>Gallus domésticus</i>
Carache ( <i>Orestias sp.</i> )
Suiche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> )
Tucha arco iriris ( <i>Salmo irideus</i> Gibbons)

**Fuente:** Montes de Oca, 1997

### 3.2.6. Características socioculturales y económicas.

Según MAGDER (2000).El núcleo de la organización campesina es la familia, con un número promedio de cinco miembros. Quienes debido al carácter estacionario, de las labores agrícolas migran temporalmente hacia las poblaciones de los centros urbanos como La paz y ciudades del interior.

Las organizaciones campesinas más representativas son las siguientes: Comunales, que son las que defienden los intereses comunitarios; El sindicato agrario cuya responsabilidad

esta orientada a tareas específicas como el resguardo y administración de Recursos Naturales. Junta escolar que aglutina a los padres de familia en torno a la unidad educativa.

La organización campesina, conserva sus costumbres milenarias: como la reciprocidad expresada en ayni, minka, sataka y waqui.

Entre otras actividades habituales de la comunidad, está el comercio, artesanía y construcción (jornaleros) en las ciudades principalmente en periodos en el que la actividad agrícola y ganadera es liviana, sin embargo estas labores son consideradas secundarias.

La incidencia de pobreza es de aproximadamente 92.33 % (INE MDSP, 1999), no todas las comunidades tienen escuelas y si hay solo es para primaria los de secundaria se trasladan al pueblo de Copacabana distante a 5 - 8 km. aprox., las viviendas son de construcción precaria, el acceso a las comunidades es por vía carretera y por camino de tierra.

El idioma primario es el aymará y tiene un predominio total en reuniones internas, aunque el 70% de la población entiende y habla el español, principalmente en la relación fuera de la familia.

### **3.3. Materiales.**

#### **3.3.1. Material Vegetal.**

El material genético que se empleo en este estudio fue cuatro ecotipos de haba, los cuales serán representados por la letra H seguido de un numeral para la diferencia de cada ecotipo en estudio.

H1 = Morena    H2 = Usnayo    H3 = Uchuculu    H4 = Gigante copacabana

**a) Morena:** Sus semillas son de tamaño mediano, de forma aplastada y de color café oscuro, el peso promedio de cada una varía entre 1,70 y 2,30 gr. Las vainas, son de tamaño mediano, contienen de dos a tres semillas. Estas no son muy preferidas para la exportación por el color.

**b) Usnayo:** Sus semillas son de tamaño grande de color verde claro, alcanzando un peso promedio por semilla de entre 2,68 y 3,40 gr. Sus vainas relativamente grandes, miden entre

12 y 23 cm. de largo y contienen de tres a cuatro semillas; éstas miden entre 3 y 4 cm. de largo. Estas son más utilizadas para la exportación y para semilla.

**c) Uchuculu:** Sus semillas son de tamaño pequeño, color rojizo con manchas amarillas, de forma elipsoidal y pesan en promedio entre 1,23 y 1,06 gr. cada una. Sus vainas son pequeñas, miden entre 8 y 10 cm. de largo y contienen tres a cuatro semillas.

**d) Gigante Copacabana:** Sus semillas son de tamaño mediano y de color verde claro, de forma aplastada y el peso promedio de cada una varía entre 2,18 y 2,59 gr. Las vainas, son de tamaño grande, presentan una dehiscencia moderada y contienen de dos a tres semillas. Estas son más usadas para el consumo verde.

### **3.3.2. Material de campo.**

Tractor agrícola, Chaquitajlla, picota, rastrillos, palas, chontillas, cinta métrica, tablero de campo, estacas para demarcación, cordel, cámara fotográfica, balanzas, romanilla, psicómetro, anemómetro, pluviómetro, termómetro, equipo TDR. (Tiempo dominio reflectometría) venesta, puntal, pintura, clavo.

### **3.3.3. Material de gabinete.**

Cuadernillo de apuntes, calculadora, lápices, bolígrafos, ordenador, hojas bond, impresora escáner.

## **3.4. Metodología.**

### **3.4.1. Diseño Experimental.**

Se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones, donde se evaluó épocas de siembra y ecotipos de haba, las parcelas principales fueron constituidas por tres épocas de siembra y las sub parcelas por cuatro ecotipos de haba. Los promedios y los resultados fueron comparados por la prueba de DMS a un nivel de probabilidad del 5%.

### 3.4.2. Parcelas demostrativas familiares.

Paralelo al presente experimento científico, que fue parte del Proyecto “Épocas de siembra y variedades de papa nativa y ecotipos de haba como opciones de adaptación al Cambio Climático en la provincia Manco Kapac La Paz” IPQ/LP/01023 (Anexo2), fueron participes 20 familias de agricultores, quienes implementaron parcelas demostrativas familiares, donde seis de ellos realizaron siembras en la primera época “E1” (siembra adelantada), ocho en la segunda época “E2” (siembra acostumbrada) y seis en la tercera época “E3” (siembra tardía), para posteriormente evaluar el comportamiento del cultivo y evaluar los rendimientos.

Previo consenso entre todos los agricultores beneficiarios del Proyecto IPQ/LP/01023, se decidió utilizar el ecotipo Usnayo por las características relacionadas al color, el tamaño y la importancia comercial (Anexo2).

### 3.4.3. Factores en estudio para las parcelas experimentales.

Factor A: Épocas de siembra (parcela principal), con frecuencia de 28 a 30 días entre épocas.

Época 1 = 22 de Agosto (Siembra adelantada)

Época 2 = 19 de Septiembre (Siembra acostumbrada)

Época 3 = 19 de Octubre (Siembra tardía)

Factor B: Ecotipos de haba (sub parcela)

H1= Morena

H2= Usnayo

H3= Uchuculu

H4= Gigante Copacabana

Obteniéndose: 12 tratamientos x 3 repeticiones = 36 U.E. (Unidades Experimentales)
--

### 3.4.4. Modelo estadístico.

Se utilizó el siguiente modelo lineal aditivo para el análisis estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + V_i + E_{ik} + E_j + EV_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación cualquiera.

$\mu$  = Media general.

B<sub>k</sub> = Efecto del k-ésimo bloque.

V<sub>i</sub> = Efecto del i-ésimo nivel de épocas de siembra.

E.<sub>ik</sub> = Error de parcela principal.

E<sub>j</sub> = Efecto del j-ésimo nivel de ecotipos de haba.

E<sub>Vij</sub> = Efecto de interacción de épocas de siembra por ecotipos de haba.

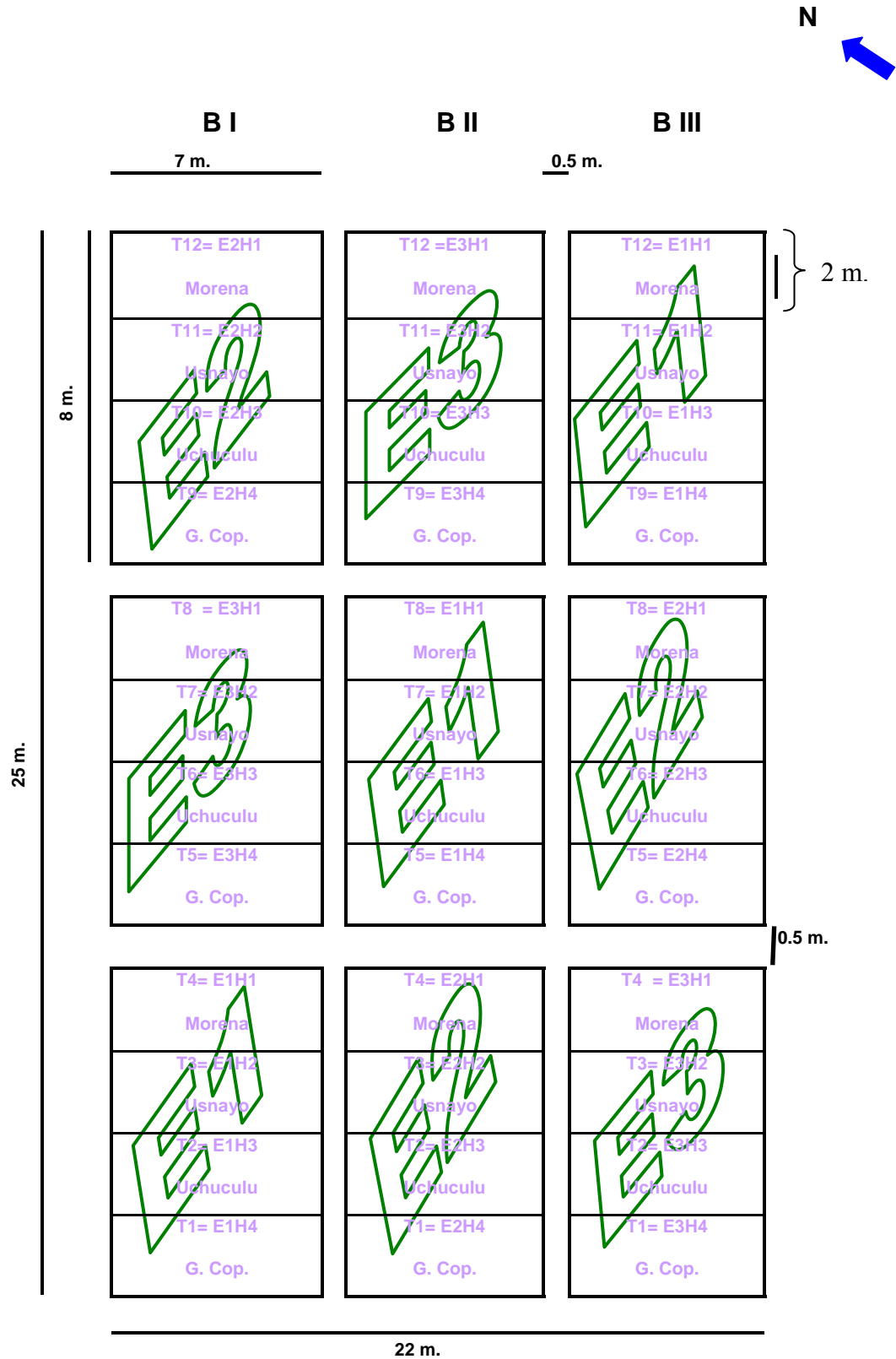
E.<sub>ijk</sub> = Error experimental.

### 3.4.5. Características del experimento en campo.

- Ancho total del bloque con pasillos: 22 m.
- Longitud del bloque con pasillos: 25 m.
- **Superficie total del bloque con pasillos: (22 x 25) = 550 m<sup>2</sup>**
- Ancho del pasillo entre bloques: 1.0 m.
- Número de bloques o repeticiones: 3
- Número de parcelas por bloque: 3
- Número de surcos por unidad experimental o sub. parcela: 3
- Distancia entre las plantas: 0.40 m.
- Distancia entre los surcos: 0.60 m.
- Número de surcos evaluados en el área neta: 2
- Número de plantas evaluadas en el área neta: 10
- **Superficie neta evaluada más pasillos 174 m<sup>2</sup>**
- **Superficie neta evaluada = 43.2 m<sup>2</sup>**



3.4.6. Croquis del experimento.



### **3.5. Manejo agronómico.**

#### **3.5.1. Preparación del terreno.**

La preparación del terreno, se realizó conjuntamente con los beneficiarios de la comunidad, utilizando un tractor agrícola dos meses antes del establecimiento del ensayo, posteriormente se efectuó la limpieza general de piedras y malezas, todo este procedimiento se lo realizó sabiendo que la planta posee una potente raíz pivotante, por lo tanto la preparación del terreno tubo que ser de 25 a 40 cm. de profundidad, aprovechando para la incorporación del abonado de fondo.

Posteriormente se procedió a la demarcación de los bloques tanto en las parcelas experimentales y demostrativas, unos días antes de la siembra.

La preparación del terreno en las parcelas demostrativas familiares, se realizó con tractor agrícola en áreas con poca pendiente y en áreas con demasiada pendiente se la realizó con la ayuda de yunta o arado.

#### **3.5.2. Siembra**

La época de siembra está ligada al clima y se realiza normalmente en el lugar en el mes de septiembre, pero con la implementación de la investigación las fechas de siembra fueron:

- 1º época 22 de Agosto (Siembra adelantada)
- 2º época 19 de Septiembre (Siembra acostumbrada)
- 3º época 19 de Octubre (Siembra tardía)

Con mas o menos de 28 a 30 días de frecuencia entre épocas de siembra.

La siembra se realizó con la ayuda de todos los comunarios, tanto para las parcelas demostrativas familiares como para las parcelas experimentales, en las tres épocas la siembra fue a golpe, se dispuso en columnas, a una distancia entre líneas de 60 a 70 cm. y 40 a 50 cm. entre plantas. En las parcelas experimentales se utilizaron los ecotipos Morena Usnayo, Uchuculu, Gigante Copacabana. (Anexo 3)

### **3.5.3. Abonado.**

Además del aporte nitrogenado realizado por la bacteria simbiótica *Rhizobium leguminosarum*, vimos que es necesario un aporte de nitrógeno adicional para la primeras fases del cultivo, por lo tanto la relación de abono que se introdujo al suelo fue de 20 toneladas de estiércol descompuesto de bovino por hectárea. (Anexo 4)

### **3.5.4. Labores culturales.**

#### **3.5.4.1. Aporques.**

Los aporques se realizaron en dos tiempos, la primera cuando la planta presento una altura de más o menos 30 a 50 cm. la segunda cuando estaba entre los 70 a 80 cm. de altura. Los aporques son muy importantes en el desarrollo de la planta, puesto que permite que la planta tenga un anclaje fuerte y se pueda evitar el acame en la etapa de envainado.

#### **3.5.4.2. Malezas.**

El cultivo de haba durante su desarrollo requiere carpidas frecuentes en función a la presencia de malezas y con propósito de evitar competencia por nutrientes, humedad y luz, tal actividad se lo realizo manualmente con chuntillas, en las etapas de germinación y crecimiento y según lo que fue necesario.

#### **3.5.4.3. Plagas y enfermedades.**

La incidencia y daño ocasionado por la presencia de plagas y enfermedades es una de las limitantes más importantes en aumento de productividad, que varía de acuerdo a la época y estado del cultivo.

Las plagas más importantes que se encontraron en el lugar fueron gusano cortador (*Agrotis ipsilon*), pulgón verde (*Myzus persicae*), pulgón negro (*Aphis fabae*).

Entre las principales enfermedades, se tiene la mancha de chocolate causada por el hongo *Botrytis fabae*, (Anexo 5). y se controló utilizando el Caldo de Bordalés al 5 % (Anexo 6).

Para el control de las plagas se aplicó cuidadosamente sobre el follaje del cultivo de haba extractos de locoto, cebolla y ajo, diluidos en agua, recomendadas para un Manejo Integrado de Plagas (pulgones, ácaros y cochinillas).

#### **3.5.4.4. Cosecha.**

Se procedió a la cosecha en fechas diferentes con relación a la siembra, antes revisando la maduración fisiológica de las vainas, la cosecha se la realizó manualmente con las herramientas indicadas anteriormente, se prosiguió al pesado de las vainas por planta, posteriormente se las hizo secar para luego hacer el peso correspondiente en seco, todo esto se lo realizó con la ayuda de toda la comunidad y con mucho cuidado de no mezclar los tratamientos, para las parcelas demostrativas familiares se procedió al kalchado correspondiente. (Anexo7)

La cosecha o recolección en grano seco se efectuó cuando las vainas se tornaron de un color negro, posteriormente se procede a pisado y venteado, para finalmente ser pesado.

### **3.6. Variables de Respuesta**

#### **b) Climáticas**

- Precipitación Pluvial (mm)
- Humedad Relativa (%)
- Temperatura Media Ambiental °C
- Temperaturas Máximas (°C)
- Temperaturas Mínimas (°C)

#### **c) Del suelo**

- Humedad de Suelo (%)

#### **a) Del cultivo**

- Porcentaje de emergencia a los 30 días.
- Numero de tallos por planta.
- Cobertura foliar (%).
- Días a la floración (%).
- Altura a la cosecha (m).
- Numero de vainas por planta.
- Peso de vainas por planta (Kg. ha<sup>-1</sup>)
- Peso de grano seco por planta (Kg. ha<sup>-1</sup>)
- Rendimiento agronómico en vaina (Kg. ha<sup>-1</sup>).
- Rendimiento agronómico grano seco (Kg. ha<sup>-1</sup>).

### **3.6.1. Datos meteorológicos**

Las variables climáticas (Precipitación Pluvial, Humedad Relativa Temperaturas Medio Ambiente, Máximas, Mínimas) fueron registradas cada día durante todo el ciclo agrícola (2005-2006), con la ayuda de una estación meteorológica Devis Weather Wizard III que se instaló en el lugar de estudio (comunidad Copacati Alto), para posteriormente ser comparadas con los datos registrados durante el periodo de 1973-2004 por la estación meteorológica del SENAMHI, datos que en promedio indican el comportamiento normal del clima en la localidad de Copacabana.

### **3.6.2. Humedad del suelo en %.**

Para la evaluación de esta variable se utilizó el TDR (tiempo dominio reflectometría) donde se realizaron perforaciones en diferentes puntos de la parcela en estudio, y se introdujeron los tubos de acceso, la instalación de los tubos se lo realizó al azar, en estos tubos se introduce la sonda que en un tiempo corto lanza los datos correspondientes, de la humedad del suelo. (Anexo 8)

### **3.6.3. Porcentaje de emergencia a los 30 días.**

La evaluación del porcentaje de emergencia a los 30 días se realizó de forma visual, considerando el área neta y contabilizando las plantas emergidas dentro de ella a los treinta días después de la siembra, posteriormente fue transformada en porcentajes, (Anexo 9)

### **3.6.4. Números de tallos por planta.**

El número de tallos por planta fue registrado tomando en cuenta el área neta, donde se contaron los tallos presentes en cada planta, esta misma observación se la realizó hasta la cosecha del cultivo.

### **3.6.5. Cobertura foliar en porcentaje.**

Se sacó basándose en el cobertor (recomendado por Ekanayake 1994) que consta de un cobertor de 90 cm. X 70 cm. El mismo que fue cuadrículado con hilo, subdividiéndolo en 9x7

cm. obteniéndose 100 cuadros, cada cuadro del cobertor representa el 1% de la cobertura foliar, la lectura de la cobertura se la realizó visualmente cuando las plantas se encontraban en plena floración, contando los cuadros cubiertos por el follaje. (Anexo10)

### **3.6.6. Porcentaje de floración a los 105 días.**

Para esta variable se realizó controles diarios a partir de la primera aparición de una flor hasta que el 51 por ciento de las plantas florecieran, lo cual ocurrió a los 105 días después de la siembra, se tomaron en cuenta las plantas del área neta (Anexo11).

### **3.6.7. Altura de planta a la cosecha.**

Para determinar esta variable se procedió a la medición correspondiente de las plantas en cuestión, con una cinta métrica desde el cuello de la planta hasta el ápice se tomaron los datos, de todas las plantas en estudio. (Anexo12)

### **3.6.8. Números de vainas por planta.**

Para registrar el número de vainas por planta de cada tratamiento, se realizó observaciones y conteos diarios luego de la floración, para finalmente establecer al momento de la cosecha la cantidad de vainas por planta del cultivo de haba.

### **3.6.9. Peso de vainas por planta.**

Una vez contada las vainas se prosiguió al pesado de las mismas (para sacar el rendimiento en vainas), esta actividad se realizó con la ayuda de una balanza mecánica instalada en el lugar de la cosecha (Anexo13), se registro el pesado correspondiente de las vainas por planta del cultivo de haba en kilogramos.

### **3.6.10. Peso en grano seco por planta.**

Una de las actividades mas importantes es el secado de las vainas para luego sacar el rendimiento (de grano seco), para esta actividad se esperó que las vainas estén muy secas para luego obtener las semillas de haba libres de rastrojos a través del rompimiento

mecánico de la cáscara y venteado, finalmente se realizó el pesado correspondiente de las semillas en kilogramos.

#### **3.6.11. Rendimiento agronómico en vainas.**

Esta actividad se la realizó en gabinete, una vez obtenidos los datos del peso de vainas por planta se introdujeron a hoja electrónica donde se sacó el promedio, posteriormente mediante cálculos matemáticos y conociendo el área de siembra se registró los rendimientos en  $\text{kg. ha}^{-1}$  correspondientes a las vainas del cultivo de haba.

#### **3.6.12. Rendimiento agronómico en grano seco.**

Para esta actividad se tuvo que esperar el secado correspondiente de las vainas, luego se realizó el pesado de las semillas por planta y se colocó en hoja electrónica para posteriormente con los cálculos matemáticos correspondientes sacar el rendimiento de grano seco en  $\text{kg. ha}^{-1}$ .

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1. Comportamiento climático en la comunidad Copacati Alto (Copacabana).

Los resultados obtenidos en la investigación se dieron en condiciones experimentales, con respecto a las variables de respuesta detallándose a continuación:

**Cuadro 7. Registro de los promedios mensuales de la PP, HR y T° (1973-2004). Normal**

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MA	JUN
PP(mm)	9.5	19.8	36.1	48	73.5	113.1	192.6	121.4	104.8	54.5	17.5	11.9
HR (%)	52	53	54	55	56	58	67	65	66	62	55	53
TMA(°C)	7.2	7.9	8.7	9.8	10.4	10.3	9.7	9.8	9.8	9.5	8.6	7.8
TMax(°C)	12.8	13.5	14.4	15.3	16	15.8	14.9	15	14.9	14.7	14.1	13.1
TMin(°C)	1.7	2.4	3.2	4.3	4.8	4.9	4.8	4.9	5	4.4	3.1	2.1

Fuente: SENAMHI , 2004.

El Cuadro 7 presenta los datos mensuales de Precipitación Pluvial, Humedad Relativa y Temperaturas del ambiente, registrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), estación meteorológica de Copacabana, de hace 30 años atrás, al cual denominamos Normal.

**Cuadro 8. Registro de los promedios mensuales de la PP, HR, T° y H s° (2005-2006).**

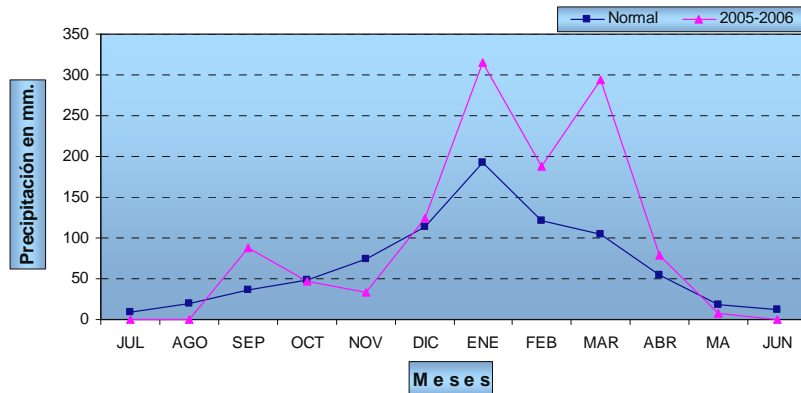
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MA	JUN
PP(mm)	0	0	88.3	46.7	33.1	123.8	315.3	187.6	294.6	78.6	7.5	0
HR (%)	53	55.5	59	60	61	65	72	63	70	60	61	55
TMA(°C)	7.1	8.3	9.4	9.9	11.1	10.3	10.5	10.3	10.1	10	9.1	8.6
TMax(°C)	14	16.5	16.3	17.5	20.1	17.9	16.9	16.3	16	16.2	15.7	15.5
TMin(°C)	0.2	0.2	2.5	2.3	2.1	2.7	4.1	4.3	4.2	3.8	2.6	1.7
H s° (%)	0	18	30.7	46	24	65	75	75	57	41	22	0

Fuente: Proyecto IPQ/LP/01023, 2005-2006.

El Cuadro 8 presenta los promedios mensuales de los datos registrados por el equipo de Proyecto, correspondientes a la gestión agrícola 2005-2006 que fueron medidos con ayuda de los accesorios climáticos Devis Weather Wizard III, instalados en la comunidad Copacati Alto de la localidad de Copacabana.



#### 4.1.1. Precipitación Pluvial (mm).



**Figura 5. Comparación para la Precipitación Pluvial promedio por mes de los años 1973- 2004 vs. gestión agrícola 2005-2006, Localidad de Copacabana.**

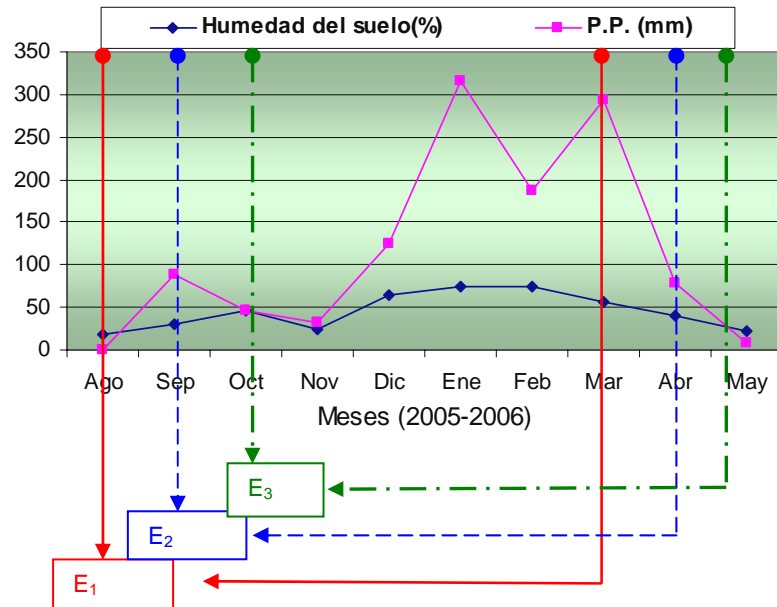
De acuerdo a los datos climatológicos, las precipitaciones registradas durante la campaña agrícola 2005-2006 fueron de 857.6 mm, superiores en 7 % con relación a la normal (1973-2004) la cual presentó un total acumulado de 802.7 mm,

Es importante hacer notar que el periodo seco se concentró durante los meses de mayo-agosto durante la campaña agrícola 2005-2006, la mayor Precipitación Pluvial sucedió en el mes de enero con 315.3 mm., la menor Precipitación Pluvial en el mes de mayo con un valor promedio de 7.5 mm y el mes con disminución de lluvias fue en noviembre con respecto a la normal.

La variación media anual registrada en el Anexo 14, indica que la PP disminuye en 1.35 mm. año<sup>-1</sup> durante el periodo 1973-2004 para la localidad de Copacabana, y un coeficiente de determinación de 0.3, relativamente bajo.

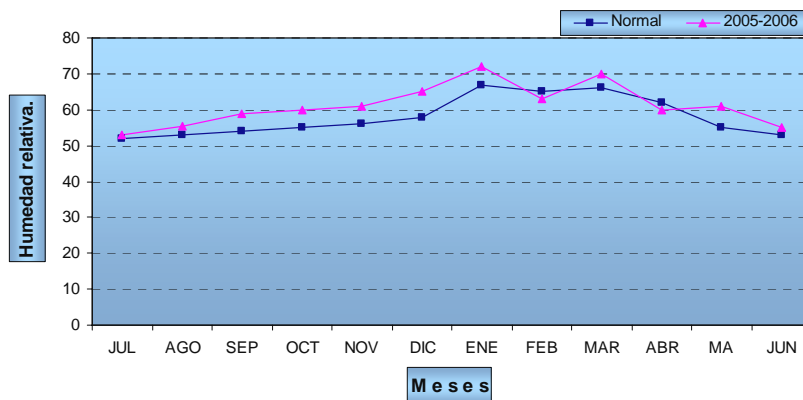
Al respecto García et al. (2006) indica que datos de precipitación acumulada de la Localidad de Copacabana presentan tendencias ascendentes o descendentes de significación estadística, esto significa que las últimas décadas han presentado en estas estaciones precipitaciones inferiores a la media en forma consistente.

#### 4.1.2. Precipitación Pluvial (mm.) y Humedad del suelo (%) por época de siembra.



**Figura 6. Influencia de Precipitación Pluvial (mm) y Humedad del suelo (%), por época de siembra a la cosecha. Gestión agrícola 2005-2006 (ver también Anexo18)**

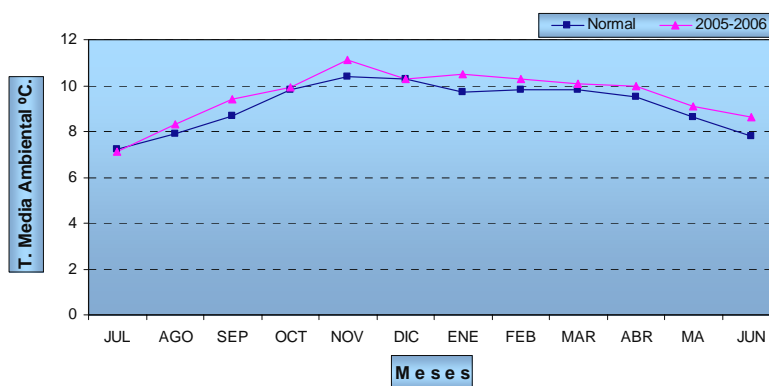
El comportamiento del cultivo dentro de cada época de siembra con relación a la Precipitación Pluvial y Humedad del suelo se refleja en la Fig. 6. donde la E1 tuvo una distribución de precipitación favorable para el cultivo pues en esta época de siembra se obtuvieron los mejores rendimientos.



**Figura 7. Comparación para la Humedad Relativa promedio por mes de los años 1973-2004 (normal) vs. gestión agrícola 2005-2006, Localidad de Copacabana.**

De acuerdo a la Figura 7, la Humedad Relativa ocurrida durante la campaña agrícola 2004-2005 presento superioridad y un promedio de 62% con respecto a la normal que fue de 58%.

Se observa en el Anexo 14, que la Humedad Relativa disminuyo en 0.03 % por año durante el periodo 1973-2004, para la Localidad de Copacabana.



**Comparación para la Temperatura Media Ambiental promedio por mes de los años 1973- 2001 vs. gestión agrícola 2005-2006. Localidad de Copacabana.**

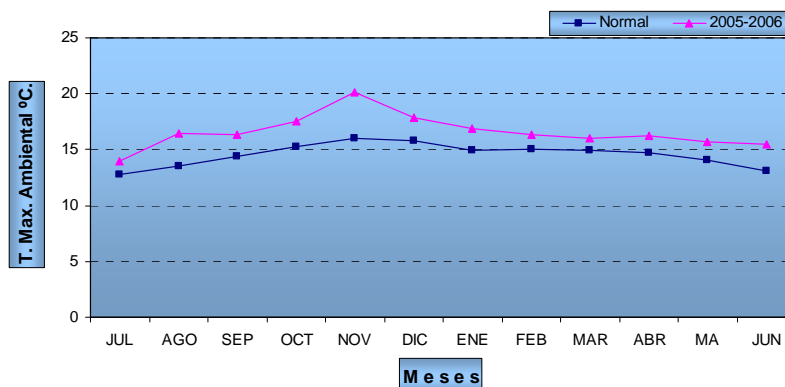
En la Figura 8, se puede observar que la Temperatura Media Ambiental, registro incrementos en todos los meses para el periodo 2005-2006, el mayor en el mes de noviembre con 11.1 °C y el menor en el mes de Agosto con 8.3 °C., con respecto al promedio anual para este periodo fue de 9.6 °C y para el periodo 1973-2004 fue de 9.12 °C, es decir que existió el incremento anual de 0.53 °C, durante la ejecución del experimento.

Esto es corroborado en el anexo 14, sobre la variación media anual donde se observo que la T. Media Ambiente se incremento 0.017 °C. año<sup>-1</sup> durante el periodo 1973-2001, en la Localidad de Copacabana.

#### 4.1.5. Temperatura Máxima Ambiental (°C).

En la Figura 9, se observa que la Temperatura Máxima Ambiental durante el trabajo de investigación fue superior a la normal, el promedio anual en el periodo 2005-2006 fue de 15.8 °C superior al periodo 1973-2004 que fue de 14.5°C, las cuales se hallaron dentro del rango para un desarrollo normal durante el ensayo en tanto que Alvarado (1986), citado por

Torrico (1998), afirma que la temperatura optima para la fotosíntesis en cultivos andinos parece estar entre los 10 y 20 °C.



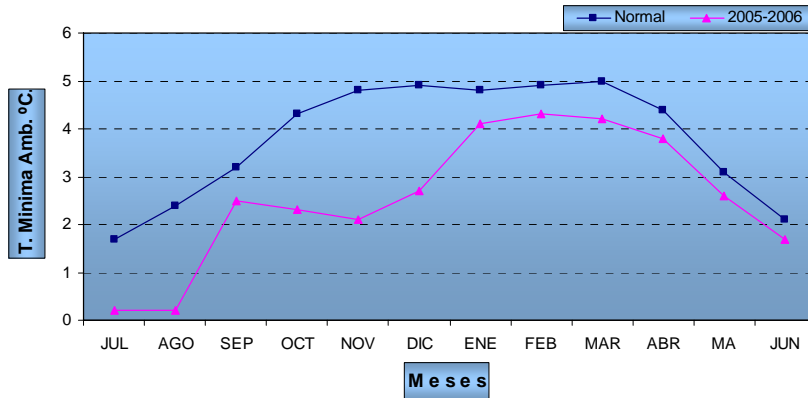
**Figura 9. Comparación para la temperatura máxima ambiental promedio por mes de los años 1973- 2004 vs. gestión agrícola 2005-2006. Localidad de Copacabana.**

En el Anexo 14, sobre la variación media anual registrada desde 1973-2004 se observó que la Temperatura Máxima Ambiental se incrementó  $0.09\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{año}^{-1}$  para la Localidad de Copacabana.

Mientras que García et al. (2006), en el estudio Evaluación de las Tendencias de Balance Hídrico como indicador del Cambio Climático, indica que la Temperatura Máxima Ambiente presentó un comportamiento más homogéneo que en el caso de la temperatura mínima, e indica que para la temperatura máxima, no se presentaron casos de descenso. Se ha podido percibir en algunos casos una estabilidad del parámetro o tendencia ascendente significativa estadísticamente.

#### 4.1.6. Temperatura Mínima Ambiental (°C).

El comportamiento de la Temperatura Mínima Ambiental (Figura 10) durante el periodo 2005-2006 con relación a la normal 1973-2004, fue irregular presentándose días más fríos en comparación con la normal. Se cree que este descenso en la temperatura mínima perjudicó la floración en la última época de siembra (E3 siembra tardía), provocando aborto floral.



**Figura 10. Comparación para la temperatura mínima ambiental promedio por mes de los años 1973-2001 vs. gestión agrícola 2005-2006. Localidad de Copacabana.**

Sobre la variación media anual registrada desde 1973-2004 (Anexo 14), se observó que la temperatura mínima tiende a descender en  $0.05 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{año}^{-1}$ , en la Localidad de Copacabana.

En forma general las tres épocas de siembra tuvieron características climatológicas relativamente diferentes, siendo la más afectada la tercera época de siembra.

Al respecto según García et al. (2006), indica que al realizar un análisis mecánico de la ocurrencia de la temperatura mínima, se deduce que esta se produce por efecto de la mayor y menor cantidad de radiación terrestre perdida durante la noche. Esto significa que el efecto de mayor concentración de gases de efecto invernadero, en el planeta debería provocar teóricamente un incremento en sus valores. Opuestamente un descenso en los valores podría estar indicando una menor cantidad de gases de efecto invernadero sean estos antropogénicos o no. Desde este punto de vista y siendo el vapor de agua uno de los gases de efecto invernadero de mayor poder de retención de la radiación terrestre se puede esperar que en las zonas en las que el contenido del vapor de agua ha disminuido, la pérdida de radiación terrestre se incrementara induciendo un descenso en las temperaturas mínimas, tal es el caso de la comunidad en estudio que se encuentra a 5 Km. del Lago Titicaca.

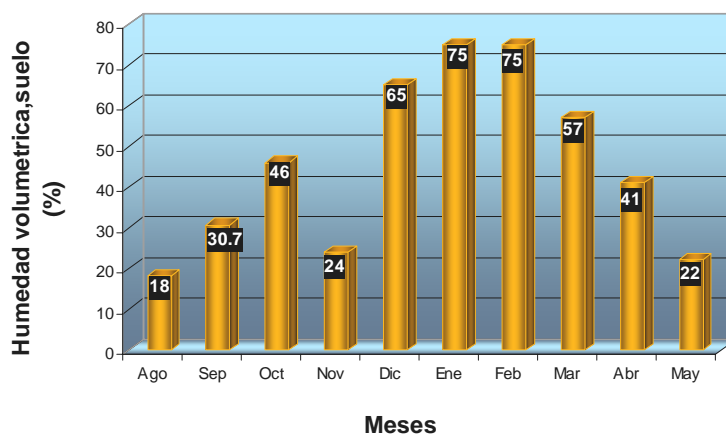
#### **4.1.7. Humedad del suelo.**

La Figura 11, nos muestra los resultados obtenidos con el equipo cuya sigla en inglés es Tiempo Dominio Reflectometría (TDR) con el cual se mide la Humedad del suelo en porcentaje, respecto a los diferentes meses, durante la gestión agrícola 2005 - 2006, donde

se puede apreciar que el mes de agosto, fecha que se realizó la primera siembra influyó sobre el porcentaje de germinación a los 30 días de la época 1 la cual registro un valor promedio de 18 por ciento.

El porcentaje de humedad registrado en el mes de septiembre fecha que se realizó la segunda siembra hizo que las variedades en estudio del cultivo de haba a los 30 días obtuvieran un porcentaje de Humedad del suelo de 30.7 (promedio), superior con respecto al porcentaje de Humedad registrado en la primera época de siembra (Agosto), tal como se indica en la Figura 11.

Para el mes de octubre se registro un porcentaje de Humedad del suelo de 46 por ciento (Figura 11), esta humedad registrada también influyó acelerando la germinación de los ecotipos de haba, las cuales para la tercera época de siembra a los 30 días obtuvieron un valor promedio de 84.2 por ciento de plantas emergidas (Figura 12).



**Figura 11. Porcentaje de Humedad Volumétrica de Suelo durante la gestión agrícola 2005-2006, Localidad de Copacabana.**

#### **4.2. Comportamiento del cultivo de haba (ecotipos) en tres épocas de siembra a través de la evaluación de las variables de respuesta.**

##### **4.2.1. Porcentaje de emergencia a los 30 días.**

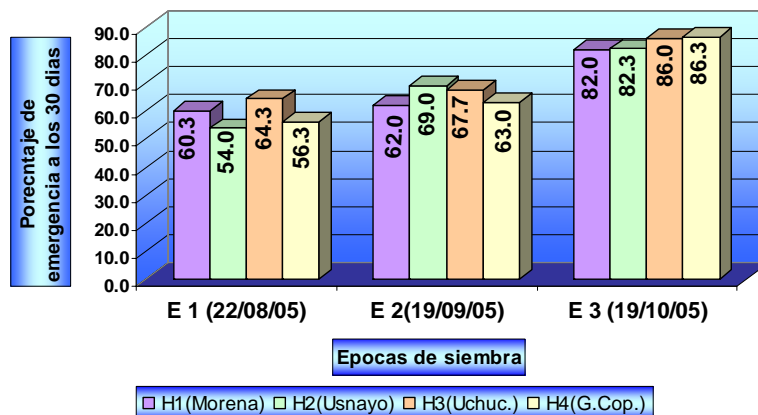
El análisis de varianza (Anexo 15), para la variable porcentaje de emergencia a los 30 días indica un coeficiente de variación de 10.84 por ciento indicando aceptable el manejo en las

unidades experimentales, presentando diferencias significativas para las épocas de siembra, y no significativas para los ecotipos, la primera sugiere que el cultivo reacciona de manera diferente frente a las condiciones climáticas, la segunda sugiere que se da a las características genéticas de los ecotipos del cultivo.

La prueba de Diferencias Mínimas Significativas “DMS” (Anexo 16) a la probabilidad de 5 por ciento para los promedios de la variable porcentaje de emergencia a los 30 días, para las épocas de siembra se encontró diferencias no significativas entre la E1 (siembra adelantada) y E2 (siembra acostumbrada) con medias de 57.91 y 64.58 por ciento de emergencia a los 30 días respectivamente, pero estas se diferencian respecto de la E3 (siembra tardía), con 83 por ciento de emergencia mientras que para el promedio de los ecotipos de haba en las tres épocas de siembra presento que los ecotipos Morena Usnayo G. Copacabana estadísticamente fueron inferiores en porcentaje de emergencia a los 30 días con 67.7, 67.7 y 67.2 respectivamente, indicando que tardaron casi el mismo tiempo en emerger, mientras que el ecotipo Uchuculu mostró un promedio superior de 71.66 en porcentaje con relación a las anteriores.

Al respecto el análisis DMS nos indica que no existen diferencias mínimas significativas en el porcentaje de emergencia a los 30 días de los ecotipos de haba en estudio en la Localidad de Copacabana (Anexo 16).

Para una mejor explicación y evitar la pérdida de información se realizó el análisis individual de las variedades en cada época de siembra, en la siguiente figura.



**Figura 12. Promedio del porcentaje de emergencia a los 30 días de cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra para la comunidad Copacati Alto (Localidad de Copacabana), gestión agrícola 2005 -2006.**

La Figura 12, explica el comportamiento de los ecotipos de haba respecto al porcentaje de emergencia a los 30 días, dentro de las épocas de siembra. En la E1 (siembra adelantada o siembra realizada el 22 de agosto del 2005) el ecotipo Morena presento un 60 por ciento de emergencia a los 30 días, en menor tiempo a diferencia de las otras épocas E2 (siembra acostumbrada o siembra realizada el 19 de septiembre de 2005) y E3 (siembra tardía o siembra realizada el 19 de octubre de 2005), sin embargo el mismo ecotipo Morena en la E3 (siembra tardía) presento un 82 por ciento de plantas emergidas a los 30 días, lo cual nos muestra que esta época de siembra tardo menos tiempo en emerger.

El ecotipo Usnayo en la E1 (siembra adelantada) presento en promedio 54 por ciento de plantas emergidas a los 30 días (uno de los mas bajos porcentajes), mientras que en la E2 (siembra acostumbrada) ecotipo presento 69 por ciento de plantas emergidas a los 30 días, teniendo este una diferencia de mas del 10 por ciento con respecto a la E1 (siembra adelantada), y siendo una de los mas altos datos en la E2 (siembra acostumbrada), mientras que la E3 (siembra tardía) el comportamiento es diferente respecto a las épocas anteriores, pues el porcentaje de emergencia a los 30 días llego a 82 por ciento.

De igual manera se observa en la Figura 12 que el ecotipo Uchuculu en, la E1 (siembra adelantada) presenta un promedio de 64 por ciento de plantas emergidas a los 30 días, siendo este el dato mas alto en la E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Uchuculu tuvo un dato de 67 por ciento de plantas emergidas a los 30 días, pero en la E3 (siembra tardía) este ecotipo presento un 86 por ciento de plantas emergidas a los 30 días, mostrando que es uno de los mas altos datos presentados en la E3 (siembra tardía).

Para el ecotipo Gigante Copacabana el comportamiento en la E1 (siembra adelantada) presento un dato de 56 por ciento de plantas emergidas a los 30 días lo cual significa que este ecotipo Gigante Copacabana tardo mas tiempo en emerger con respecto a las E2 (siembra acostumbrada) y E3 (siembra tardía) ya que en la E2 (siembra acostumbrada) tuvo un 63 por ciento de plantas emergidas a los 30 días, siendo este promedio bajo, con relación, a los obtenidos en la E3 (siembra tardía), donde se obtuvo 86 por ciento de plantas emergidas a los 30 días, lo cual representa que las condiciones climáticas en esta época fue bastante favorable para este ecotipo en relación a días a la emergencia.



Por lo tanto observando la Figura (12) claramente nos muestra que de los cuatro ecotipos dentro de la E1 (siembra adelantada) se obtuvieron los datos mas bajos en porcentaje de plantas emergidas, es decir que en esta época de siembra los ecotipos tardaron en emerger el total de plantas evaluadas, entonces los 30 días, se deduce que los datos adquiridos son consecuencia de las condiciones climáticas no favorables, como ser la falta de humedad en el lugar, temperatura, pp. y otros, que afectaron la germinación de los ecotipos de haba. Al respecto Marquez, (2000) señala que de acuerdo a los resultados obtenidos la diferencia existente entre las épocas de siembra con relación a la variable días a la emergencia, se explica por la variación climática ya que los requerimientos del cultivo en cuanto a temperatura, humedad y luz son factores principales para la germinación.

De manera general puede decirse que en la E2 (siembra acostumbrada) mostró similares datos con respecto a la E1 (siembra adelantada), y no así para la E3 (siembra tardía) que presento datos más altos, suponiendo que para la E3 (siembra tardía) la temperatura y la humedad fueron óptimos para el cultivo, con relación al porcentaje de emergencia a los 30 días indicando que emergieron en menor tiempo.

Por otra parte, Evans (1983) citado por Morales (2000), afirma que la emergencia de un cultivo se incrementa al aumentar la temperatura, la humedad del suelo, y otros factores físicos, lo que nos lleva a indicar que el cultivo de haba en la E3 (siembra tardía) tuvo las condiciones favorables para la emergencia. Torrez, (2005) En el estudio *Épocas de siembra y variedades de papas nativas (solanum tuberosum subsp. andigenum y s. x juzepczukii)* como alternativas de adaptación al cambio climático en la provincia Manco Kapac, La Paz. Nos indica que todas las variedades tienden a alargar su emergencia realizando siembras adelantadas, pese a que las dos primeras épocas, las cinco variedades de papa en estudio tardaron en emerger pero estas presentan un mejor desarrollo durante el ciclo agrícola, e incluso los mejores rendimientos de la investigación.

Aguilar (2001) agregando menciona que, factores medioambientales como la humedad en el suelo, temperatura, luz y oxígeno principalmente; podrían haber influido en la emergencia del cultivo de haba.

#### 4.2.2. Porcentaje de floración a los 105 días.

El Análisis de varianza del Anexo 15, para la variable porcentaje de la floración a los 105 días no presento diferencias significativas para la interacción, repeticiones, épocas de siembra, ni en los cuatro ecotipos, se obtuvo un coeficiente de variación de 13.67 por ciento lo cual indica aceptable el manejo de las unidades experimentales.

La prueba de Diferencias mínimas significativas al 5 (%) de probabilidad (Anexo 16) indica que no existen diferencias significativas entre épocas de siembra ni entre los ecotipos de haba para el porcentaje de floración a los 105 días.

#### Análisis de porcentaje de floración a los 105 días de los ecotipos de haba dentro de las tres épocas de siembra.

Así el Anexo 16, muestra los siguientes promedios del porcentaje de floración a los 105 días: 79.16, 88.75, 87.50 por ciento, de las épocas E1 (siembra adelantada), E2 (siembra acostumbrada), E3 (siembra tardía), respectivamente y viendo que no existe diferencias significativas entre épocas como se dijo anteriormente, con relación a los ecotipos Usnayo, Morena, Uchuculu y G. Copacabana, de la misma manera entre ecotipos no existen diferencias de significancia puesto que los promedios que presenta son muy similares, es decir que estadísticamente se uniformizo el porcentaje de floración a los 105 días entre épocas de siembra y ecotipos de haba.

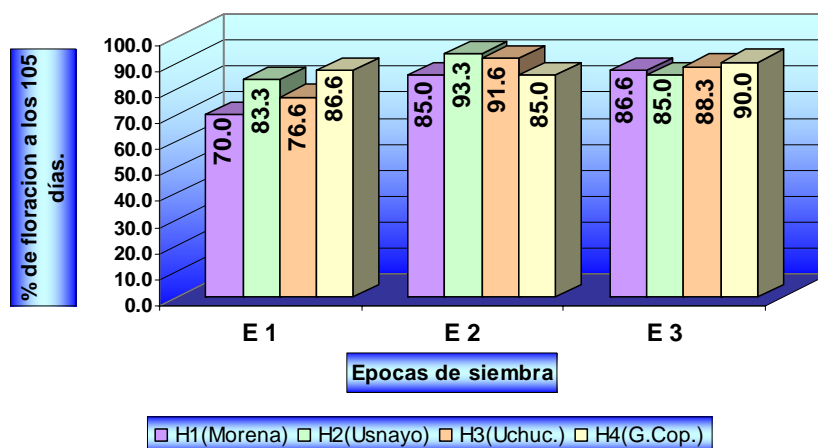


Figura 13. Promedios de porcentaje de floración a los 105 días, de cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra, comunidad Copacati Alto. (Localidad de Copacabana), gestión agrícola 2005-2006.

Este comportamiento del cultivo de haba en la comunidad de Copacati Alto de Copacabana se atribuye a las características genéticas y particulares de los ecotipos. (Anexo17)

La Figura 13, muestra, el comportamiento de la variable porcentaje de la floración a los 105 días de los cuatro ecotipos de haba evaluadas dentro de las tres épocas de siembra; donde los ecotipos G. Copacabana y Usnayo fueron los primeros en mostrar botones florales alcanzando el 86.6, 83.3% de las plantas evaluadas a los 105 días después de la siembra, durante la primera época de siembra.

También podemos observar que en la Figura 13, el comportamiento del cultivo de haba obtenido en la E1 (siembra adelantada) tuvo un retraso en la floración como en la germinación.

Al respecto Pacheco (1997), indica que existe una alta correlación entre los días a la emergencia y los días a la floración, mientras mas tarde en emerger mas tiempo demorara en alcanzar la floración, por el contrario si una planta emerge antes, esto implica que tendrá también una floración temprana.

Aguilar (2001), en su estudio Validación de variedades mejoradas de haba de altura y de valle en condiciones de Belen Altiplano Norte, nos indica que es importante señalar que los cultivares de floración tardía, registraron los mayores rendimiento en vaina verde y grano seco, considerando que su floración vario entre 70 a 105 días, resultados que convienen con los parámetros encontrados.

Por lo antes explicado, se puede asumir que paso lo mismo en esta investigación, sin embargo otra investigación realizado por Rudy (2000) en la investigación Introducción de tres especies leguminosas en tres épocas de siembra en la provincia Loayza del Dpto. de La Paz encontró que la variedad de Mucuna negra no llevo a florecer en ninguna de las épocas de siembra. Dicha ausencia en la floración es atribuible al déficit hídrico, fotoperiodo y termoperiodo.

Pese a que la siembra de la E1 (siembra adelantada) fue el 22 de agosto, donde al principio existió poca precipitación y por esto no se presento este problema de perdida de flores mas al contrario los rendimientos en esta época fueron las mejores, debido a que el comportamiento se torno favorable para el desarrollo del cultivo.

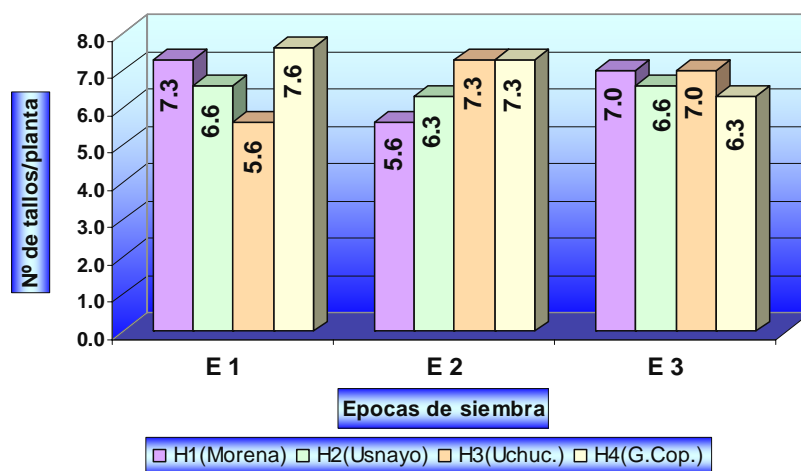
Quispe (1989) citado por Aguilar (2001) señala que una diferencia en el tiempo de floración en la mayoría de las variedades de haba se atribuye a la respuesta de las plantas frente a factores externos como la luz, temperatura ambiente y longitud de día y noche principalmente.

#### 4.2.3. Número de tallos por planta.

El análisis de varianza (Anexo 15), efectuado para la variable número de tallos por planta señala que no hubo diferencias significativas para la interacción entre ecotipos vs. Épocas de siembra, ni entre las tres épocas de siembra, como tampoco entre los cuatro ecotipos, obteniéndose un coeficiente de variación de 17.75 por ciento.

La prueba de DMS (diferencias mínimas significativas) al 5(%) de probabilidad (Anexo 16), para los promedios del número de tallos por planta muestra que entre los ecotipos Usnayo, morena, Uchuculu, G. Copacabana no presentaron diferencias estadísticas entre sí, logrando tener promedios de 6.66, 6.55, 6.66, 7.11 respectivamente, de la misma manera la variación número de tallos por planta las tres épocas de siembra tampoco mostraron diferencias significativas con datos similares de 6.83, 6.66, 6.75 donde los valores no son significativos.

**Para una mejor explicación y evitar la pérdida de información se realizó el análisis individual de los ecotipos de haba en cada época de siembra.**



**Figura 14. Promedios de número de tallos por planta de los cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra, comunidad de Copacati Alto (Localidad de Copacabana) gestión agrícola 2005 – 2006.**

La Figura 14, explica el comportamiento de la variable número de tallos por planta de los cuatro ecotipos dentro de las tres épocas de siembra, donde se observa que en la E1 (siembra adelantada) el ecotipo Morena presentó un valor de 7.3 tallos por planta, mientras que en la E2 (siembra acostumbrada) tuvo 5.6 tallos por planta, indicando que en la E2 (siembra acostumbrada) el número de tallos fue menor a los obtenidos en la E1 (siembra adelantada) y similares a la E3 (siembra tardía), donde los resultados fueron de 7.0 tallos por planta.

El ecotipo Usnayo en la E2 (siembra acostumbrada) los valores promedios fueron de 6.6 tallos por planta en cambio para la E3 (siembra tardía) los resultados son 6.6 tallos por planta de ese modo podemos deducir que en ninguna de las épocas el ecotipo Usnayo tuvo diferencias significativas. (Figura 15)

También en la Figura 14 el ecotipo Uchuculu de la E1 (siembras adelantada) presentó valores de 5.6 tallos por planta mostrando que es uno de los datos más bajos en esta época de siembra con relación a los demás ecotipos mientras que en la E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Uchuculu presentó promedios de 7.3 tallos por planta siendo este valor uno de los más altos con relación a los ecotipos estudiados. Para la E3 (siembra tardía) el mismo ecotipo presentó un valor de 7.0 tallos por planta, de esta manera podemos asumir que en las E2 (siembra acostumbrada) y E3 (siembra tardía), los valores son similares entre sí.

En la misma Figura (14) Sobre el ecotipo G. Copacabana podemos observar que presentó en promedio 7.6 tallos por planta en la E1 (siembra adelantada). Mostrando de esta forma que es el dato más alto, con relación al comportamiento en las otras épocas de siembra para la E2 (siembra acostumbrada) este ecotipo presentó 7.3 tallos por planta, considerándose también un promedio alto, En tanto que en la E3 (siembra tardía) el ecotipo G. Copacabana presenta 6.3 tallos por planta siendo este promedio más bajo con relación a los obtenidos en todos. Esta diferencia entre ecotipos se debe al comportamiento varietal de cada ecotipo dentro de las épocas de siembra.

Caceres, (1997) indica que el rango de el número de tallos por planta está entre los 5 a 8 tallos por planta, en el cultivo de haba, entonces podemos aseverar que los datos adquiridos en este estudio están en el rango de estudio.

Evans citado por Morales (2000), indica que el número de tallos es el resultado directo del estado de la semilla antes de la siembra o de tratamientos previos (verdes, pre verdes), condiciones de humedad y temperatura.

#### 4.2.4. Cobertura foliar (%).

El análisis de varianza (Anexo 15), efectuado para la variable cobertura foliar en porcentaje señala que no hubo diferencias significativas para las repeticiones e interacción; sin embargo existe diferencias altamente significativas entre épocas de siembra y ecotipos con un coeficiente de variación de 16.01 por ciento.

La prueba de DMS al 5 por ciento de probabilidad (Anexo 16), para los promedios de la cobertura foliar muestra que hay diferencias significativas entre las épocas, así la E1 (siembra adelantada) presentó un dato de 40.1%, para la E2 (siembra acostumbrada) un dato de 35.08% y para la E3 (siembra tardía) presentó un dato de 20.50%. Lo que nos indica que los datos son variados y por eso se muestra la significancia.

Entre tanto, para los ecotipos también mostró significancia para los ecotipos Usnayo, Morena, G. Copacabana con relación al ecotipo Uchuculu con datos promedios de 34.0, 34.4, 36.2, 23.3, respectivamente.

#### Análisis de la cobertura foliar (%) de los ecotipos de haba dentro de las tres épocas de siembra.

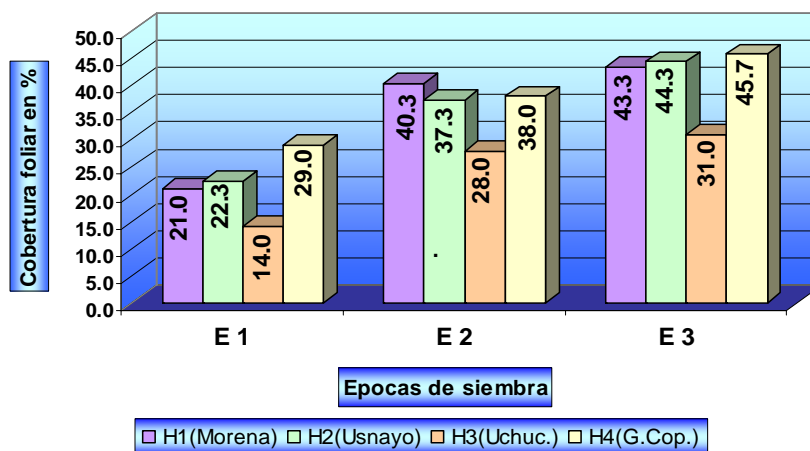


Figura 15. Promedios de cobertura foliar en % de los cuatro ecotipos de haba en tres épocas de siembra, comunidad de Copacati Alto (Localidad de Copacabana), gestión agrícola 2005 - 2006.

La Figura 15, muestra el comportamiento de la variable cobertura foliar de los cuatro ecotipos en estudio dentro de las tres épocas de siembra, en la E1 (siembra adelantada), el ecotipo Morena presentó 21.0 por ciento de cobertura foliar representando uno de los valores más bajos en esta época, el ecotipo Usnayo presentó un valor de 22.3 por ciento mostrando que es el más bajo en relación a las tres épocas de cobertura foliar, para el ecotipo Uchuculu claramente muestra que es el valor más bajo de todos los ecotipos en todas las épocas siendo 14.0 por ciento, mientras que el ecotipo de G. Copacabana presentó un valor de 29.0% siendo el valor más alto de los ecotipos en la E1 (siembra adelantada).

Para la E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Morena presentó datos de 40.3 por ciento; y con relación al ecotipo Usnayo este presentó valores de 37.3 por ciento de cobertura foliar, para el ecotipo Uchuculu en esta época también presentó valores bajos siendo 28.0 por ciento, mientras que para el ecotipo G. Copacabana presentó el valor más alto en la E2 (siembra acostumbrada).

El ecotipo Morena en la E3 (siembra tardía) tuvo un valor de 43.0% de cobertura foliar, seguida de el ecotipo Usnayo que presentó valores de 44.3 por ciento, para el ecotipo Uchuculu el valor fue de 31.0 por ciento de cobertura foliar, siendo este el valor más bajo en la E3 (siembra tardía), mientras que para el ecotipo G. Copacabana con datos de 45.7 por ciento es el promedio más alto de todos los ecotipos en todas las épocas.

Se puede aseverar que estos resultados fueron por la precipitación favorable en las fases fenológicas del cultivo para las E2 (siembra acostumbrada) y E3 (siembra tardía) mientras que para la E1 (siembra adelantada) los resultados fueron bajos con relación a las E2 (siembra acostumbrada), E3 (siembra tardía).

Al respecto Salinas (2002), indica que la mayor cobertura foliar al igual que en la emergencia se debió principalmente a que se presentó mayor precipitación.

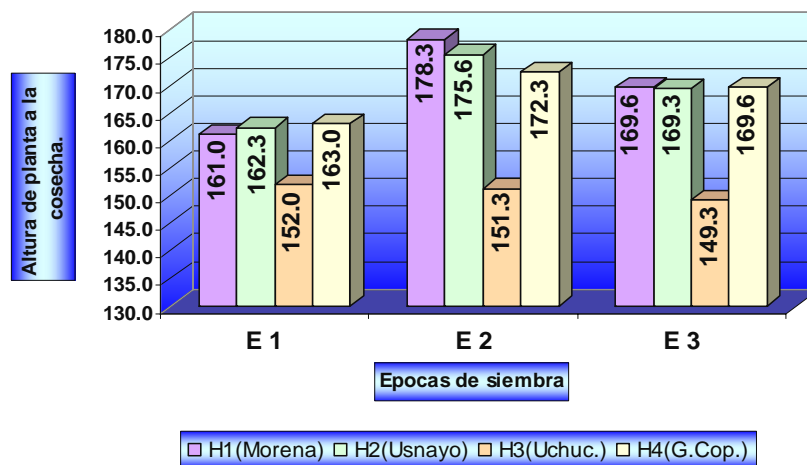
#### **4.2.5. Altura de la planta a la cosecha (cm.)**

El análisis de varianza (Anexo 15), para la variable altura de planta a la cosecha en cm., señala que hubo diferencias significativas en la interacción épocas de siembra y ecotipos; sin embargo, también hubo diferencias significativas entre épocas de siembra y diferencias altamente significativas entre ecotipos. El coeficiente de variación fue de 2.28%, indicando aceptable el manejo en las unidades experimentales.

La prueba de DMS al 5 (%), (Anexo 16), para el promedio altura de planta a la cosecha señala diferencias significativas entre épocas de siembra donde, la E1 (siembra adelantada), E2 (siembra acostumbrada) y E3 (siembra tardía), teniendo datos de promedio entre 159.58, 169.41, 164.50 cm., respectivamente. Con respecto a los ecotipos, presento diferencias significativas en los promedios de altura de planta a la cosecha, la diferencia se encuentra en los ecotipo Morena, Usnayo, G. Copacabana con relación al ecotipo Uchuculu que presento un valor de 150.88 cm., mientras que las anteriores presentaron valores de 169.66, 169.11, 168.33 cm., respectivamente.

**Análisis de la altura de planta a la cosecha en cm. de los ecotipos de haba, dentro de las épocas de siembra.**

Para una mejor explicación y evitar la pérdida de información se realizó el análisis individual de los ecotipos en cada época de siembra.



**Figura 16. Promedios de altura de planta a la cosecha en tres épocas de siembra de cuatro ecotipo de haba, en la comunidad Copacati Alto (Localidad Copacabana) gestión agrícola. 2005-2006.**

En la E1 (siembra adelantada) de la Figura 16 el ecotipo Morena presento una altura de 161 cm., a la cosecha, mientras que claramente se observa que es un dato que no varia mucho en relación a los demás ecotipos, para la época E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Morena registro la mayor altura con respecto a todos los demás ecotipos teniendo un promedio de 178 cm de altura a la cosecha; de la misma manera para la E3 (siembra tardía), el ecotipo Morena también presento una de las alturas mas altas con respecto a los



ecotipos Usnayo, G. Copacabana, Uchuculu, presentando un valor de  $\approx 170$  cm de altura a la cosecha.

El ecotipo Usnayo en la E1 (siembra adelantada), tiene un promedio de 162 cm. de altura a la cosecha, mientras que en la E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Usnayo presento un valor de 175 cm. de altura a la cosecha, siendo uno de los datos mas representativos en esa época, y para la E3 (siembra tardía) el ecotipo Usnayo presento datos de 169 cm. de altura a la cosecha mostrando que esta altura es menor a la E2 (siembra acostumbrada). (Figura 16)

Sobre, el ecotipo Uchuculu (Figura 16), en las tres épocas presentó los promedios mas bajos con relación a la altura de planta a la cosecha en relación a los otros ecotipos. Mostrando que en la E1 (siembra adelantada) el ecotipo mencionado presento un dato de 152cm de altura de planta a la cosecha, también para la E2 (siembra acostumbrada) presenta promedios de 151cm de altura de planta a la cosecha mostrando similitud entre ambos, de la misma manera en la E3 el ecotipo Uchuculu presento en promedio de 149cm de altura de planta a la cosecha siendo que es el dato mas bajo que presenta la variable altura de planta a la cosecha, posiblemente por que es un ecotipo con características pequeñas de la semilla, vainas.

El ecotipo Gigante Copacabana, para la variable altura de planta a la cosecha (figura 16), presento valores altos es así que, en la E1 (siembra adelantada) la altura de planta a la cosecha fue de, siendo para la E2 (siembra acostumbrada) el mismo ecotipo G. Copacabana presento un promedio de 172cm de altura de planta a la cosecha, mientras que en la E3 (siembra tardía) los resultados fueron de 170cm de altura de planta a la cosecha, en promedios.

Entonces podemos deducir con relación a la variable altura de planta a la cosecha, que existe bastante variación entre los ecotipos dentro de las épocas de siembra, pero levemente se puede observar que en la E1 (siembra adelantada) presenta valores bajos en los cuatro ecotipos con relación a las E2 (siembra acostumbrada), E3 (siembra tardía)

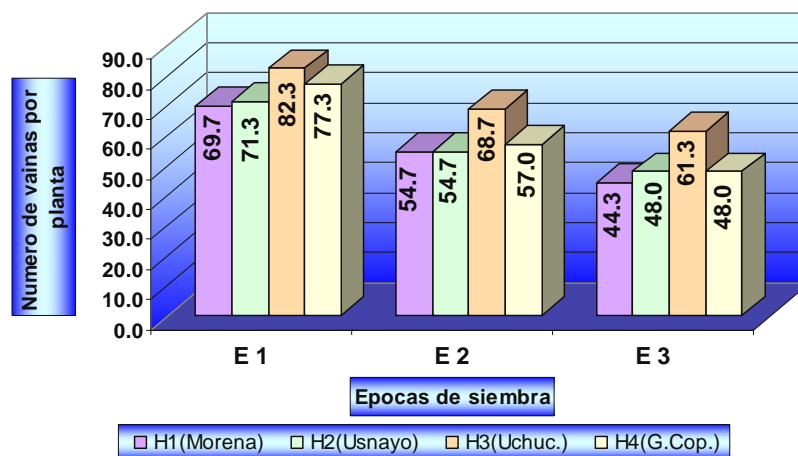
#### **4.2.6. Número de vainas por planta.**

El análisis de varianza en el (Anexo 15), numero de vainas por planta muestra que si hubo diferencias significativas y diferencias significativas entre ecotipos de haba e interacción, con un coeficiente de variación de 9.84%. indicando que fue aceptable el manejo en las unidades experimentales.

La prueba de DMS al 5 por ciento de probabilidad (Anexo 16), para los promedios del número de vainas por planta mostró diferencias significativas entre las épocas de siembra, así la E1 (siembra adelantada) presentó un promedio de 47 vainas por planta esta a su vez presentó mayor respuesta, la E2 (siembra acostumbrada) que presentó de 39 vainas por plantas, para la E3 (siembra tardía) presentó un dato de 30 vainas por planta. Lo que nos indica que los datos son variados y por eso se muestra la significancia y fueron consecuencias de las características climáticas de cada época de siembra para el cultivo de haba.

Referente a los ecotipos de haba en el Anexo 16, indican diferencias estadísticas entre los ecotipos Uchuculu Usnayo y esta respecto a los ecotipos de haba Morena Gigante Copacabana, donde el ecotipo Uchuculu presentó mayor número de vainas por planta que los otros ecotipos, con promedios de 48 vainas por planta, seguidas por el ecotipo Usnayo que presentó un dato de 41 vainas por planta, y para los ecotipos Morena y G. Copacabana los promedios no fueron significativos, respecto a los anteriores, pues los promedios son de 33., 32 números de vainas por planta respectivamente, estas diferencias se deben a las características genéticas de cada ecotipo.

**Análisis del número de vainas por planta de cuatro ecotipos de haba dentro de las tres épocas de siembra.**



**Figura 17. Promedios del número de vainas por planta de cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra comunidad Copacati Alto (Localidad Copacabana) gestión agrícola 2005 - 2006.**

La Figura 17 explica el comportamiento de la variable número de vainas por planta de los cuatro ecotipos de haba en estudio, donde el ecotipo Morena dentro de la E1 (siembra adelantada) presento un promedio de 70 vainas por planta, por lo cual podemos decir que es uno de los datos mas bajos de los ecotipos en esta época, para la E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Morena presento en promedio datos aun mas bajos con un valor de 55 vainas por planta, de la misma manera, en la E3 (siembra tardía) el ecotipo Morena presento en promedio de 44 siendo uno de los datos mas bajos de las tres épocas.

Estos resultados se pueden atribuir que justamente en la fase fonológica de envainado se presentaron precipitaciones pluviales de muy fuerte intensidad que provoco la humedad excesiva del suelo, que tiene como resultado condiciones favorables para el hongo (*Botrytis fabae*) (mancha de chocolate). Esto es ratificado por MACA, (2005), que dice que: las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad mancha de chocolate a nivel mundial son temperaturas que oscilan entre los 20 y 25 °C , siendo la humedad relativa el factor limitante. Con humedades relativas elevadas, el rango de temperatura es de 10 a 25 °C. que la superficie de la planta esté mojada durante cierto periodo. Juega un importante papel en este periodo de la infección.

Para el ecotipo Usnayo en la E1 (siembra adelantada), (Figura 17) los datos obtenidos fueron de 71.3 vainas por planta, el mismo ecotipo en la E2 (siembra acostumbrada) mostró unos resultados bajos con relación a la E1 (siembra adelantada), este mismo ecotipo Usnayo para la E3 (siembra tardía) presentó resultados de 48 vainas por planta, estos datos presentados también se pueden deducir que fueron por las precipitaciones presentadas en el lugar durante la gestión ya que la mancha de chocolate reduce la producción.

En la Figura 17 se puede apreciar que el ecotipo Uchuculu mostró los mejores resultados en cuanto al número de vainas por planta en las tres épocas de siembra, así en la E1 (siembra adelantada) reporto 82 vainas por planta, en la E2 (siembra acostumbrada) 69 vainas por planta, y en la E3 (siembra tardía) 61 vainas por planta. Es decir que este ecotipo es de característica de semillas pequeñas, fue la que presento mayor número de vainas por planta.

En la E1 (siembra adelantada), de la Figura 17 sobre el ecotipo G. Copacabana, se puede apreciar que este presentó promedios también mayores siendo 77.vainas por planta, pero para la E2 (siembra acostumbrada) este ecotipo bajo sus promedios en 57 vainas por planta, con relación a la E1 (siembra adelantada), y en la E3 los resultados fueron de 48 vainas por planta que son bajos con relación a la E1 (siembra adelantada) y E2 (siembra acostumbrada). El comportamiento de este ecotipo es atribuido al problema antes expuesto,

ya que justo en esa fase de la planta las vainas son susceptibles a la enfermedad y esta al clima. Aun así el número de vainas por planta es superior respecto a los dos ecotipos Usnayo y Morena, pues según estudios presentados anteriormente. MACA, (2005) las variedades mejoradas de haba, dependiendo del cultivar, forman entre 6 y 30 vainas por planta.

Al respecto, Maydana (2002) reporto promedios inferiores con relación al presente estudio, de 9 a 10 vainas por planta y le atribuye a la variedad de haba, clima, aspecto genético principalmente

Sin embargo, Aguilar (2001), sobre el numero de vainas por planta del cultivo de haba (variedades Paurumani, habilla de esquena, barco Belén procedentes del centro de investigación fitogenéticas de Pairumani) reportó entre 22.5 a 54.3 vainas por planta, dependiendo de la variedad utilizada y de las condiciones medio ambientales. En consecuencia, la diferencia de numero de vainas por planta encontradas en el ensayo, nos induce a pensar que las condiciones medio ambientales fueron mas apropiadas para la variedades tardías que permitieron una mayor floración consecuentemente un mayor numero de vainas por planta, esto nos hace suponer que los factores de adaptabilidad juegan un papel muy importante en el desarrollo de un cultivo.

#### **4.2.7. Peso de vainas por planta en Kg.**

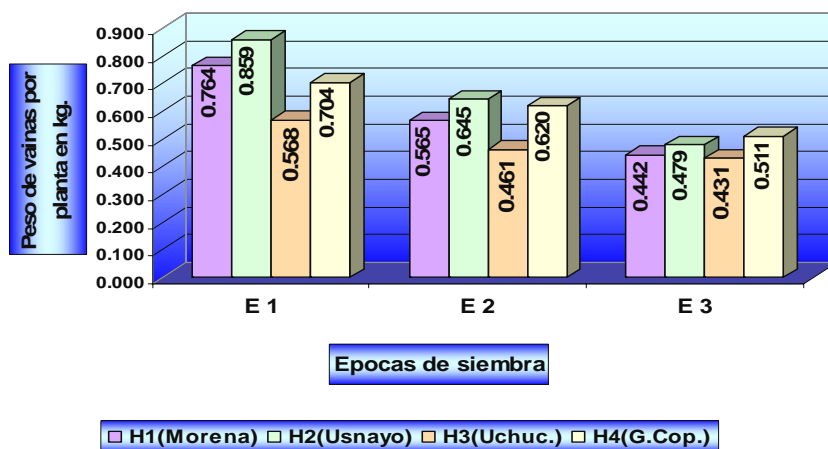
El análisis de varianza (Anexo 15), efectuado para la variable peso de vainas verdes por planta en Kg. señala que hubo diferencias significativas entre las diferentes épocas de siembra, y entre los diferentes ecotipos, también podemos observar que no hubo diferencias significativas entre las repeticiones ni en las interacciones, y un coeficiente de variación de 13.61 por ciento aceptando las unidades experimentales.

La prueba de DMS al 5 por ciento de probabilidad (Anexo 16), para los promedios del peso de vainas verdes por planta en Kg., reportaron que hay diferencias estadísticas entre épocas de siembra así en la E1 (siembra adelantada) los ecotipos de haba presentaron en promedio valores de 0.724 Kg. de peso de vainas por planta, resultados superiores reporto la E2 (siembra acostumbrada) donde el promedio del peso de vainas verdes por planta en kg. fue de 0.573, Y en la E3 se observo los valores mas bajos de 0.461 Kg. de peso de vainas por

planta, como se pudo ver el peso de las vainas por planta varia mostrando significancia entre ellos, este comportamiento se debe a la característica climática dentro de cada época de siembra.

Con relación a los ecotipos (Anexo16) también mostraron diferencias significativas entre el ecotipo Uchuculu con respecto a los ecotipos Usnayo, Morena, G. Copacabana. Los promedios de estos ecotipos fueron 0.648 kg, 0.597k, y 0.612kg de vaina verdes por planta, respectivamente, mientras que el ecotipo Uchuculu tiene un promedio inferior en cuanto peso de vaina por planta de 0.487 kg.

**Análisis del peso de vainas por planta en Kg. de cuatro ecotipo de haba dentro de tres épocas de siembra.**



**Figura 18. Peso de vainas por planta en cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra, en la comunidad de Copacati Alto (Localidad de Copacabana), gestión agrícola 2005- 2006.**

La Figura (18) explica el comportamiento de la variable peso de vainas verdes por planta de los cuatro ecotipos de estudio dentro de las tres épocas de siembra, como podemos observar el ecotipo Morena dentro de la E1 (siembra adelantada). mostró en promedio 0.764 Kg. de peso de vainas verdes por planta, en la E2 (siembra acostumbrada) el mismo ecotipo reporto resultados de 0.565 kg de peso de vainas verdes por planta y como decíamos lo mismo pasa con la E3 (siembra tardía) que presento un dato de 0.442 Kg. de peso de vaina verdes por planta, indicando que existe un decremento del peso en las siembra acostumbradas y tardías.

El ecotipo Usnayo en la E1 (siembra adelantada) de la Figura 18 reporto en promedio el peso de vainas verdes por planta de 0.859 kg., siendo este resultado el mas alto de esta época de siembra , esté mismo ecotipo en la E2 (siembra acostumbrada) también presento valores mayores con respecto a los otros ecotipos con 0.645 kg., pero inferior con relación a la E1(siembra adelantada) y como vemos en la E3 (siembra tardía) presento un valor de 0.479 kg., considerando inferior respecto a las E1 (siembra adelantada), E2 (siembra acostumbrada).

La Figura (18) también muestra el comportamiento del ecotipo Uchuculu el cual reporto los resultados mas bajos en las tres épocas de siembra con respecto a los demás ecotipos de haba, así podemos ver que en la E1 (siembra adelantada) tuvo un promedio de 0.568 kg., de peso de vaina por planta, en la E2 (siembra acostumbrada) un valor de 0.461 kg., de peso de vaina por planta, como se observa en los anteriores ecotipos de haba los resultados obtenidos van rebajando a medida que se retrasan las fechas de siembra, es así que en la E3 el peso por planta del ecotipo Uchuculu tuvo un promedio de 0.431kg de peso de vainas verdes por planta.

Finalmente el ecotipo G. Copacabana (Figura18) dentro de la E1 (siembra adelantada) presento un promedio de 0.704 kg de peso de vaina por planta, mostrando también que este promedio en la E2 (siembra acostumbrada) va reduciéndose a 0.620 kg, aun mas en la E3 (siembra tardía) los promedios del peso de vainas verdes fue de 0.511 kg/planta.

Claramente podemos afirmar que existe diferencias en el peso de vainas verdes por planta en las diferentes épocas de siembra, lo que podemos deducir es que las condiciones climáticas favorables en el tiempo exacto beneficiando a los resultados de los pesos de vaina por planta en los diferentes ecotipos.

Esto es ratificado por Torrez (2005) quien utilizó variedades de papa nativa en diferentes épocas de siembra encontrando que las variedades responden de diferente manera a las condiciones climáticas de cada época de siembra debido a las condiciones favorables de humedad, temperatura y precipitación dentro de cada época de siembra. Por lo tanto se puede indicar que la primera época de siembra fue la que tuvo estas características favorables para el cultivo de papa.

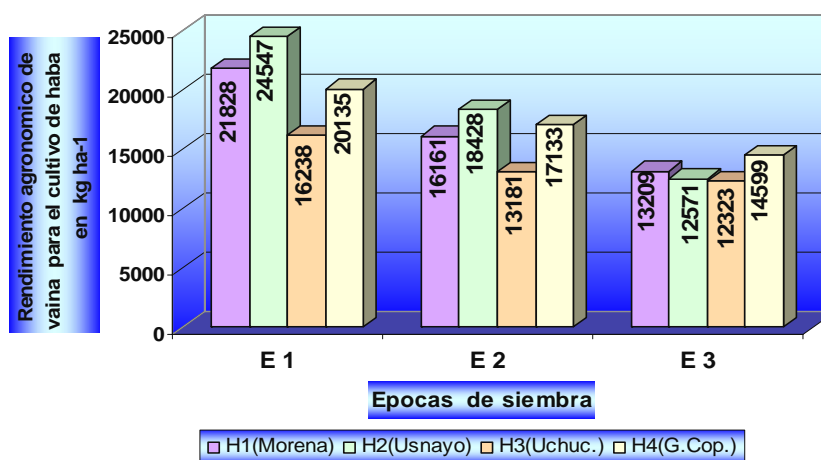
#### 4.2.8. Rendimiento agronómico en vainas para el cultivo de haba en kg ha<sup>-1</sup>.

El análisis de varianza del Anexo 15, efectuado para la variable rendimiento agronómico en vaina (Anexo 19) señala que no hubo diferencias significativas entre las repeticiones, y entre las interacciones, pero existe diferencias significativas entre las épocas de siembra y entre los cuatro ecotipos de haba en estudio. Con un coeficiente de variación de 13.61 por ciento indicando aceptable el manejo en las unidades experimentales.

La prueba de DMS al 5 (%) de probabilidad (Anexo 16), para los promedios del rendimiento en vainas verdes mostró diferencias estadísticas entre las épocas de siembra. Con promedios de 20686.9 Kg ha<sup>-1</sup> para la E1 (siembra adelantada), mientras que para la E2 (siembra acostumbrada) presentó un promedio de 16375.6 Kg ha<sup>-1</sup> y para la E3 presentó un promedio de 13175.6 Kg ha<sup>-1</sup> siendo también diferentes a las anteriores épocas de siembra.

Referente a los diferentes ecotipos (Anexo 16) la prueba de DMS (diferencias mínimas significativas) presentó diferencias significativas entre los ecotipos Usnayo, Morena y G.Copacabana con respecto al ecotipo Uchuculu con promedios de 18515.3, 17.066.2, 17488.8 Kg ha<sup>-1</sup> para los ecotipos Usnayo, Morena y G.Copacabana superiores a los reportados por el ecotipo Usnayo que presenta 1391.8 Kg ha<sup>-1</sup>.

**Análisis del rendimiento de vainas en Kg ha<sup>-1</sup> de cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra.**



**Figura 19. Promedios de rendimiento de vainas de Kg ha<sup>-1</sup> en cuatro ecotipos dentro de tres épocas de siembra, comunidad de Copacati Alto( Localidad Copacabana), gestión agrícola 2005 -2006.**

La Figura 19, revela el comportamiento de la variable, rendimiento de vaina en  $\text{Kg ha}^{-1}$ . Como podemos observar en la E1 (siembra adelantada) el rendimiento en vaina para el ecotipo Morena presentó datos de  $21828,0 \text{ Kg ha}^{-1}$  indicando uno de los mejores rendimientos en las diferentes épocas de siembra, así mismo el mismo ecotipo pero en la E2 (siembra acostumbrada) nos muestra un rendimiento de  $16161,0 \text{ Kg ha}^{-1}$  habiendo reducido su rendimiento con relación a la E1 (siembra adelantada), de la misma manera para la E3 (siembra tardía) los rendimientos para el ecotipo Morena se redujeron aun mas con promedios de  $13209,0 \text{ Kg ha}^{-1}$ . Observándose claramente que en la E1 (siembra adelantada) se tienen los mejores rendimientos.

El ecotipo Usnayo dentro de la época E1 (siembra adelantada), (Figura 19) presentó el promedio de  $24547,0 \text{ Kg ha}^{-1}$  siendo este el mejor rendimiento con relación a las diferentes épocas de siembra. Podemos también observar que el mismo ecotipo en la E2 (siembra adelantada) presento valores de  $18428,0 \text{ Kg ha}^{-1}$  mostrando que rindió mejor con respecto a los ecotipos en esta época, para la E3 (siembra tardía) este ecotipo presentó uno de los datos mas bajos de la época siendo sus resultados de  $12571,0 \text{ Kg ha}^{-1}$ . Podemos asumir que según las épocas de siembra (adelantada, acostumbrada, tardía) los rendimientos van reduciendo según se baya retrasando las fechas de siembra. Pero podemos también ver que es uno de los ecotipos que mejores rendimientos obtuvo durante el experimento.

Continuamos explicando la Figura 19 donde el ecotipo Uchuculu, que muestra los rendimiento mas bajos en las diferentes épocas de siembra, con relación a los demás ecotipos, así podemos ver que en la E1 (siembra adelantada) presento un valor de  $16238 \text{ kg ha}^{-1}$ , en la E2 (siembra acostumbrada) presento datos de  $13181 \text{ Kg ha}^{-1}$ , este dato no esta muy lejos de los rendimientos obtenidos en la E3 (siembra tardía) que fue de  $12323,0 \text{ Kg ha}^{-1}$  mostrando que no existe mucha diferencia entre la E1 (siembra adelantada) y E3 (siembra tardía).

El ecotipo G. Copacabana de la Figura 19 en la E1 (siembra adelantada) presento en promedios un rendimiento de  $20135,0 \text{ Kg. ha}^{-1}$ , mostrando que este ecotipo fue uno de los que presento mejores rendimientos en esta época, el mismo ecotipo en la E2 (siembra acostumbrada) muestran que los valores bajaron con  $17133 \text{ Kg ha}^{-1}$  y para la E3 (siembra tardía) los valores se redujeron a  $14599 \text{ Kg. ha}^{-1}$ . Pero aun así los valores de los cuatro ecotipos estudiados presentan buenos resultados con relación a otros estudios.



Al respecto INFOAGRO (2005), indica que, el rendimiento en haba fresca es variable, dependiendo del cultivar y condiciones agro climáticas, como referencia en los valles interandinos se tuvo rendimientos de 4 a 8 tn ha<sup>-1</sup> y en las zonas altiplánicas de 6 a 10 tn.ha<sup>-1</sup>.

El MACA (2001), indica que: en zonas altas se pueden alcanzar rendimientos en vaina entre 4 y 8 tn/ha (4000 – 8000 kg/ha).

De la misma forma Aguilar (2001), registro rendimientos superiores a los reportados en el presente estudio, para el rendimiento de vainas verdes según la comparación de medias en la localidad de Belén la variedad blanco (Usnayo) registro el mayor promedio con 32.96 tn ha<sup>-1</sup>.

IBTA (1995 – 1996), Citado por PASAP (2003), indica que los rendimientos obtenidos fueron de 8 a 10 tn. ha<sup>-1</sup>, y en condiciones experimentales se obtuvieron rendimientos superiores a 30 tn. ha<sup>-1</sup>.

Como se podrá notar estas diferencias son debidas a que las variedades de haba responden de diferente manera a las condiciones climáticas de cada época de siembra debido a las condiciones favorables de humedad, temperatura y precipitación dentro de cada época de siembra. Por lo tanto se puede indicar que la primera época de siembra fue la que tuvo estas características favorables para el cultivo.

#### **4.2.9. Peso de grano seco por planta en Kg.**

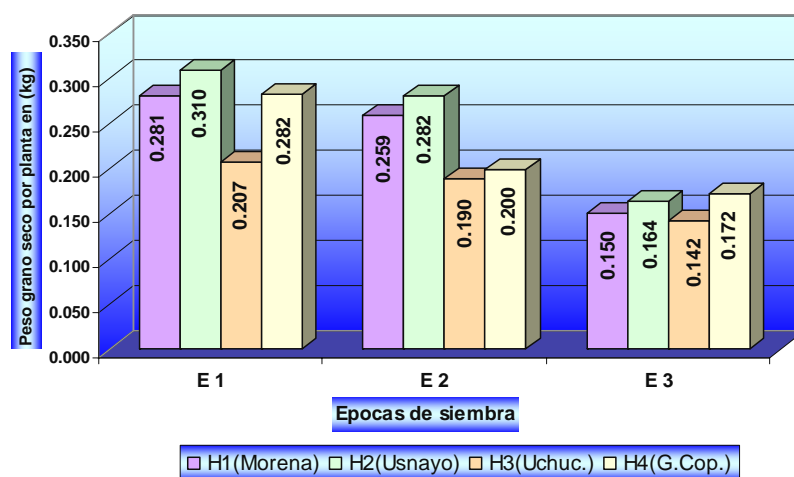
El análisis de varianza (Anexo 15), efectuado para el variable peso de grano seco por planta en kg. señala que hubo diferencias significativas entre los ecotipos en estudio y las épocas de siembra, y no hubo diferencias significativas en las repeticiones ni entre las interacciones, obteniéndose un coeficiente de variación de 14.08%.

La prueba de DMS (diferencias mínimas significativas) al 5% de probabilidad (Anexo 16), para los pesos de grano seco por planta en Kg. con respecto a las épocas de siembra presentaron datos de 0.269 Kg., 0.218 Kg., 0.155 Kg., mostrando diferencias significativas entre épocas de siembra, donde la E1 (siembra adelantada), E2 (siembra acostumbrada), E3 (siembra tardía).

El análisis para los cuatro ecotipos estudiados, muestra que hubo diferencias significativas entre los ecotipos, Morena, Usnayo y G. Copacabana con promedios en peso de 0.235 Kg,

0.231Kg, 0.217 Kg. Respectivamente, con relación al ecotipo Uchuculu que presentó un promedio de 0.174 Kg.

**Análisis del peso de grano seco por planta en kg. de cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra.**



**Figura 20. Promedios de peso de grano seco por planta de cuatro ecotipos de haba dentro de tres épocas de siembra, comunidad de Copacati Alto( Localidad de Copacabana) gestión agrícola 2005 -2006.**

En la Figura 20 se explica el comportamiento del peso de grano seco por planta para los cuatro ecotipos de haba en kg. dentro de las tres épocas de siembra, muestra que en la E1 (siembra adelantada) el ecotipo Morena presentó un peso promedio de 0.281 kg/planta, este mismo ecotipo en la E2 (siembra acostumbrada) presentó datos de 0.259 kg/planta de peso de semilla seca por planta mostrando que existió un incremento con relación a la época E2 (siembra acostumbrada), de la misma manera en la E3 (siembra tardía) el mismo ecotipo tuvo resultados reducidos con relación a las épocas anteriores descritas.

Para el ecotipo Usnayo en la E1 (siembra adelantada), los promedios reflejados fueron de 0.310 kg. de peso de semilla seca por planta, lo cual expresa que es el ecotipo de mejor peso de grano seco en esta gestión agrícola, este mismo ecotipo para la E2 (siembra acostumbrada) presento un peso de semilla por planta que se redujo a 0.282 kg. así mismo en la E3 (siembra tardía) presento promedios de 0.164 kg. de peso de semilla seca por planta. ratificando lo dicho anteriormente, que, según se vaya retrasando la siembra se van reduciendo los rendimientos.

La Figura 20 nos refleja la diferencia que existe en los cuatro ecotipos, en este caso el ecotipo Uchuculu, a simple vista presenta el menor peso en las tres épocas en estudio, Así podemos decir que en la E1 (siembra adelantada) este ecotipo presentó un promedio de 0.207 Kg. de peso de semilla por planta, reduciéndose en la E2 (siembra acostumbrada) con promedios de 0.190 kg. aun mas se redujo en la E3 (siembra tardía) que presenta un valor promedio de 0.142 Kg. de peso de semilla de planta.

Para el ecotipo G. Copacabana de Figura 20, representa que en la E1 (siembra adelantada) sus valores son de 0.282 kg de peso de semilla seca por planta, mientras que para la E2 (siembra acostumbrada) los valores se redujeron a 0.200 kg. la Figura también expresa que el valor promedio de este ecotipo va disminuyendo con relación a las épocas anteriores, el promedio obtenido en la E3 (siembra tardía) fue de 0.172 kg. de peso seco de semilla seca por planta, en la E3 (Siembra tardía). Al respecto Cruz (1999), indicó que al incrementarse la temperatura mínima, se reducen los rendimientos, además que bajo condiciones óptimas de cultivo la temperatura es el factor determinante para definir los rendimientos.

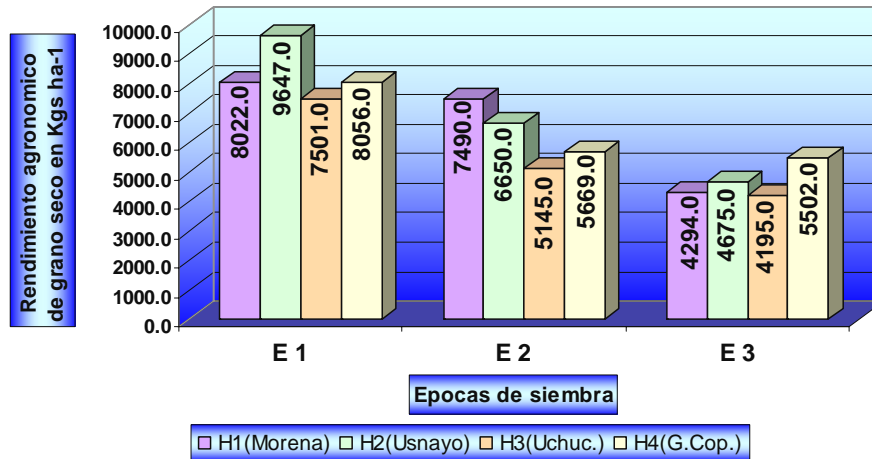
#### **4.2.10. Rendimiento agronómico de grano seco para el cultivo de haba en Kg ha<sup>-1</sup>.**

El análisis de varianza (Anexo 15), realizado para la variable rendimiento agronómico de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> para el cultivo de haba dentro de las tres épocas de siembra nos muestra que no existió diferencia significativa entre repeticiones, sin embargo sí se presento diferencias significativas para las épocas de siembra y diferencias altamente significativas para los ecotipos de haba e interacción. Obteniéndose un coeficiente de variación de 10 a 14 por ciento.

La prueba de DMS (diferencias mínimas significativas) al 5 (%) de probabilidad (Anexo 16), nos muestra que para la variable rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup> existió diferencias significativas entre las tres épocas de siembra el cual se detalla a continuación: para la E1 (siembra adelantada) se tiene un rendimiento promedio de 7621.2 Kg ha<sup>-1</sup> grano seco y para la E2 (siembra acostumbrada) presento promedios de 6073.0 Kg ha<sup>-1</sup> grano seco, de la misma manera el rendimiento obtenido en la E3 (siembra tardía) fue de 5026.3 Kg ha<sup>-1</sup>, mostrando claramente que existió diferencias significativas entre épocas.

Con relación a los ecotipos la prueba DMS (diferencias mínimas significativas) muestra que existió diferencias significativas entre los ecotipos Morena (con rendimiento de 6858.1, Kg ha<sup>-1</sup> de grano seco), Usnayo, rendimiento de 6769.1 en Kg ha<sup>-1</sup> y para el ecotipo G. Copacabana que presento rendimientos promedios de 6410.5 Kg ha<sup>-1</sup>, estos tres ecotipos

se diferenciaron con relación al ecotipo Uchuculu, que presento promedios de, 4923.0 Kg ha<sup>-1</sup>, es así que podemos ver que el ecotipo Uchuculu tuvo posrendimientos mas bajos, con relación a los otros ecotipos en estudio.



**Figura 21. Promedios del rendimiento agronómico de grano seco en Kg. ha<sup>-1</sup> de cuatro ecotipos de haba dentro de las tres épocas de siembra, Comunidad de Copacati Alto (Localidad copacabana), gestión agrícola 2005-2006.**

En la Figura 21 se observa que en la E1 (siembra adelantada) el ecotipo Morena presento un rendimiento promedio, este rendimiento en valor es el mas alto y significativo con relación a los obtenidos a en la E2 (siembra acostumbrada), E3 (siembra tardía), de este ecotipo.

Para el ecotipo Usnayo en la E1 (siembra adelantada) el rendimiento promedio fue de 9647.0 Kg ha<sup>-1</sup> siendo este el mejor rendimiento obtenido en cuanto a épocas y ecotipos, mientras que para el ecotipo Uchuculu el rendimiento promedio fue de 7501.0 Kg ha<sup>-1</sup>, mostrando un comportamiento bajo en la E1 (siembra adelantada) y E2 (siembra acostumbrada), con relación a la E1 (siembra adelantada), para esta misma época el ecotipo G. Copacabana tuvo uno de los mejores rendimientos así podemos ver que el valor obtenido fue de 8056.0 Kg ha<sup>-1</sup> entonces podemos asegurar según la Figura 21 que en la E1 (siembra adelantada) los ecotipos de haba en estudio presentaron los mejores rendimientos, reiterando que sobre sale el ecotipo Usnayo.

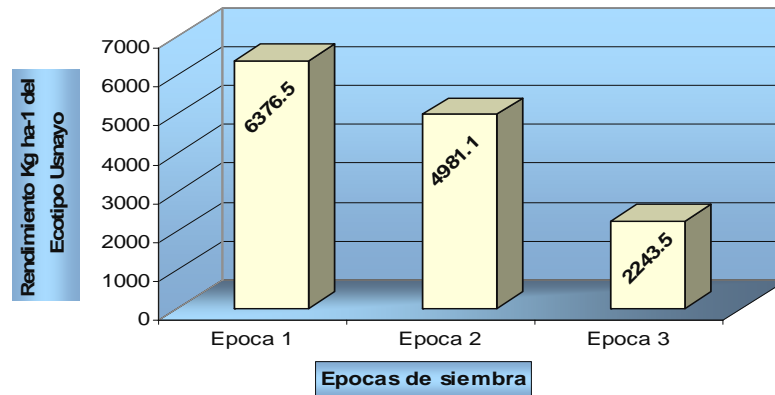
En tanto para la E2 (siembra acostumbrada) el ecotipo Morena presento datos de 7490.0 Kg ha<sup>-1</sup> del grano seco siendo este el mejor rendimiento registrado en esta epoca de siembra dentro de los ecotipos en estudio, de igual manera el ecotipo Usnayo muestra un

rendimiento promedio de 6650.0 Kg ha<sup>-1</sup> de grano seco de haba que a diferencia de la E1 (siembra adelantada) este tuvo un incremento, para el ecotipo Uchuculu los valores fueron de 5145.0 Kg ha<sup>-1</sup>, que representa el valor mas bajo dentro de la E2 (siembra acostumbrada), para esta misma época el ecotipo G. Copacabana tiene un valor de 5669.0 kg. Ha<sup>-1</sup>, que claramente indica un decremento con relación a la E1 (siembra adelantada), Finalmente en la E3 (siembra tardía) el ecotipo Morena presentó un rendimiento de 4294.0 Kg ha<sup>-1</sup>, en comparación a los obtenidos en la E1 (siembra adelantada) y E2 (siembra acostumbrada), de igual forma para el ecotipo Usnayo el los promedios se redujo en 4675.0 Kg ha<sup>-1</sup> de grano seco en relación a las E1 (siembra adelantada) y E2 (siembra acostumbrada), mientras que para el ecotipo Uchuculu el rendimiento promedio presentado fué de 4195.0 Kg ha<sup>-1</sup> siendo este el promedio mas bajo con relación a los obtenidos de todos los ecotipos dentro de las tres épocas de siembra, en cambio el ecotipo G. Copacabana tuvo un valor de 5502.0 Kg ha<sup>-1</sup>, mostrando que no existió mucha diferencia con respecto con la E2 (siembra acostumbrada).

Por lo tanto, observando la Figura 21 muestra que a medida se van retrasando las épocas de siembra los rendimientos disminuyen y que el comportamiento del cultivo de haba al variar las épocas de siembra se debe a las características genéticas de cada ecotipo de haba y de las condiciones favorables del clima.

Estos resultados fueron comparados por los encontrados en la comunidad Copacati Alto de la Localidad de Copacabana, documento final de Proyecto IPQ/LP/01023 (2006) Épocas de siembra variedades de papa y ecotipos de haba como opciones de adaptación al Cambio Climático en la Provincia Manco Kápac, Dpto. La Paz. en las parcelas demostrativas familiares (20 agricultores) del proyecto de la Facultad de Agronomía y Programa Nacional de Cambios Climáticos durante la gestión agrícola 2005-2006 donde se obtuvieron los siguientes rendimientos: (Figura 22)

En la Figura 22, podemos ver el rendimiento agronómico de grano seco los promedio del ecotipo Usnayo alcanzado por las parcelas demostrativas familiares fueron de 6,376.0 Kg. ha<sup>-1</sup> para la primera época; 4,981.0 Kg. ha<sup>-1</sup> en la segunda época y 2243.5 kg. ha<sup>-1</sup> en la tercera época, estos rendimientos para el ecotipo Usnayo (ecotipo con el que trabajaron los comunarios), por ser un ecotipo comercial.



**Figura 22. Rendimiento agronómico del grano seco en Kg ha-1 en parcelas demostrativas familiares del ecotipo Usnayo en épocas de siembra.**

Considerando los rendimientos obtenidos en la E2 (época acostumbrada) con respecto a la (época adelantada), creemos que la diferencia entre ambas épocas de siembra trae beneficios cuantitativos en términos de rendimiento, lo cual repercutirá en los ingresos económicos de las familias productoras, si es que acaso las siembras adelantadas fueran una alternativa constante o por lo menos durante los años que según simulaciones de los comportamientos climáticos sean favorables para el altiplano, pues existe la precipitación requerida.

Al respecto Torrez (2005) quien realizó una investigación con diferentes épocas de siembra como opciones de adaptación al Cambio Climático para el cultivo de papa, (*Solanum tuberosum spp sub sp. andigenum*), para la Localidad de Copacabana, encontró que en general todas las variedades tienden a reducir los rendimientos cuando se retrasa las épocas de siembra.

Similares comportamientos registro Pugarico (2003), en el cultivo de maíz (*Zea mays*) para el sector tropical, donde indico que a medida que se retrasaban las fechas de siembra los rendimientos fueron menores o más deficientes. Afirmando que el mayor rendimiento de maíz se obtuvo en la época uno y el menor rendimiento en la última época de siembra de su correspondiente estudio.

Torrico (1998), indico que, cuando se incrementa la temperatura la actividad enzimática de la planta se acelera, logrando mayor asimilación de CO<sub>2</sub> y mayor actividad fotosintética, razón por la cual el mismo incremento de temperatura para regiones del altiplano y valles provoca

mayor reacción en los rendimientos del altiplano y en general después del año 2000 los incrementos en el rendimiento son 3% más en el Altiplano que en los valles, pero después del 2040 si no se toman medidas adecuadas tales como la aplicación de riego los rendimientos bajan drásticamente, debido a que a partir de este año la temperatura va aumentando a más de 1 °C y los niveles de pérdida de agua no se ven compensados con el incremento de la precipitación.

Según los datos adquiridos de la estación meteorológica del lugar con respecto a T° máximas, T° mínimas estas varían según las épocas de siembra en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, entonces se puede asumir que los rendimientos adquiridos son atribuidas a los factores de Cambio Climático, manejo agronómico características genéticas del cultivo de haba y condiciones favorables del suelo.

Asimismo PASAP, (2003) encontró que el rendimiento promedio en grano seco de variedades o ecotipos criollos es de 0,8 tn ha<sup>-1</sup>, en cultivares mejorados en condiciones de valle y experimentales es de 2 a 3,5 tn ha<sup>-1</sup>, y para la zona altiplánica fue de 3 a 4,5 tn ha<sup>-1</sup>. bajo condiciones de producción comercial los rendimientos son cultivares mejorados para Valles y Altiplano son de 2 a 3 tn ha<sup>-1</sup> respectivamente, mostrando que existe una similitud de resultados para la E3 (siembra tardía) en el estudio y no así para la E1 (siembra adelantada) y E2 (siembra acostumbrada) donde se obtuvieron rendimientos mayores.

Mientras que Aguilar (2001) en el estudio Validación de Variedades Mejoradas de Altura y de Valle en condiciones de Belen Altiplano Norte, reporto promedios en resultado de rendimiento en grano seco de 5.939,1 kg ha<sup>-1</sup> y 5.584.3 kg ha<sup>-1</sup> en las variedades EEB Y Barco Belen respectivamente.

IMACCPH, (2000) en su libro titulado Identificación, Mapeo y Análisis Competitivo de la Cadena Productiva de Haba, para la variedad Pairumani 1, registró un crecimiento paulatino de 20.5 tn a 44.5 tn.

## V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos específicos y resultados obtenidos en las variables de respuesta de la presente investigación, se pudo llegar a las siguientes conclusiones.

- Las épocas de siembra que ofrecieron mejores condiciones climáticas para el desarrollo y crecimiento de los ecotipos en estudio fueron: la primera época de siembra (E1) y la segunda época de siembra (E2), esto determinado a través del análisis climático y el comportamiento agronómico de los ecotipos de haba, el cual mostró que durante la campaña agrícola 2005-2006 existieron incrementos en la Precipitación Pluvial, Humedad Relativa, Humedad del suelo y Temperaturas Media Ambiente y Máximas, pero las Temperaturas Mínimas tiende a bajar; esto es corroborado por el análisis de los coeficientes de determinación (Anexo 14), en donde para el periodo 1973-2003 las Temperaturas Máximas tienden a incrementarse por año y las Temperaturas Mínimas a reducirse, aspecto que coincide con los cambios previstos en el clima a nivel mundial que indican que existe un calentamiento a nivel global y enfriamiento debido a las bajas temperaturas.

Por ultimo se puede indicar (considerando estudios presentados en años pasados) que el adelanto de las siembras y manejo de ecotipos de haba, son medidas de adaptación al cambio climático que se pueden aplicar en campo, para disminuir o paliar los efectos adversos de las nuevas condiciones climáticas a las cuales estarían expuestos los cultivos o el sector agrícola.

- Por otro lado al evaluar las tres épocas de siembra (siembra adelantada “E1”, siembra acostumbrada “E2” y siembra tardía “E3”) para el cultivo de haba los resultados obtenidos fueron que en la E1 (siembra adelantada) presento los mejores rendimientos de producción tanto para vaina como para grano seco, mientras que para la E2 (siembra acostumbrada) los rendimientos se redujeron haciendo una notable diferencia, este decremento prosiguió para la E3 (siembra tardía) donde los rendimientos de producción fueron muy bajos con relación a las E1 (siembra adelantada), E2 (siembra acostumbrada).



Ejecutando la relación de los datos obtenidos en la estación meteorológica se puede concluir que las condiciones climáticas favorecieron el desarrollo del cultivo en la E1 (siembra adelantada), para los cuatro ecotipos de haba dándole la oportunidad de una maduración completa.

- Con relación a los cuatro ecotipos en estudio como una opción de adaptación al cambio climático se encontró que el ecotipo Usnayo reportó los mejores rendimientos en vainas y grano seco, 24547.0 Kg.ha-1 y 9647 Kg.ha-1 respectivamente, dentro de la época de siembra adelantada (E1), es decir que este ecotipo fue el que mejor se adaptó a la siembra adelantada, seguidos por los ecotipos Morena (rend. Vaina 21828 Kg.ha-1, rendimiento. Grano seco 8022 Kg.ha-1) y G. Copacabana (rend. Vaina 20135 Kg.ha-1, rendimiento Grano seco 8056 kg.ha-1), mientras tanto que para el ecotipo Uchuculu por las características de tamaño los rendimientos con relación a los anteriores ecotipos fueron bajos.

Respecto a las variables agronómicas evaluadas durante el experimento, como ser: Cobertura foliar y Altura de planta estas no son indicadoras para un buen rendimiento agronómico al momento de la cosecha, puesto que para el caso del cultivo de haba no es favorable mayor incremento foliar, es así que el agricultor prefiere quitar los ápices a una altura determinada para así beneficiar la maduración completa de los frutos.

Finalmente, por los resultados reportados en las parcelas demostrativas familiares y los encontrados en la parcela experimental de la comunidad Copacati Alto, se concluye que en siembras adelantadas y acostumbradas el ecotipo Usnayo logró mejores respuestas, y en siembras tardías el ecotipo G. Copacabana, siendo bajo, con relación a las épocas adelantadas y acostumbradas.

## VI. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta que, el Altiplano posee una serie de microclimas, donde se cuenta con una variación climática local, variación de suelos e incluso de manejo, se recomienda que este tipo de investigaciones pueda ser replicado, no solo en el tiempo, sino en diferentes espacios geográficos.

Analizando los resultados obtenidos en esta investigación (OPCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CULTIVO DE HABA (*Vicia faba* L.), ALTIPLANO NORTE LA PAZ), se recomienda repetir el experimento por lo menos tres gestiones agrícolas, donde se pueda implementar épocas de siembra con frecuencias mayores o iguales a 30 días y así corroborar que las siembras adelantadas son las mejores.

Con respecto a los ecotipos, se recomienda emplear el ecotipo Usnayo en siembras adelantadas y G. Copacabana en siembras tardías, debido a que fueron los que mejor rendimiento agronómico reportaron durante la campaña agrícola 2005/2006.

Realizar el mejoramiento genético para el cultivo de haba, con el fin de obtener semilla certificada, para una mejor producción y darle más importancia al cultivo de haba, puesto que es muy rentable para los agricultores de la Localidad de Copacabana.

Efectuar más investigaciones a través de las Metodologías de Desarrollo Participativo, donde los agricultores o comunarios puedan mejorar sus sistemas de producción y la adquisición de conocimientos necesarios, para reducir la vulnerabilidad de este sector ante las adversidades de los Cambios Climáticos presentes.

Entre otras considero que es también importante el “expandir más información acerca de la temática del Cambio Climático y sus efectos en la agricultura, para el Altiplano boliviano”.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, A.** 2001. Validación de Variedades Mejoradas de haba de altura y de valle en condiciones de Belen Altiplano Norte, La paz Bolivia. P45-63.
- Belt,** 2000. Noticias Profesionales. Seguridad medio ambiente y protección del mundo. Consultado el enero 17 de 2006. Disponible en [http:// www.Belt.es](http://www.Belt.es).
- Belt,** 2004. Noticias Profesionales. Medio ambiente y el cambio climático. Consultado el febrero 20 de 2006. Disponible en [http:// www.Belt.es](http://www.Belt.es).
- Banco Mundial.** 1992. Informe sobre el Desarrollo Mundial; Desarrollo y Medio Ambiente. 1º ed. Washington, D.c. 300p, p.65-68.
- Canahua, A.** 1991. Agro ecología de las papas amargas en Puno In: Iº Mesa redonda: Perú-Bolivia, La Paz Bolivia. P.57-68.
- Cordelim,** 2004. Corporación para la promoción del mecanismo de desarrollo limpio, cambio climático y sus repercusiones “Consultado el 15 de febrero de 2006. Disponible en [www.cordelim.net](http://www.cordelim.net).
- Cruz, D.** 1999. Programa Nacional de Cambios Climáticos; Emisiones de gases de efecto invernadero, Inventario. La Paz Bolivia.
- Cruz, D.** 2004. Bolivia: Impactos del Cambio Climático en los ecosistemas alimentarias y agricultura en Bolivia y el mundo. P 19-30.
- CMNUCC,** 2004. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en [www.tecnun.es](http://www.tecnun.es). Consultado el 28 de enero de 2006.
- Cécile, B.M.** 1990. Bolivia medio ambiente y ecológica aplicada, Instituto de Ecológica UMSA. Artes gráficas Latinas, Impreso en Bolivia 318 p.
- Eugene,** 1997. Global change coorse. Traducido por Enrique Ortiz Torres (2003). Consultado el 25 de febrero de 2006. Disponible en [www.Geology.iastate.edu](http://www.Geology.iastate.edu).
- FCCC,** (Convención Marco sobre el Cambio Climático). 2005. Repercusiones del cambio climático medidas de adaptación y estrategias de repuesta. Consultado el enero 25 de 2006. Disponible en [www.fccc.gov](http://www.fccc.gov).
- FAO,** 1997. Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación. p 13-15
- FAO,** 2001. 15º período de sesiones el cambio climático y el protocolo de kyoto: cuestiones fundamentales del sector foresta. Consultado el 28 de marzo de 2006. Disponible en [http:// www.fao.org](http://www.fao.org).
- FAO,** 2004. Variabilidad y cambio del clima: un desafío para la producción agrícola sostenible, Consultado el 20 de mayo de 2006 Disponible en [http:// www.fao.org](http://www.fao.org)

**FAO**, 2005. Variabilidad y cambio del clima: un desafío para la producción agrícola sostenible, Consultado el 20 de mayo de 2006 Disponible en [http:// www.fao.org](http://www.fao.org).

**Gardiner**, 2004. Efectos actuales de los cambios climáticos, Consultado el 20 de mayo de 2006. Disponible en [http:// www.windows.ucar.edu](http://www.windows.ucar.edu).

**García, M.** 2005. Programa Nacional de Cambios Climático. Boletín informativo N° 2, Pág. 9, La Paz Bolivia.

**García, M. Cristal, T. Edwin Y.**, 2006 Evaluación de las tendencias del balance hídricas del cambio climático. P1-42

**Henson**, 1995. El cambio Climático global. Consultado el 15 de diciembre de 2001. Disponible en [http://www España/producción/ cambio climático global.com](http://www.España/producción/cambio climático global.com)

**Infoagro**, 2005. "Instituto interamericano de cooperación para la agricultura" Unidad de desarrollo rural sostenible. Consultado en marzo de 2006. Disponible en [www.infoagro.gov.bo](http://www.infoagro.gov.bo)

**INE** (Instituto Nacional de Estadísticas). 2001. Anuario Estadístico, Impr. Génesis, La Paz Bolivia. 561p.

**INE-MDSP** (Instituto Nacional de Estadísticas- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación). 1999. Atlas estadístico de Municipios. Plural. La Paz Bolivia. 540 p.

**IPCC** (Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos). 2001. Cambio Climático: Efectos, adaptación, y vulnerabilidad Consultado el 20 de mayo de 2006. Disponible en [http:// www.grida.no.htm](http://www.grida.no.htm)

**IPCC** (Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos). 2002. Reporte. Consultado el 20 agosto de 2005. Disponible en <http://www.cambio climático global.com>

**IICA**, (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2002. Consultado en marzo de 2006. Disponible en [www.infoagro.gov.bo\\_archivos](http://www.infoagro.gov.bo_archivos)

**IMACCPH**, (Identificación, Mapeo y Análisis Competitivo de la Cadena Productiva de Haba). 2000. "Leguminosa del altiplano" Santiago Chile. Pag.158.

**Lozano**, (2004). "Evidencia de cambio climático: cambios en el paisaje", en Cambio Climático: una visión desde México, INE. Consultado el 13 de marzo de 2006. Disponible en [http:// www.fao.org](http://www.fao.org).

**MACA**, (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios). 2005. Boletín técnico "cultivo de haba" Consultado el 13 de marzo de 2006. Disponible en [http:// www.agrobolivia.gov.bo](http://www.agrobolivia.gov.bo) La Paz Bolivia.

**MACA**, (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios). 2002 “Boletín técnico el cultivo de haba”. Disponible en [www.maca.gov](http://www.maca.gov). (Pdf), Consultado en enero de 2006.

**Mendoza, Villanueva**, 2004. Cambio climático, una visión desde México, Consultado el 20 de mayo de 2006. Disponible en <http://www.Terra.com.mx4>.

**MAGDER** (Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural). 2000. Introducción a la nutrición de las plantas; Proyecto FAO Fertilizante, Bolivia. 32p. p.4-6

**MDSMA –PNCC** (Ministerio de Desarrollo sostenible y Medio Ambiente, Programa Nacional de Cambios Climáticos). 1997. Vulnerabilidad y Adaptación de los ecosistemas al posible cambio climático y análisis de mitigación de gases de efecto invernadero. Edit. Artes Gráficas Latinas, La Paz Bolivia 257p .

**MDSMA-PNCC** (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Viceministro de medio ambiente, Recursos naturales y Desarrollo forestal, Programa Nacional de Cambios Climáticos ). 2000. Plan Nacional de acción sobre el cambio climático, La Paz Bolivia. 240p.

**Montes De Oca, I.** 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia, 3º Edición. La Paz Bolivia. 614 p.

**OMM** (Organización Meteorológica Mundial). 1991. Fichas Informativas del cambio climático. Disponible en <http://www.climatec.@unicc.bitnet>. IUCG.

**PROINPA**. 2001. cadena Agroalimentaria del haba de altura para exportación, Cochabamba Bolivia. Disponible en Web: [www.proinpa.org](http://www.proinpa.org)

**PNAC**, (1999). Programa Nacional de Acción Climática, Documento para Consulta Pública, México, marzo, 1999, p.4

**PROINPA**, (Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2000 “Cadena agroalimentaria del haba de altura para la exportación” La Paz Bolivia.

**Pusarico, R.** 2003. Evaluación de cuatro variedades de maíz duro (*Zea mays L.*) en cinco épocas de siembra como medidas de adaptación al cambio climático en la región sub-tropical de La Paz. Tesis de grado Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 138p.

**Ribstein, P ; Francou, B.** eds. 1995. Aguas glaciares y Cambio climático en los Andes tropicales; Seminario Internacional conferencias y posters, ORSTOM-UMSA-SENAMHI-CONAPH, 298 p., p.77-80.

**Rodríguez, R.** 1991. Fisiología Vegetal. Edit. Los Amigos del Libro. Cochabamba Bolivia. 445 p.

- Rudy, M.** 2000. Introducción de tres especies de leguminosas en tres épocas de siembra en la provincia Loayza del Dpto. de La Paz Bolivia. Tesis de grado Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 80p
- Salinas, S.** 2002. Validación del modelo de simulación Lintul (Light Intercepción and Utilización) para estimar el daño de las heladas en el cultivo de papa (*Solanum ssp.*). Tesis de grado Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 95 p.
- SENAMHI** (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2002. Archivos, datos históricos de temperaturas, precipitaciones y humedad relativa ambiente, La Paz Bolivia.
- Torrice, A.J.** 1998. Vulnerabilidad y opciones de adaptación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) al Cambio climático para condiciones del altiplano y valles utilizando modelos de simulación. Tesis de grado, Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. La Paz Bolivia.
- Torrez,** 2005. Épocas de siembra y variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum* subs. Andigenum y *S. x juzepczukii*), como alternativas de adaptación al Cambio Climático, en la Provincia Manco Kapac, La Paz. Tesis de grado, Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. La Paz Bolivia.
- Vidal, W.** 1989. Datos Meteorológicos de Copacabana; Agencia de Extensión Agrícola IBTA. La Paz Bolivia. 31p.

**ANEXOS**

**ANEXO 1.** Resultado de los Análisis Estadísticos de la Prueba de de Mann - Kendall  
Evaluación de las tendencias del balance hidrico como indicador del C.C.

Resultado de los Análisis Estadísticos de la Prueba de Mann - Kendall  
en los registros de Temperaturas Mínimas de las estaciones consideradas.

<b>Estación</b>	<b>Significancia</b>	<b>Estación</b>	<b>Significancia</b>
Copacabana	SS(-)	Oruro	SS(+)
Belén	SS(-)		
El Alto	SS(-)	Chinoli	SS(-)
Calacoto	SS(-)	Potosí	SS(-)
Viacha	SS(+)	Puna	SS(-)
Charaña	SS(+)	Ravelo	SS(-)
Ayo Ayo	SS(+)	Tupiza	S(+)
Patacamaya	SS(+)	Mojo	S(+)

Resultado de los Análisis Estadísticos de la Prueba de Mann - Kendall  
en los registros de Temperaturas Máximas de las estaciones consideradas.

<b>Estación</b>	<b>Significancia</b>	<b>Estación</b>	<b>Significancia</b>
Copacabana	NS	Oruro	S(+)
Belén	NS		
El Alto	SS(+)	Chinoli	SS(+)
Calacoto	SS(+)	Potosí	SS(+)
Viacha	SS(+)	Puna	SS(+)
Charaña	S(+)	Ravelo	NS
Ayo Ayo	NS	Tupiza	NS
Patacamaya	NS	Mojo	NS

Resultado de los Análisis Estadísticos de la Prueba de Mann - Kendall  
en los valores anuales de la Precipitación acumulada durante el año  
hidrológico en las estaciones consideradas.

<b>Estación</b>	<b>Significancia</b>	<b>Estación</b>	<b>Significancia</b>
Copacabana	SS(-)	Oruro	S(-)
Belen	S(-)		
El Alto	S(+)	Chinoli	S(+)
Calacoto	S(+)	Potosí	S(-)
Viacha	NS	Puna	S(-)
Charaña	NS	Ravelo	NS
Ayo Ayo	S(+)	Tupiza	S(-)
Patacamaya	NS	Mojo	S(-)

**NS:** No significativa,

**S:** Significativo

**SS:** Altamente significativa

**(+):**Tendencia positiva

**(-):**Tendencia negativa



**ANEXO 2.** Ubicación de las parcelas demostrativas familiares y experimentales conjuntamente los carteles correspondientes.

**Beneficiarios del proyecto, junto a su parcela demostrativa, Sra. Micaela V., Julia M. y el Sr. Jaime C.**



E3= 3° época de siembra



E2= 2° época de siembra



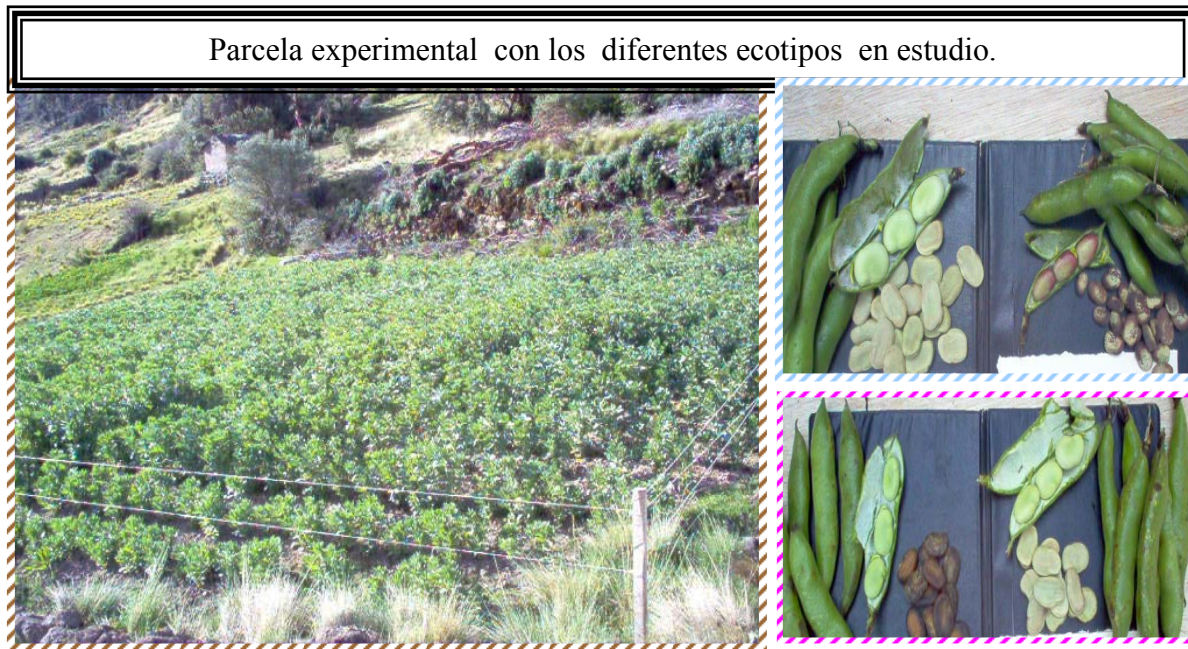
E1= 1° época de siembra

**Tesista, junto a la parcela experimental correspondientes a las tres épocas de siembra.**





**ANEXO 3.** Parcelas experimentales con los ecotipos Morena Usnayo, Uchuculu, G. Copacabana.



**ANEXO 4.** Abonado de las parcelas experimentales.





**ANEXO 5.** Presencia de la mancha de chocolate en el cultivo de haba.

Parcela muy infectada con la enfermedad y hoja de haba con inicios de la enfermedad

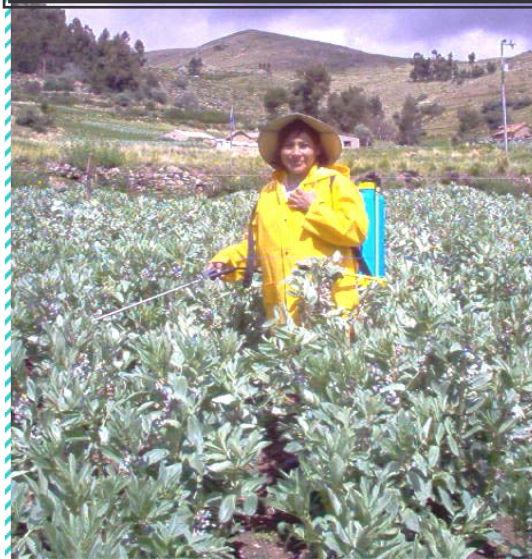


**ANEXO 6.** Componentes del Caldo de bordales

Preparación del caldo de bordales



Fumigación con el caldo de bordales en el cultivo de haba





**ANEXO 7.** Cosecha y Kalchado en el cultivo de haba.

Cosecha del cultivo en las parcelas experimentales y demostrativas



**ANEXO 8.** Instalación de los tubos de acceso en la parcela experimental para la medición de la humedad del suelo.

Perforación del suelo para la instalación de los tubos de acceso y el equipo TDR



Perforación del suelo



TDR



Toma de datos



**ANEXO 9.** Cultivo de haba en emergencia.



**ANEXO 10, 11, 12.** Toma de datos de la Cobertura foliar, flores del cultivo de haba y altura a la cosecha.



Inicio de floración



Partes de la flor



Cobertor floral



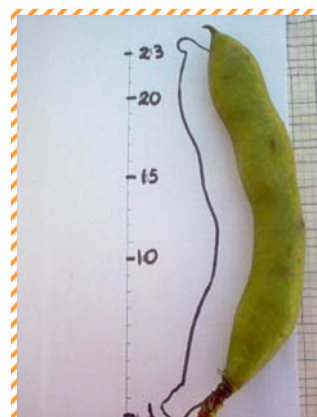
Altura de planta



**ANEXO 13,17.** Peso de Vaina por planta y ecotipos de haba con sus respectivos nombres y tamaños.



Semilla de 4 cm. de largo



Vaina de 23 cm. de largo

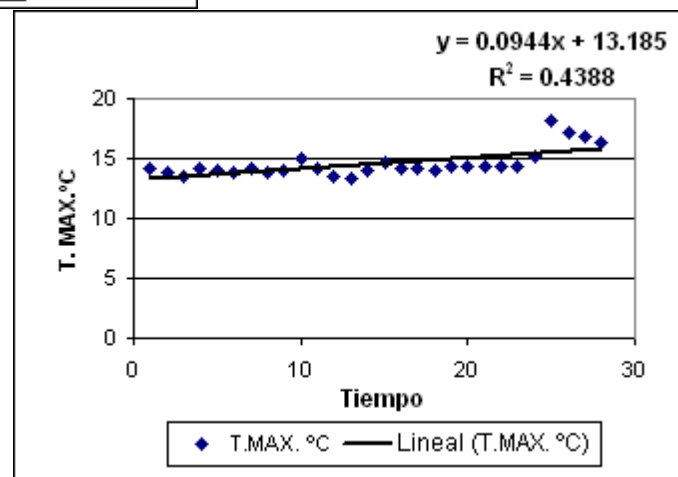
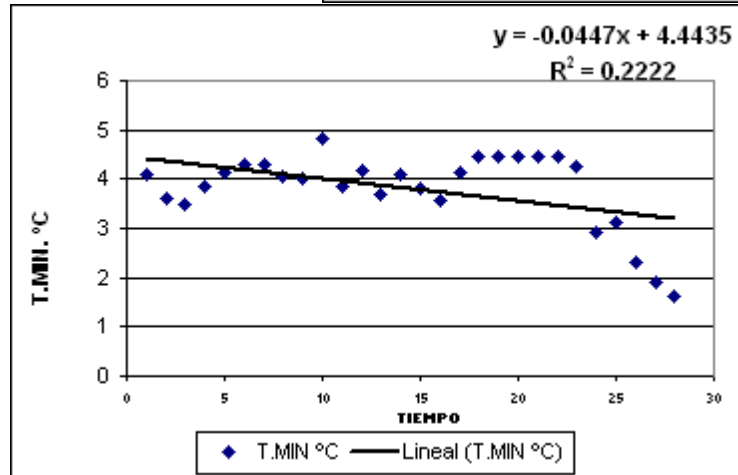
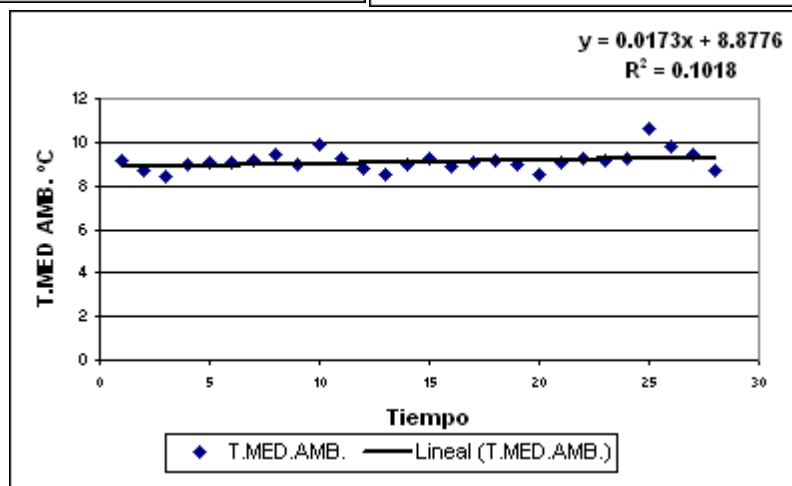
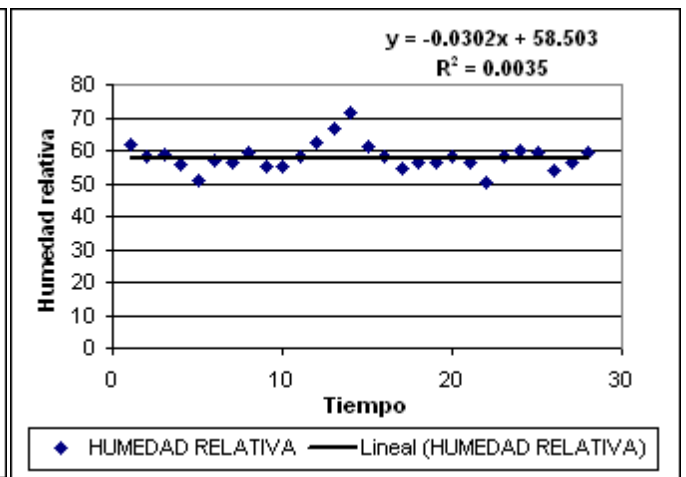
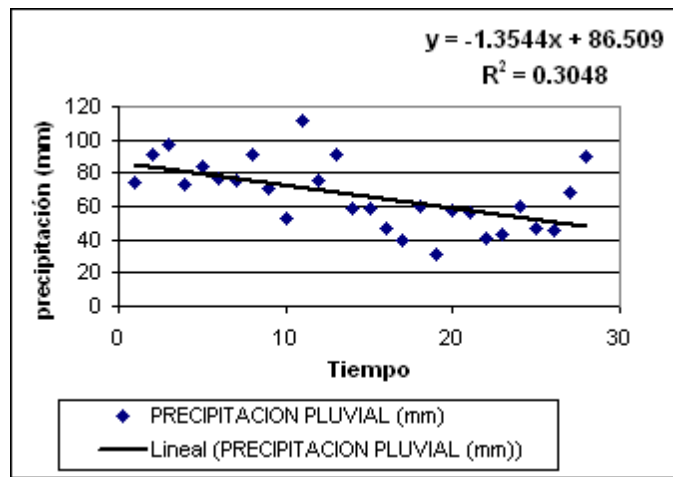
**ANEXO 14.** Correlación y regresión lineal simple de promedios anuales de las variables climáticas, respecto a los años 1973/2003, para la Localidad de Copacabana.

Nº	X (VAR.IND.)	Y (VAR. DEP.)				
	AÑO	PROMEDIOS ANUALES				
		PRECIP. PLUVIAL mm	HUMEDAD %	T. MED AMB°C	T.MAX °C	T.MIN °C
1	1973/74	74.8	61.8	9.1	14.2	4.1
2	1974/75	91	58.1	8.7	13.8	3.6
3	1975/76	97.6	58.7	8.4	13.5	3.5
4	1976/77	73.6	55.9	9	14.2	3.9
5	1977/78	83.9	50.7	9.1	14	4.1
6	1978/79	77.1	56.9	9.1	13.9	4.3
7	1979/80	76	56.1	9.2	14.2	4.3
8	1980/81	91.4	59.4	9.4	13.8	4.1
9	1981/82	70.9	55	9	13.9	4
10	1982/83	53.4	55.4	9.9	14.9	4.8
11	1983/84	111.6	58.1	9.2	14.1	3.9
12	1984/85	75.4	62.6	8.8	13.5	4.2
13	1985/86	91.1	66.6	8.5	13.4	3.7
14	1986/87	59	71.3	9	13.9	4.1
15	1987/88	59	61.3	9.2	14.7	3.8
16	1988/89	46.7	58.3	8.9	14.2	3.6
17	1989/90	40.1	54.3	9.1	14.2	4.2
18	1990/91	59.7	56.5	9.1	14	4.4
19	1991/92	31.8	56.6	9	14.3	4.4
20	1992/93	58.2	58.3	8.5	14.3	4.4
21	1993/94	55.9	56.5	9	14.3	4.4
22	1994/95	40.6	50.5	9.2	14.3	4.4
23	1995/96	43	58.1	9.1	14.3	4.2
24	1996/97	59.6	59.9	9.3	15.1	2.9
25	1997/98	47.2	59.3	10.7	18.2	3.1
26	1998/99	45.3	53.9	9.8	17.3	2.3
27	1999/00	68.8	56.3	9.4	16.9	1.9
28	2000/01	89.8	59.5	8.7	16.4	1.6
29	2001/02	65.8	56.7	7.9	15.9	3.1
30	2002/03	85.4	56.2	8.2	16	4.2
31	2003/04	66.8	58	8.9	16.3	4.3
<b>REGR. LINEAL</b>		y=- 1.35x+86.51	y=- 0.03x+58.5	y=0.017x+8.87	y=0.094x+13.18	y=- 0.044x+4.44
<b>Coef. Determ.</b>		R2=0.30	R2=0.0035	R2=0.1018	R2=0.4388	R2=0.22

**ECUACION:**

$y = a+bx$  (b= Coef. de regresión o pendiente a= Intercepto)

$R^2$  = COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN





**ANEXO 15.** Análisis de varianza.

Fuentes de variación	GL	% de emergencia a los 30 días	% de floración a los 105 días	Nº de tallos por planta	Cobertura foliar en %	Altura de planta a la cosecha
		CM	CM	CM	CM	CM
Repeticiones	2	109.0312 <b>Ns</b>	71.53125 <b>Ns</b>	0.75000 <b>Ns</b>	1000000 <b>NS</b>	35.59375 <b>Ns</b>
Factor A (épocas)	2	2084.03125 *	325.703125 <b>Ns</b>	0.083313 <b>Ns</b>	1216.583984 **	290.09375 *
Error A	4	142.359375	96.523438	2.833344	5.708008	17.781250
Facto B (ecotipos)	3	37.963543 <b>NS</b>	89.583336 <b>Ns</b>	0.546305 <b>Ns</b>	308.740875 **	743.75 **
Interacción	6	35.882813 <b>NS</b>	72.911461 <b>Ns</b>	2.046305 <b>Ns</b>	16.879557 <b>NS</b>	47.90625 *
Error B	18	55.322918	135.418396	1.435181	26.250000	14.100695
Total	35					
		C.V.=10.84%	C.V.=13.67%	C.V.=17.75%	C.V.=16.01%	C.V.=2.28%

Fuentes de variación	GL	Nº de vainas x plta.	Peso de vainas por plta. en Kg	Rendimiento agronómico en vainas para el cultivo de haba en Kg ha-1	Peso de grano seco por planta en Kg	Rendimiento agronómico de grano seco para el cultivo de haba en Kg ha-1
		CM	CM	CM	CM	CM
Repeticiones	2	33.583984 <b>Ns</b>	0.001038 <b>Ns</b>	824320 <b>Ns</b>	0.000942 <b>Ns</b>	28352 <b>Ns</b>
Factor A (épocas)	2	825.583984 *	0.208533 **	170491392 *	0.039082 *	20452352 *
Error A	4	8.416016	0.005578	4554752	0.00069	385664
Facto B (ecotipos)	3	510.101563 **	0.043406 **	35417772 *	0.007033 *	7276800 **
Interacción	6	455.768219 **	0.012449 <b>Ns</b>	10158080 <b>Ns</b>	0.001804 <b>Ns</b>	1558528 *
Error B	18	14.657552	0.006368	5203001	0.000913	400526
Total	35					
		C.V.=9.84%	C.V.=13.61%	C.V.=13.62%	C.V.=14.08%	C.V.=10.14%

**ANEXO 16.** Prueba de DMS (Diferencias Mínimas Significativas) al 5% de probabilidad para las fuentes de variación épocas de siembra - ecotipos de haba.

**a) Variable porcentaje de emergencia a los 30 días.**

DMS	PROMEDIO	EPOCAS
A	83.33	3
B	64.58	2
B	57.91	1

DMS	PROMEDIO	ECOTIPOS
A	67.77	H1
A	67.77	H2
A	71.66	H3
A	67.22	H4

**b) Variable Número de tallos por planta.**

DMS	PROMEDIO	EPOCAS
A	6.83	1
A	6.66	2
A	6.75	3

DMS	PROMEDIO	ECOTIPOS
A	6.66	H1
A	6.55	H2
A	6.66	H3
A	7.11	H4

**c) Variable Cobertura foliar (%).**

DMS	PROMEDIO	EPOCAS
A	40.1667	3
B	35.0833	2
C	20.7500	1

DMS	PROMEDIO	ECOTIPOS
A	36.2222	H4
A	34.4444	H1
A	34.0000	H2
B	23.3333	H3

**d) Variable Días a la floración.**

DMS	PROMEDIO	ÉPOCAS
A	79.16	1
A	88.75	2
A	87.50	3

DMS	PROMEDIO	ECOTIPOS
A	80.55	H1
A	87.22	H2
A	85.55	H3
A	87.22	H4

**e) Variable Altura a la cosecha en m.**

DMS	PROMEDIO	EPOCAS
A	169.41	2
B	164.50	3
C	159.58	1

DMS	PROMEDIO	ECOTIPOS
A	169.66	H1
A	169.11	H2
A	168.33	H4
B	150.88	H3

**f) Variable Número de vainas por planta.**

H1= Morena ; H2= Usnayo ; H3= Uchuculu ; H4= G. Copacabana

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>EPOCAS</i>
A	47.08	1
B	39.16	2
C	30.50	3

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>ECOTIPOS</i>
A	48.66	H3
B	41.00	H2
C	33.55	H1
C	32.44	H4

**g) Variable Peso de vainas por planta, en Kg.**

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>EPOCAS</i>
A	0.724	1
B	0.573	2
C	0.461	3

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>ECOTIPOS</i>
A	0.648	H2
A	0.612	H4
A	0.597	H1
B	0.487	H3

**h) Variable Peso de grano seco por planta en Kg.**

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>EPOCAS</i>
A	0.269	1
B	0.218	2
C	0.155	3

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>ECOTIPOS</i>
A	0.235	H2
A	0.231	H1
A	0.217	H4
B	0.174	H3

**i) Variable Rendimiento agronómico de vainas en Kg ha<sup>-1</sup>.**

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>EPOCAS</i>
A	20686.9	1
B	16375.6	2
C	13175.6	3

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>ECOTIPOS</i>
A	18515.3	H2
A	17488.8	H4
A	17066.2	H1
B	13913.8	H3

**j) Variable Rendimiento de grano seco en Kg ha<sup>-1</sup>.**

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>EPOCAS</i>
A	7621.2	1
B	6073.0	2
C	5026.3	3

<i>DMS</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>ECOTIPOS</i>
A	6858.1	H1
A	6769.1	H2
A	6410.5	H4
B	4923.0	H3

H1= Morena ; H2= Usnayo ; H3= Uchuculu ; H4= G. Copacabana

Gracias!!!!!!!!!!